

Der Tölzer Lobus des würmeiszeitlichen Isar-Loisach-Gletschers als Gegenstand einer geodidaktischen Exkursion

Eine empirische Untersuchung zur Exkursionsdidaktik



Dissertation
der Fakultät für Geowissenschaften
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt
von
Franz Kestler

August 2005

1. Gutachter: Prof. Dr. Josef Birkenhauer
2. Gutachter: Prof. Dr. Konrad Rögner

Tag der mündlichen Prüfung: 29. November 2005

Inhalt

Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	9
Verzeichnis der Anhänge	10
Vorwort.....	11
0. Zielsetzung.....	12
1. Geodidaktik.....	14
1.1 Begriffsdefinition	14
1.2 Notwendigkeit und Zustand geowissenschaftlicher Bildung	15
1.3 Aufgaben der Geodidaktik	16
1.4 Geowissenschaften und Schule	18
1.5 Geodidaktik an Außenlernorten	19
1.5.1 Museen, Betriebe, Schauergwerke und -höhlen	19
1.5.2 Selbstführende Außenlernorte im freien Gelände	20
1.5.2.1 Lehrpfade	21
1.5.2.2 Geotope	23
1.5.2.3 Geoparks	26
1.5.3 Exkursionen	27
2. Geomorphologisch-geologische Grundlagen zum Exkursionsgebiet.....	29
2.1 Das Pleistozän	30
2.2 Gletschertypen.....	31
2.3 Glazialformen im Alpenvorland.....	34
2.3.1 Moränen.....	34
2.3.2 Zungenbecken.....	36
2.3.3 Glazifluviale Ablagerungen.....	37
2.3.4 Glaziale Serie.....	39

2.4 Spezielle Ausprägungen im Tölzer Lobus	41
2.4.1 Kartengrundlagen und Quellensituation	41
2.4.2 Überblick	43
2.4.3 Präquartäre Bildungen	44
2.4.4 Pleistozän	45
2.4.4.1 Prärißzeitliche Bildungen	45
2.4.4.2 Rißzeitliche Ablagerungen	46
2.4.4.3 Würmzeitliche Ablagerungen	47
2.4.4.3.1 Frühwürmzeitliche Ablagerungen	47
2.4.4.3.2 Würm-Moränen	48
2.4.4.3.3 Würmzeitliches Zungenbecken	52
2.4.4.3.4 Würmzeitliche Schotterflächen	53
2.4.4.3.5 Teufelsgraben	59
2.4.4.3.6 Spätwürmzeitliche Ablagerungen	61
2.4.5 Holozän	61
3. Didaktisch-methodische Überlegungen	64
3.1 Didaktische Analyse	64
3.1.1 Fachrelevanz	65
3.1.2 Gesellschaftsrelevanz	66
3.1.3 Adressatengerechte Aufbereitung des Inhalts	67
3.2 Methodische Analyse	72
3.2.1 Nahraumbezug als Unterrichtsprinzip	72
3.2.2 Exkursion als methodische Großform	74
3.2.2.1 Arten von Exkursionen	74
3.2.2.2 Auswahlkriterien für Exkursionsstandorte	76
3.2.2.3 Stellenwert von Exkursionen	77
3.2.3 Medien	78
3.3 Lernpsychologische Aspekte	80
4. Konzeption der Exkursion	84
4.1 Besondere Eignung des Exkursionsgebietes	84
4.2 Auswahl der Geopunkte und Festlegung der Route	86
4.2.1 Teilabschnitt I: „Spuren der Eiszeit erkennen“	88
4.2.1.1 Geopunkt 1: Blick auf den Endmoränenwall	89
4.2.1.2 Geopunkt 2: Kiesgrube Sufferloh (Jungmoräne)	91
4.2.1.3 Geopunkt 3: Kiesgrube Zeller Wald (Altmoräne)	93
4.2.1.4 Geopunkt 4: Teufelsgraben	94

4.2.2 Teilabschnitt II: „Stationen des Gletscherrückzugs“	96
4.2.2.1 Geopunkt 5: Überblick vom äußersten Endmoränenwall	96
4.2.2.2 Geopunkt 6: Findlinge am Schindelberg	98
4.2.2.3 Geopunkt 7: Kirchsee (Zungenbecken, Moorbildungen)	99
4.2.2.4 Geopunkt 8: Sachsenkammer Rückzugsmoränenwall	102
4.2.3 Teilabschnitt III: „Wege der eiszeitlichen Schmelzwasserströme“	102
4.2.3.1 Geopunkt 9: Piesenkammer Umfließungsrinne	102
4.2.3.2 Geopunkt 10: Warngauer Tal (Niederterrassen).....	103
4.2.3.3 Geopunkt 11: Ehemaliges Gletschertor südlich von Lochham.....	106
4.2.3.4 Geopunkt 12: Ortsrand Holzkirchen (Panorama nach S)	107
4.3 Eingesetzte Medien	109
4.4 Ganzheitliche Abrundung.....	111
4.4.1 Natur- und Kulturlandschaft (Geopunkt 5).....	111
4.4.2 Postglaziale Moorbildung (Geopunkt 7)	114
4.4.3 Relief und Verkehrserschließung (Geopunkt 11).....	117
4.4.4 Weitere holistische Aspekte	118
4.5 Erfüllung der Gütekriterien durch die Geopunkte.....	120
4.6 Streckencharakteristik	122
5. Planung der empirischen Untersuchung	124
5.1 Stand der Forschung	124
5.2 Fragestellungen und Hypothesenbildung	127
5.2.1 Evaluierung des didaktisch-methodischen Konzeptes.....	127
5.2.2 Evaluierung der einzelnen Geopunkte.....	131
5.2.2.1 Evaluierung nach vorgegebenen Kriterien.....	132
5.2.2.2 Evaluierung mittels Grid-Technik	134
5.3 Methodisches Verfahren	136
5.3.1 Art der Untersuchung	137
5.3.2 Stichprobengröße	138
5.3.3 Stichprobenauswahl	139
5.3.4 Gültigkeitsanspruch	140
5.3.5 Untersuchungsdesign	141
5.3.6 Art der Datenerhebung	143
5.4 Fragebogenkonstruktion	143
5.4.1 Erstellung des Fragebogens	144
5.4.1.1 Fragebogen-Instruktion	144
5.4.1.2 Item-Format und Skalenart	144
5.4.1.3 Item-Sammlung.....	146

5.4.1.4 Item-Revision.....	146
5.4.1.5 Item-Analyse.....	147
5.4.2 Erfüllung der Gütekriterien.....	150
5.4.2.1 Objektivität	151
5.4.2.2 Reliabilität.....	151
5.4.2.3 Validität.....	152
5.5 Potenzielle Verfälschbarkeit	153
6. Durchführung der Untersuchung	155
6.1 Akquisition von Probanden	155
6.2 Organisation des Exkursionsablaufes.....	157
6.3 Evaluierung und Datenerfassung.....	159
7. Ergebnisse der Untersuchung	162
7.1 Statistische Datenanalyse	162
7.2 Ergebnisse zum didaktisch-methodischen Konzept	162
7.2.1 Didaktische Inhaltsauswahl	164
7.2.2 Didaktisch-methodische Inhaltsstruktur	166
7.2.3 Methodisches Konzept.....	170
7.2.4 Gruppenspezifische Evaluationsunterschiede	174
7.3 Ergebnisse der Geopunkt-Evaluation	176
7.3.1 Bewertung nach vorgegebener EPA-Struktur	176
7.3.1.1 Ranglisten der Geopunkte.....	176
7.3.1.2 Geopunkt-Typen	179
7.3.1.3 Objektunabhängige Bewertungsdifferenzen	185
7.3.2 Bewertung der Geopunkte mit Grid-Technik	190
7.3.2.1 Individuelle Wahrnehmungsdimensionen	190
7.3.2.2 Ergebnisse der Grid-Auswertung.....	193
7.4 Deskriptive Datenanalyse zu ausgewählten Items	199
7.5 Auswertung der freien Antworten	204
8. Zusammenfassung und Folgerungen	211
Literatur	214
Anhang	230

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1: Bezugswissenschaften und Aufgabenfelder der Geodidaktik.....	18
Abb. 1-2: Geotop „Teufelsgraben“.....	25
Abb. 1-3: Geotop „Bachschwinde des Kirchsee-Baches“.....	25
Abb. 1-4: Geotop „Findlinge am Schindelberg“.....	25
Abb. 1-5: Geotop „Kaltenbachquelle im Kirchseemoor“.....	25
Abb. 2-1: Teilloben des würmeiszeitlichen Isar-Loisach-Gletschers.....	33
Abb. 2-2: Würmeiszeitliche Moränenwälle des Tölzer Lobus (ROTHPLETZ 1917).....	41
Abb. 2-3: Orientierungskarte zum Zungenbereich des Tölzer Lobus.....	42
Abb. 2-4: Würmeiszeitlicher Tölzer Lobus mit rißzeitlichem Altmoränengürtel.....	46
Abb. 2-5: Periphere Umfließungsrinne bei Piesenkam (W3-Stadium).....	50
Abb. 2-6: Die Rückzugsmoränenwälle in Profildarstellung.....	52
Abb. 2-7: Baumgartener Trockental.....	55
Abb. 2-8: Eisrand und Schmelzwasserströme zum Würmmaximum (W1-Stadium).....	56
Abb. 2-9: Rückzugsstadium W2 des Tölzer Lobus.....	57
Abb. 2-10: Rückzugsstadium W4 des Tölzer Lobus.....	58
Abb. 2-11: Rückzugsstadium W5 des Tölzer Lobus (mit Mangfallumlenkung).....	60
Abb. 2-12: Kirche St. Lorenzo in Holzkirchen.....	62
Abb. 2-13: Kalktuff - Detailaufnahme.....	62
Abb. 3-1: Didaktische Induktion.....	69
Abb. 3-2: Simplex-Komplex-Prinzip.....	70
Abb. 3-3: Problemorientierte Lernsituationen.....	71
Abb. 4-1: Karte zur Exkursionsroute.....	87
Abb. 4-2: Blick auf den äußeren Endmoränenwall (Geopunkt 1).....	89
Abb. 4-3: Unsortiertes Möränenmaterial (Geopunkt 2).....	91
Abb. 4-4: Gekritztes Geschiebe (Geopunkt 2).....	91
Abb. 4-5: Rißeiszeitlicher Moränenaufschluss (Geopunkt 3).....	93
Abb. 4-6: Im Teufelsgraben (Geopunkt 4).....	95
Abb. 4-7: Blockbild der “glazialen Serie” des Tölzer Lobus.....	97
Abb. 4-8: Kirchsee mit Schindelberg-Moränenwall (Geopunkt 7).....	99
Abb. 4-9: Eiszerfallslandschaft mit Toteislöchern (Geopunkt 7).....	100
Abb. 4-10: Periphere Umfließungsrinne bei Piesenkam (Geopunkt 9).....	103
Abb. 4-11: Ehemaliges Gletschertor südlich von Lochham (Geopunkt 11).....	107
Abb. 4-12: Ehemalige Wölbäcker im Altmoränengürtel.....	114

Abb. 4-13: Kirchsee-Hochmoor mit Bulten im Sommer	116
Abb. 4-14: Kirchsee-Hochmoor mit Bulten im Herbst	116
Abb. 4-15: Teufelsgraben als Verkehrshindernis	118
Abb. 5-1: „Triaden-Methode“ bei der Grid-Technik	135
Abb. 5-2: Ablauf einer explanativen Untersuchung	137
Abb. 5-3: Ablauf einer explorativen Untersuchung	138
Abb. 5-4: Untersuchungsdesign	142
Abb. 5-5: Komponentendiagramm im rotierten Raum zu Subhypothese 1b	150
Abb. 5-6: Screeplot zu den Items von Subhypothese 1b (Faktorenanalyse)	150
Abb. 6-1: Aktions- und Werbeschaufenster „Geowissenschaften“	157
Abb. 6-2: Erwachsenengruppe während der Fahrrad-Exkursion	157
Abb. 6-3: Studenten bei der Gesteinsbestimmung	158
Abb. 7-1: Häufigkeiten der Antwortkategorien zu Item 14	171
Abb. 7-2: Screeplot zur Faktorenanalyse bzgl. „Prägnanz“ der Geopunkte	181
Abb. 7-3: Komponentendiagramm der Geopunkte bzgl. „Interessantheit“	183
Abb. 7-4: Komponentendiagramm der Geopunkte bzgl. „Gesamturteil“	184
Abb. 7-5: Bertinbild zur Kelly-Matrix von Proband P ₂	194
Abb. 7-6: Dendrogramm zum Grid von Proband P ₂ (Clusteranalyse)	197
Abb. 7-7: Dendrogramm zum Grid von Proband P ₃ (Clusteranalyse)	197
Abb. 7-8: Dendrogramm zum Grid von Proband P ₄ (Clusteranalyse)	198
Abb. 7-9: Gruppenspezifische Medienpräferenzen (Item 32)	201
Abb. 7-10: Geschlechtsspezifische Medienpräferenzen (Item 32)	202
Abb. 7-11: Gestapeltes Kreisdiagramm (Item 33)	203

Exkursions-Anschauungsmaterialien (Abbildungen in Kap. 4)

Material 1: Aktuelle Moränenwälle	90
Material 2: Moränen-Gesteine (Bestimmungstafel)	92
Material 3: Findlinge (Erratika)	98
Material 4: Moorpflanzen (Bestimmungstafel)	101
Material 5: Piesenkamer Umfließungsrinne (Karte zum W3-Stadium)	104
Material 6: Verwilderte Schmelzwassergerinne in Island	105
Material 7: Aktuelles Gletschertor am „Kleinen Vernagtferner“	106

Tabellenverzeichnis

Tab. 1-1: Themen von Lehrpfaden.....	22
Tab. 2-1: Bezeichnungen der würmzeitliche Moränenwallgruppen des Tölzer Lobus	49
Tab. 2-2: Zuordnung von Terrassenniveaus zu Moränenwallgruppen.....	54
Tab. 4-1: Stratigraphische Tabelle mit besonderer Berücksichtigung der Kaltzeiten.....	108
Tab. 4-2: Einsatz von Medien im Exkursionsablauf.....	110
Tab. 4-3: Evaluierung der Geopunkte durch den Exkursionsleiter.....	121
Tab. 5-1: Bewertungsdimensionen zur Evaluierung der Geopunkte.....	133
Tab. 5-2: Bewertungsgitter für Objekte nach Wahrnehmungsdimensionen.....	136
Tab. 6-1: Übersicht zu den beteiligten Probandengruppen.....	156
Tab. 7-1: Übersicht zu den Tests zum didaktisch-methodischen Konzept.....	163
Tab. 7-2: Testergebnisse zu Hypothese 1 (Einstichproben-t-Test).....	165
Tab. 7-3: Mittelwerte der Einzel-Items zu Hypothese 2.....	167
Tab. 7-4: Testergebnisse zu Hypothese 2 (Mann-Whitney-U-Test).....	168
Tab. 7-5: Gruppenvergleiche zu Hypothese 2 (zwei Mann-Whitney-U-Tests).....	169
Tab. 7-6: Testergebnisse zu Subhypothese 3b (Mann-Whitney-U-Test).....	172
Tab. 7-7: Testergebnisse zu Subhypothese 3c (Einstichproben-t-Test).....	173
Tab. 7-8: Gruppenvergleiche zu Hypothese 2 und Subhypothese 3a (drei t-Tests).....	174
Tab. 7-9: Ranglisten der Geopunktbewertung nach vier Kategorien.....	177
Tab. 7-10: Ranglisten der Geopunktbewertung nach dem Mittelwert aller Kategorien ...	178
Tab. 7-11: Gruppierung der Geopunkte nach „Schönheit“ (Faktorenanalyse).....	180
Tab. 7-12: Komponentenkorrelationsmatrix der „Schönheitsfaktoren“.....	180
Tab. 7-13: Gruppierung der Geopunkte nach „Prägnanz“ (Faktorenanalyse).....	182
Tab. 7-14: Komponentenkorrelationsmatrix der „Prägnanzfaktoren“.....	182
Tab. 7-15: Gruppierung der Geopunkte nach „Interessantheit“ (Faktorenanalyse).....	183
Tab. 7-16: Geschlechtsspezifische Geopunktbewertung.....	187
Tab. 7-17: Gruppenspezifische Geopunktbewertung (fünf t-Tests).....	187
Tab. 7-18: Witterungsabhängige Geopunktbewertung (zwei t-Tests).....	188
Tab. 7-19: Gemeinsame Konstrukte der vier erhobenen Grids.....	192
Tab. 7-20-G: Freie Antworten zu den Vorzügen der Exkursion (Gymnasiasten).....	205
Tab. 7-20-S: Freie Antworten zu den Vorzügen der Exkursion (Studenten).....	206
Tab. 7-20-E: Freie Antworten zu den Vorzügen der Exkursion (Erwachsene).....	207
Tab. 7-21-G: Freie Antworten zu den Mankos der Exkursion (Gymnasiasten).....	208
Tab. 7-21-S: Freie Antworten zu den Mankos der Exkursion (Studenten).....	209
Tab. 7-21-E: Freie Antworten zu den Mankos der Exkursion (Erwachsene).....	209

Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1: Item-Sammlung	230
Anhang 2: Item-Revision	234
Anhang 3: Fragebogen für die Pilotstudie.....	237
Anhang 4: Item-Analyse.....	243
Anhang 5: Endgültiger Fragebogen für die Hauptstudie.....	246
Anhang 6: (Blatt 1, Exkursions-Handout) Karte zur Exkursionsroute	252
Anhang 7: (Blatt 2, Exkursions-Handout) Maximale Ausdehnung der Gletscher während des Würmglazials	253
Anhang 8: (Blatt 3, Exkursions-Handout) Generalisiertes Blockbild der glaziale Serie des Tölzer Lobus	254
Anhang 9: (Blatt 4, Exkursions-Handout) Die Rückzugsstadien W4 und W5	255
Anhang 10: (Blatt 5, Exkursions-Handout) Profil der Wallgruppen des Tölzer Lobus....	256
Anhang 11: (Blatt 6, Exkursions-Handout) Rückzugsstadium W2.....	257
Anhang 12: (Blatt 7, Exkursions-Handout) Der Isar-Loisach-Gletscher im Überblick....	258
Anhang 13: (Blatt 8, Exkursions-Handout) Stratigraphische Tabelle.....	259

Vorwort

Bei der Realisierung der vorliegenden Arbeit wurde besonderer Wert darauf gelegt, dass die Untersuchung im unmittelbaren Nahraum stattfinden kann und gleichzeitig mit Geländearbeit verbunden ist.

An dieser Stelle will ich all jenen danken, die mich dabei unterstützt haben. Der Dank gilt zuallererst meinem Betreuer, Herrn Prof. Dr. Josef Birkenhauer, mit dem ich bereits zwei Wochen nach dem ersten Besprechungstermin eine intensive Geländebegehung durchführen konnte. Da sich Herr Prof. Dr. Birkenhauer zur Zeit intensiv mit dem Thema *Geodidaktik* auseinandersetzt und sich andererseits der zweite Betreuer, Herr Prof. Dr. Rögner, in einem seiner Forschungsschwerpunkte mit *Glazialmorphologie* beschäftigt, konnte das vorliegende Projekt in fachlich idealer Weise begleitet werden.

Für die direkte und indirekte Unterstützung bei der Verwirklichung des Vorhabens bedanke ich mich außerdem bei Prof. Dr. Otfried Baume, Cornelia Engel (Bücherecke Holzkirchen), Dr. Heidi Escher-Vetter, Brigitte, Kathrin und Martin Gritschneider, Fuhr- und Baggerbetrieb Hans Gröbmair (Fraßhausen), Dr. Walter Grottenthaler, Dipl.-Bibl. Maria Ivicze, Dr. Helga Kallenbach, PD Dr. habil. Carola Küfmann, Prof. Dr. Bernd Lammerer, Prof. Dr. Robert Marschik, Dr. Thomas Mayer, AR Thomas Meyer, Alfred Osterloher, Penzenstadler GmbH (Großseeham), Hans P. Scholz, Dr. Rolf Schumacher, Norbert Strauß, Dr. Mark Vetter, Dipl.-Geogr. Carola Weiß, Prof. Dr. Friedrich Wieneke und Dipl.-Geogr. Christine Wöfl.

Bei der technischen Fertigstellung der Arbeit hat Frau Vera Erfurth wertvolle Hilfe geleistet. Ein besonderer Dank gilt meiner Frau Christine für die Unterstützung bei der Anfertigung der Karten und für die sorgfältige Durchsicht des Manuskriptes.

Schließlich sei allen 159 Probanden gedankt, mit deren Hilfe die 11 632 Rohdaten als Grundlage für die vorliegende Studie gewonnen werden konnten. Ein ausdrücklicher Dank gebührt den vier Probanden, die sich zusätzlich für die qualitative Einzelbefragung zur Verfügung gestellt haben.

0. Zielsetzung

Die Bemühungen, geowissenschaftliche Inhalte einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen, nehmen seit dem letzten Jahrzehnt ständig zu. Dies belegt die Gründung der Fachsektion „Geotop“ der Deutschen Geologischen Gesellschaft im Jahre 1990. Innerhalb dieser Fachsektion wurde im Jahre 2001 die Geodidaktik als Arbeits- und Forschungsbe- reich anerkannt und schließlich wurde im Jahre 2004 eine eigene Fachsektion „Geodidak- tik der GeoUnion Alfred-Wegener-Stiftung“ gegründet.

Ein wichtiges Instrument dieser geodidaktischen Bemühungen stellen die *von Geowis- senschaftlern geleiteten Exkursionen* dar.

Anleitungen und Hinweise zur Gestaltung solcher Exkursionen können zahlreichen Aufsätzen zur *Exkursionsdidaktik* entnommen werden. Diese sind jedoch beherrscht von normativen Beiträgen, die aus der fachdidaktischen und erziehungswissenschaftlichen Theorie hergeleitet sind. Die wenigen bisher *vorliegenden empirischen Erfolgskontrollen zu Exkursionen* liefern nur erste Deutungsversuche auf deskriptiver Basis, da sie lediglich auf die *Evaluation durch relativ kleine Exkursionsgruppen* gestützt sind (z.B. FÜLDNER/ GEIPEL 1969, vgl. Kap. 5.1).

In dem vorliegenden Projekt wird durch die *mehrmalige Durchführung und Evaluation* einer eintägigen geodidaktischen „*Muster-Exkursion*“ mit verschiedenen Teilnehmergrup- pen eine breitere Datenbasis erreicht. Auf dieser Grundlage sollen *praktische Handlungs- anleitungen zur optimalen Exkursionsgestaltung* hergeleitet werden, um die bestmögliche Nutzung dieser Vermittlungsform geowissenschaftlicher Inhalte sicherzustellen.

Der Aufbau der Arbeit im Überblick:

1. Vorstellung der *Geodidaktik* als übergeordneter theoretischer Rahmen (Kap. 1).
2. *Auswahl eines geeigneten Exkursionsthemas und -gebietes* nach didaktischen Kriterien sowie Auswertung des diesbezüglichen *fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes* (Kap. 2).
3. *Konzeption der konkreten Exkursion* (Kap. 4) auf der Basis der *didaktisch- methodischen Überlegungen* (Kap. 3). Die Auswahl und Festlegung von Exkursions- standorten und -route erfolgte unter Einbezug der Erfahrungen aus zahlreichen Gelän- debefahrungen und -begehungen seit dem Jahre 2001 sowie aus Exkursionen mit Studenten, durchgeführt in den Sommersemestern 2002 und 2004.

4. Entwurf und *Herstellung von adressatengerechten Medien*, abgestimmt auf die lokalen Gegebenheiten der geplanten Exkursion (Teilnehmer-Handout: Blatt 1 bis 8, Anhang 6 bis 13; Anschauungshilfen während der Exkursion: Material 1 bis 7, Kap. 4).
5. *Herleitung der zu überprüfenden und zu erkundenden Hypothesen* auf der Basis von didaktisch-methodischen „Vorweg-Überlegungen“ und *Festlegung der Untersuchungsmethoden* (Kap. 5.2 und 5.3).
6. *Entwicklung eines Fragebogens* unter Einbezug einer Pilotstudie (1 850 Rohdaten von 25 Probanden), der den Gütekriterien der klassischen Testtheorie genügt (Kap. 5.4 und 5.5).
7. Insgesamt *zehnmalige Erprobung der Exkursion* mit Schüler-, Studenten- und Erwachsenenengruppen (Kap. 6).
8. *Evaluierung der Exkursion* durch 134 Probanden mit Hilfe des entwickelten Fragebogens und Erfassung der 9 782 quantifizierten Rohdaten (Kap. 6).
9. *Qualitative Einzelbefragungen* von vier Probanden zur Eruiierung der subjektiven Wahrnehmung von Exkursionsstandorten (Kap. 5.2.2.2 und 6.3).
10. *Auswertung und Interpretation* der quantitativen und qualitativen Rohdaten in Hinblick auf die explanativen und explorativen Untersuchungen (Kap. 7).
11. *Herleitung von Handlungsanleitungen* zur optimalen Gestaltung geowissenschaftlicher Exkursionen (Kap. 7).
12. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse (Kap. 8).

Das gewählte Thema der Exkursion sind die *Glazialformen von Außensaumlagen eiszeitlicher Vorlandgletscher*. Zur exemplarischen Demonstration von typischen Phänomenen wurde der *Tölzer Lobus des würmeiszeitlichen Isar-Loisach-Gletschers* gewählt. Dieses Gebiet ist wegen

- der überschaubaren Ausdehnung,
- der in weiten Teilen idealtypischen Ausprägung der Erscheinungen,
- der relativ geringen postglazialen Reliefveränderung,
- des Vorhandenseins von Aufschlüssen in Jung- und Altmoränen,
- des guten geomorphologisch-geologischen Forschungsstandes und
- der leichten Erreichbarkeit

in besonderem Maße für das beabsichtigte Projekt geeignet.

1. Geodidaktik

Der Bereich Geodidaktik innerhalb der Geowissenschaften bzw. der Geographie ist erst in jüngster Zeit dabei, sich als eigenständiger Zweig zu etablieren. In aktuellen einschlägigen Nachschlagwerken sucht man den Begriff *Geodidaktik* vergeblich (z.B. BÖHN 1999; LESER 1998; LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN 2000/ 2001/ 2002; LEXIKON DER GEOGRAPHIE 2001/ 2002). Die Fachsektion „Geodidaktik der GeoUnion Alfred-Wegener-Stiftung“ - formal eingebunden in die Deutsche Geologische Gesellschaft (DGG) und den Hochschulverband für die Geographie und ihre Didaktik (HGD) - wurde erst im Jahre 2004 gegründet (OTTO 2004).

Aus diesem Grunde ist es notwendig, den Begriff zu klären und abzugrenzen, um den übergeordneten theoretischen Rahmen für dieses Forschungsprojekt festzulegen.

1.1 Begriffsdefinition

Unter dem Begriff Geodidaktik werden hier *alle didaktischen Bemühungen innerhalb der Geowissenschaften* verstanden.

Auch der Begriff Geowissenschaften bedarf hierzu noch einer Abgrenzung, da er nicht einheitlich aufgefasst wird. Die Bezeichnung Geowissenschaften (Erdwissenschaften) wird als Sammelbegriff für verschiedene Wissenschaften verwendet, die sich mit der ganzen Erde oder Teilen davon befassen (LESER 1998, S. 266), wobei durch eine Verknüpfung von Raum und Zeit erdbezogene Sachverhalte rekonstruiert werden (BIRKENHAUER 2003, S. 96). Dazu gehören etwa Geologie, Paläontologie, Tektonik, Mineralogie, Kristallographie, Geophysik, Bodenkunde, Hydrologie, Meteorologie sowie in einer weiten Auffassung auch die gesamte Geographie zusammen mit ihren humangeographischen Inhalten.

Häufig werden allerdings nur die physiogeographischen Teilbereiche, wie etwa Geomorphologie, Hydro- und Klimageographie dazugezählt, sofern man die Geowissenschaften nur als Naturwissenschaften versteht (z.B. NEGENDANK 2000, im LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN, Bd. 2, S. 300f). Auch im LEXIKON DER GEOGRAPHIE (2002, Bd. 2, S. 34) werden geowissenschaftliche Karten mit naturwissenschaftlichen Karten gleichgesetzt.

Im Zentrum der zur Zeit praktizierten Geodidaktik stehen *geologisch-geomorphologische Themen*. Diese Begriffsauffassung von Geowissenschaften, die auch diesem Projekt zugrunde liegt, ist - wie in den USA seit jeher üblich - weitgehend synonym mit den Disziplinen Geologie und Geomorphologie. Eine holistische Sicht oder Abrundung wird damit jedoch nicht ausgeschlossen, sondern sie wird z.B. zur Anerkennung „Nationaler GeoParks“ regelrecht verlangt (MATTIG/ LOOK/ RÖHLING 2003).

1.2 Notwendigkeit und Zustand geowissenschaftlicher Bildung

Alle Menschen leben auf und von der Erde. Sie ist Lebensraum, Produktionsfläche für Nahrungsmittel, Rohstoffquelle und Wasserspeicher. Gerade im Spannungsfeld zwischen einer immer intensiveren Nutzung unseres Planeten mit seinen Ressourcen sowie der Notwendigkeit, bei anhaltendem Bevölkerungswachstum unseren Lebensraum zu erhalten und unsere Umwelt zu schützen, kommt den Geowissenschaften eine besondere Bedeutung zu. Um belastbare Zukunftsprognosen aufstellen zu können, ist oft eine Ableitung aus der geowissenschaftlichen Vergangenheit erforderlich.

Schlagartig bewusst wird der Nutzen von Geowissen bei Naturkatastrophen wie Erdbeben, Vulkanausbrüchen oder Stürmen. Doch tritt diese Einsicht oft erst ein, wenn geowissenschaftliches Wissen missachtet wurde: übermäßige Zerstörung bei Hochwasser, Verteuerung oder Verhinderung von Bauvorhaben aus Unkenntnis des geologischen Untergrundes, Verunreinigung von Trinkwasser durch Unkunde der hydrogeologischen Verhältnisse etc. Derartige Folgelasten könnten von vorneherein vermieden werden, wenn das vorhandene Fachwissen berücksichtigt würde. Für jede Art der Nutzung des Untergrundes z.B. für Bautätigkeit, Rohstoffgewinnung, Grundwassererkundung und Bodenschutz sind geologische Informationen unverzichtbar. Beim Vollzug rechtlicher Vorschriften zur Raumordnung und Bauleitplanung oder zum Naturschutzgesetz werden viele Menschen indirekt damit konfrontiert. Bei der Freizeitgestaltung werden geowissenschaftliche Aspekte der Landschaft meist nur unterbewusst erlebt.

Auch wenn es von der Öffentlichkeit und in erster Linie von politischen Gremien nicht ausdrücklich wahrgenommen wird: Das *Verstehen der Probleme der Erde und die Kompetenz für umwelt- und sozialverträgliches Handeln* ist nur auf der Grundlage einer *soliden geowissenschaftlichen Bildung* zu leisten.

Die unzureichende geowissenschaftliche Bildung an deutschen Schulen einerseits und die große Bedeutung für die Zukunft der Erde andererseits veranlasste die Alfred-Wegener-Konferenz zur Proklamation der „*Leipziger Erklärung zur Bedeutung der Geowissenschaften in Lehrerbildung und Schule*“ (ALFRED-WEGENER-STIFTUNG 1996; Kurzfassungen z.B. in PRAXIS GEOGRAPHIE H.1/ 1997, S. 39 in oder HAUBRICH

1998, S. 18-19). In der Erklärung wird allen Kultusbehörden eine Stärkung der Geographie als eigenständiges Fach und die Gleichbehandlung physio- und sozialgeographischer Inhalte in den Lehrplänen empfohlen. Bekräftigt wurde diese Erklärung mit dem „*Leipziger Memorandum zur Situation der Geographie an den Schulen in Deutschland*“ durch die 15. Planarversammlung der GEOKONFERENZ 1999 (Konferenz der geowissenschaftlichen Fachbereiche an den wissenschaftlichen Hochschulen der Bundesrepublik Deutschland in Gemeinschaft mit der Deutschen Gesellschaft für Geographie e.V.).

Die politischen Gremien verfahren ungeachtet dieser Erklärungen genau umgekehrt. Geowissenschaften werden als bevorzugte Verfügungsmasse in Zeiten mit knappen Finanzen betrachtet. Nur mit Mühe konnte im Jahre 2004 die Eigenständigkeit des Schulfaches Geographie bei der Einführung des achtjährigen Gymnasiums in Bayern gerettet werden.

Währenddessen ist das *Interesse der Öffentlichkeit* an georelevanten Themen offenbar groß. Dies hat die überwältigende Resonanz der Bevölkerung auf das Jahr der Geowissenschaften 2002 gezeigt. Auch die ständig steigende Zahl von Geopfadern, Geoparks, geowissenschaftlichen Broschüren und Flyern sowie Informationstafeln zu Geotopen im Gelände belegen eine entsprechende Nachfrage.

Es besteht also die paradoxe Situation, dass geowissenschaftliche Themen wie „Ökologie“, „Umweltschutz“, „Naturressourcen“ und „Nachhaltigkeit“ eine wachsende Bedeutung im gesellschaftlichen Bewusstsein erfahren, während in einer gegenläufigen Tendenz durch die Politik geowissenschaftliche Kapazitäten abgebaut werden. An vielen Hochschulen in Deutschland werden die Geowissenschaften ganz oder zum Teil aufgelöst.

Dessen ungeachtet werden die Geowissenschaften zunehmend einer breiteren Bevölkerung zugänglich gemacht. Getragen wird dies seit über einem Jahrzehnt von engagierten und aktiven Geowissenschaftlern, die für diesen Zweck ausdrücklich den „Elfenbeinturm der Wissenschaft“ verlassen (LAGALLY 2003).

Um die Effizienz der Öffentlichkeitsarbeit zu optimieren, ist eine enge *Zusammenarbeit mit der Geographiedidaktik* - der einzigen bestehenden Fachdidaktik innerhalb der Geowissenschaften - nahe liegend und sinnvoll.

1.3 Aufgaben der Geodidaktik

Der Begriff *Didaktik* leitet sich ab vom Griechischen διδάσκειν („didaskein“ = lehren, unterweisen, auch lernen und unterrichtet werden). Somit kann man Didaktik als die „Wissenschaft vom (guten) Lehren“ verstehen. Die *Geodidaktik* befasst sich als spezielle *Fachdidaktik* mit Bildung und Erziehung durch inhaltliche Auseinandersetzung mit den Sachverhalten der Geowissenschaften.

Zur Legitimation der Geodidaktik ist vorab die Frage nach dem „*Warum*“ zu klären. Diese Notwendigkeit einer geowissenschaftlichen Bildung wurde im vorhergehenden Abschnitt begründet.

Darüber hinaus sind die beiden Hauptaufgabenbereiche einer Fachdidaktik zum einen die *begründete Inhaltsauswahl und –strukturierung* sowie der *adressatengemäße Vermittlungsprozess* (KESTLER 2002, S. 11ff). Beide Aufgabenfelder können mit folgenden Grundfragen präzisiert werden:

- *Was* sind geeignete geowissenschaftliche Inhalte und Objekte (Inhaltsauswahl)?
- *Wem* wird vermittelt? Im Blickpunkt als Adressat steht der interessierte Laie ebenso wie Schüler oder Studenten (adressatengemäße Vermittlung).
- *Wie und womit* ist der Vermittlungsprozess zu organisieren (Methoden und Medien)?

Zur *Auswahl* sollten nur solche Sachverhalte kommen, die gelhalts- und bedeutungsvoll für den interessierten Laien sind. Dazu gehören auf keinen Fall spezielle Details, die für Experten und Wissenschaftler hochinteressant sein mögen. Als bedeutungsvoll sind solche Sachverhalte anzusehen, die beim Laien zu einem „Aha“-Erlebnis führen, das ihm das Gefühl verschafft, eine Bereicherung erfahren zu haben. Dieses leisten auf jeden Fall solche Strukturen, die von sich selbst aus bereits so auffällig sind, dass der Laie darauf aufmerksam wird und möglicherweise sogar eine Fragehaltung dazu aufbaut (BIRKENHAUER 2003, S. 95f).

Eine *adressatengemäße Vermittlung* muss natürlich von dem ausgehen, was die Laien selbst sehen und ohne spezielle Vorkenntnisse nachvollziehen können. Dazu muss eine verständliche Sprache verwendet werden, die nur auf die wirklich notwendigen und wesentlichen Fachtermini zurückgreift.

Für den *Vermittlungsprozess* können in der Geodidaktik auch sämtliche aus der Geographiedidaktik bekannten methodischen Verfahren Verwendung finden (HAUBRICH et al. 1997, S. 179ff; KESTLER 2002, S. 157ff; RINSCHDE 2003, S. 165ff). Doch ist die Auswahl von Methoden und Medien für geowissenschaftliche Inhalte in besonderem Maße abhängig von den *Gelegenheiten*, insbesondere in Hinblick auf Außenlernorte, und vom *Adressatenkreis*, da auch die Erwachsenenbildung ein ausdrückliches Ziel der Geodidaktik darstellt (Abb. 1-1).

Es ist sogar ein vordringliches Anliegen der Geodidaktik, die Geowissenschaften einer breiteren Bevölkerungsschicht zugänglich zu machen. Deswegen wird die *Öffentlichkeitsarbeit* neben der schulischen und außerschulischen Didaktik als ausdrückliches Arbeitsfeld ausgewiesen (OTTO 2004, S. 213).

Auch wenn sich der Bereich der Geodidaktik erst in jüngster Zeit verselbstständigt, wird nicht völliges Neuland betreten. Die „Geodidaktik kann sich nämlich weitgehend alles das zu Nutze machen, was von der Geographiedidaktik seit Jahrzehnten erarbeitet und er-

forscht wurde.“ (BIRKENHAUER 2003, S. 100f). Dies betrifft insbesondere Erkenntnisse über Medien, zur Didaktik von Lehrpfaden sowie zur Museums- und Exkursionsdidaktik.

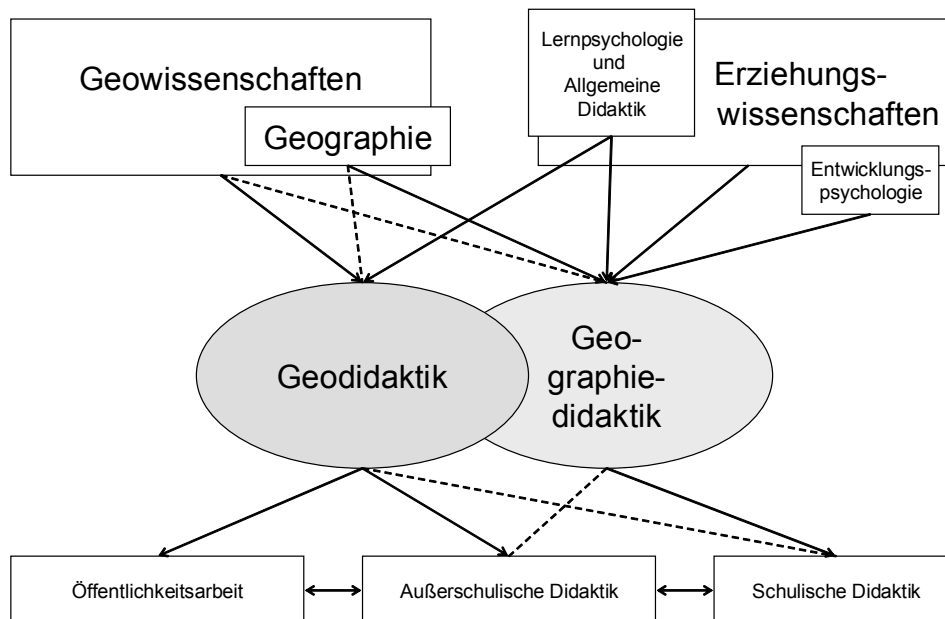


Abb. 1-1: Bezugswissenschaften und Aufgabenfelder der Geodidaktik im Vergleich zur Geographiedidaktik (Durchgezogene Verbindungslinien: starke Verknüpfung, gestrichelte Verbindungslinien: schwache Verknüpfung).

1.4 Geowissenschaften und Schule

Die Grundlagen für geowissenschaftliche Bildung sollten idealerweise bereits in der *Schule* gelegt werden. Da Geologie als eigenes Schulfach nicht existiert, einmal abgesehen von einzelnen Möglichkeiten, es als Wahlfach in der Kollegstufe zu belegen, können wesentliche geologische Inhalte nur von den in der Schule etablierten Fächern vertreten werden. Als *geowissenschaftliches Zentrierungsfach* kommt dafür hauptsächlich das Schulfach *Geographie* in Frage (GEIPEL 1971; H. KÖCK 1992; RICHTER 1993).

Diese Aufgabe konnte bisher nur in unzureichendem Maße erfüllt werden, da dem Fach Geographie nur eine geringe Wochenstundenzahl zugewilligt wird. So liegt die Pflichtstundenzahl für Geographie beim achtjährigen Gymnasium in Bayern für die gesamte Schulzeit lediglich bei 8 Stunden, d.h. dass im Durchschnitt pro Woche 45 Minuten für den gesamten Geographieunterricht vorgesehen sind. Gleichzeitig werden geowissenschaftliche bzw. physiogeographische Themen in den verbindlichen Lehrplänen der Bundesländer nur in unterdurchschnittlichem Maße berücksichtigt und schließlich ist in der Lehramtsausbil-

derung der Erwerb einer entsprechenden geologischen Kompetenz nicht verbindlich vorgeschrieben.

Trotz der widrigen Bedingungen engagieren sich viele Geographielehrer, um die notwendigen Grundlagen für eine fundierte geowissenschaftliche Bildung zu legen. Methodisch bieten sich neben den üblichen schulischen Lehr-Lern-Arrangements auch die im Folgenden beschriebenen Außenlernorte an.

1.5 Geowissenschaften an Außenlernorten

Die *interessierte Öffentlichkeit* kann von den Geowissenschaften gut über *Außenlernorte* erreicht werden. Man versteht darunter *Lernorte außerhalb der Schule*, welche von jedermann genutzt werden können. Für den Begriff Außenlernorte werden auch andere Begriffe wie etwa „auerschulischer Lernort“ (BIRKENHAUER 1995), „Organisationsform der unmittelbaren Begegnung“ (THEISSEN 1986, S. 225), „Realbegegnung“ (FICK 1980, S. 185) oder „direkte bzw. originale Begegnung“ (z.B. HAUBRICH et al. 1997, S. 208) mehr oder weniger synonym gebraucht.

Solche *Außenlernorte* sind Museen, Betriebe, Schaubergwerke und -höhlen oder eben das naturnahe freie Gelände selbst. Dort können Lehrpfade, Geotope oder Geoparks eingerichtet oder Exkursionen mit Experten durchgeführt werden. Es handelt sich also um eine direkte Begegnung mit geographischen Sachverhalten, die „*vor Ort*“ *erlebt und erfahren* werden können.

Angesichts des geringen Stundendeputats der Schulgeographie und der Tendenz zum Fächerverbund wird sogar vorgeschlagen, die Geographie als „Ankerfach“ für *erfahrungs- und lebensweltorientierten Unterricht* zu profilieren. Dabei soll das Lernen vor Ort zum fundamentalen Unterrichts Anliegen werden, wozu eine Bündelung des „geographischen Zeitkontingents“ erforderlich wäre. Die Geographie soll sich als „Erdkunde without walls“ reformieren (KIRCH 1999, S. 4).

1.5.1 Museen, Betriebe, Schaubergwerke und -höhlen

Bei Außenlernorten wie *Museen, Betrieben, Schaubergwerken oder -höhlen* werden für interessierte Besuchergruppen in der Regel *Führungen* angeboten, die auf eine rein rezeptive Wissensvermittlung vertrauen.

Gewinnbringender dürften *schriftliche Vermittlungen und Erkundungen* sein. Diese sollten im schulischen Bereich zumindest abschnittsweise die Regel sein. Man verwendet dazu Arbeitsblätter, die auch vom Schüler selbstentwickelte und angeregte Beobachtungs- und Erkundungsaufgaben enthalten können. Soweit die Chancen dazu bestehen, sollten auch

gegenständliche Tätigkeiten, die sinnliches, entdeckendes und handlungsorientiertes Lernen ermöglichen, mit einbezogen werden.

Die *Museumsdidaktik* oder *-pädagogik* (= didaktische Präsentation eines geeigneten Medienverbundes in Museen) ist auf den erwachsenen, interessierten Laien ausgerichtet und oft wissenschaftlich-systematisch. Deshalb muss der Lehrer aus diesem Angebot auswählen, um den Museumsbesuch zu strukturieren und auf die unterrichtlichen Anforderungen auszurichten. Effektiv und abwechslungsreich ist dafür eine *Kombination aus Führung und Arbeitsblatt*. Anregungen für Museumsbesuche im Rahmen des Geographieunterrichts erscheinen immer wieder in der fachdidaktischen Literatur (GAFFGA/ SPERLING 1981; FRANK 1995, 2001; KERSTING 2000).

Eine Untersuchung hat gezeigt, dass Unterricht in Museen generell den gleichen Bedingungen unterliegt, wie der Unterricht im Klassenzimmer (FRANK 2001, S. 148). Diese Ergebnisse dürften auch auf den Besuch von Schaubergwerken, -höhlen und Betrieben übertragbar sein.

Beispiele für den Typ des geowissenschaftlichen Museums sind in Bayern das Juramuseum in Eichstätt, das Museum „Mensch und Natur“ in München, das Naturkundemuseum in Bamberg und das Rieskratermuseum in Nördlingen. Die für die Öffentlichkeit zugänglichen Schaubergwerke und Höhlen hat SEITZ (1993) zusammengestellt.

1.5.2 Selbstführende Außenlernorte im freien Gelände

Das *naturnahe freie Gelände* ist das Paradeobjekt der Geodidaktik. Nur „vor Ort“ kann ein Sachverhalt authentisch erfahren werden. Die große Mobilität und das hohe Maß an Freizeit erlauben in unserer Gesellschaft fast jedem, solche Erfahrungen zu machen. Vor Ort sind dann Hilfestellungen und Anleitungen notwendig, damit sich der interessierte Laie ohne umfassendes Vorwissen möglichst leicht die gewünschten Erlebnisse und Erkenntnisse verschaffen kann.

Zunächst sind Hilfestellungen zu nennen, die dem intrinsisch motivierten Laien erlauben, *individuell im freien Entdecken* Geowissen zu erwerben. BIRKENHAUER (1996, S. 1) spricht von neuem „Lernen in selbst entschiedener Freiheit“. Diese Funktion erfüllen selbstführende Lehrpfade, mit Informationstafeln erläuterte Geotope oder Geoparks.

Eine Touristenbefragung im Schwarzwald ergab, dass als Vermittlungsformen für natur- oder kulturbezogene Themen *Info-Broschüren* und *Angebote im freien Gelände* gegenüber Diavorträgen und Büchern bevorzugt werden. Die Sammelkategorie „Angebote in der Landschaft“ wurde nach selbstführenden Pfaden und geführten Aktivitäten aufgeschlüsselt und extra abgefragt. Es ergab sich eine *deutliche Präferenz für selbstführende Pfade* (LEHNES/ GLAWION 2000, S. 319ff). Offenbar sind nur wenige Touristen bereit,

zu festen Terminen an Führungen teilnehmen. Man will flexibel über Zeitpunkt und -dauer für die Inanspruchnahme des Angebots entscheiden können.

1.5.2.1 Lehrpfade

Unter Lehrpfaden versteht man *Wege im freien Gelände, die an geeigneten Stellen mit Hinweisen zu natur- oder kulturbezogenen Phänomenen versehen sind*. Diese Hinweise werden auf Informationstafeln oder in Begleitbroschüren in Verbindung mit einem Nummernschild vor Ort präsentiert („Schilderlehrpfad“ bzw. „Nummernlehrpfad“).

Dem erziehungswissenschaftlichen Trend folgend werden inzwischen verstärkt interaktiv erlebbare und sensorisch erfahrbare Stationen als Erlebnis- bzw. Sinnespfade angelegt (z.B. EBERS/ LAUX/ KOCHANÉK 1998; LANG/ STARK 2000). Auch „traditionelle“ Lehrpfade gehen zunehmend über die rein rezeptive Wissensvermittlung hinaus, indem handlungsorientierte Konzepte in Form von Denkanstößen, Fragen und Aufgaben eingebunden werden. So werden „Lehrpfade“ zunehmend zu „Lernpfaden“ (BIRKENHAUER 1995, S. 75; KREMB 2003a, S. 4ff; LANG/ STARK 2000, S. 16).

Der Großteil der im Folgenden verwendeten Daten stammt aus der bisher einzigen systematischen Untersuchung zu Lehrpfaden in Bayern (BIRKENHAUER 1996). An geeigneten Stellen erfolgt ein Vergleich mit Befunden auf Bundesebene in Deutschland (EBERS 1998; KREMB 2003b) und Österreich (LANG/ STARK 2000).

Lehrpfade besitzen unter den selbstbildenden Angeboten im Gelände die größte Tradition. Deutschlands erster Naturlehrpfad entstand 1930 im Bredower Forst in Brandenburg (EBERS 1998, S. 11). In Bayern wurden die ältesten noch bestehenden Lehrpfade 1934 in Höchberg und 1935 in Kasendorf eingerichtet. Allerdings stiegen die Neueinrichtungen erst ab dem Europäischen Naturschutzjahr 1970 sprunghaft an. Aktuell existieren in Bayern ca. 360 Lehrpfade, deren Träger meist Gemeinden oder übergeordnete Behörden sind (BIRKENHAUER 1996, S. 8ff und 25f). Von den über 1000 Lehrpfaden auf Bundesebene befinden sich die meisten in Bayern (EBERS 1998, S. 13ff).

Von welchen Akteuren die Initiativen für Lehrpfadsobjekte in Bayern ausgehen, wurde nicht erfasst. Möglicherweise ist der Befund aus Österreich repräsentativ, nach dem die meisten Initiativen von Vereinen und Fachleuten ausgehen (LANG/ STARK 2000, S. 56).

Bei der *Art der Lehrpfade* in Bayern dominieren deutlich Pfade, die sich den Themen Wald, Pflanzen und Biotop widmen (63%). Pfade mit einem eindeutigen Schwerpunkt in Geomorphologie/ Geologie machen nur etwa 7% aus (Tab. 1-1).

Dieses Verteilungsmuster setzt sich auf Bundesebene in Deutschland vor allem bei den dominanten Pfaden fort: Von 1080 erfassten Lehrpfaden sind 35% Waldlehrpfade und 30% Naturlehrpfade. Bei den Sonderthemen liegen Weinlehrpfade mit 9% an der Spitze,

gefolgt von den seit Mitte der 80er Jahre an Bedeutung gewinnenden stadt- und dorfökologischen Lehrpfaden mit 5 % Anteil (KREMB 2003b, S. 148).

Thema des Lehrpfades	Relativer Anteil (n = 403 wegen mehrfacher Kodierung einiger Lehrpfade)
Wald	35 %
Pflanzen aller Art und Biotope	28 %
Umwelt und Landschaft (incl. Gewässer, Ökologie, biologischer Anbau)	18 %
Geologie und Geomorphologie	7 %
Sonderthemen (z.T. Wein, Vögel, Fische, Planeten, Käse)	6,5 %
Geschichte	5,5 %

Tab. 1-1: Relative Anteile der einzelnen Lehrpfadarten bezüglich des angesprochenen Leitthemas in Bayern (berechnet nach BIRKENHAUER 1996, S. 12).

Statistisch ergibt sich für Bayern eine durchschnittliche *Lehrpfaddichte* von 1 Lehrpfad/ 194 km². Die räumliche Verteilung ist allerdings nicht gleichmäßig. Bei der Verteilung nach administrativen Einheiten ergeben sich „Spitzenreiter“ wie etwa die Landkreise Wunsiedel, Freyung-Grafenau und Eichstätt, während die Landkreise Miesbach und Wolfrathshausen-Bad Tölz, in deren Bereich sich das untersuchte Exkursionsgebiet befindet, mit je 4 Lehrpfaden zu den „Schlusslichtern“ gehören. Auch bei einer Betrachtung der Verteilung nach den größeren naturräumlichen Einheiten entfallen auf den für die Untersuchung relevanten Jungmoränengürtel mit durchschnittlich 1 Lehrpfad/ 363 km² nur etwa halb so viele wie im bayerischen Durchschnitt (BIRKENHAUER 1996, S. 27ff).

Bei der *Ausstattung der Lehrpfade* wird meist Wert gelegt auf zum Teil sehr aufwändige Informationstafeln. 86% der Lehrpfade sind von festen Tafeln gesäumt (BIRKENHAUER 1996, S. 14ff). Auch bezogen auf Deutschland ist ein Überwiegen der „Schilderpfade“ festzustellen (KREMB 2003a, S. 4; EBERS 1998, S. 19).

Vereinzelt erfolgt die Umsetzung durch einen so genannten „Nummernlehrpfad“. Dazu werden die einzelnen Standorte im Gelände nur mit Nummernschildern markiert, während die Informationen dazu mittels Begleitbroschüren angeboten werden. Da die Absicht be-

steht, auf der in dieser Studie evaluierten Exkursionsroute mittelfristig einen Nummernlehrpfad einzurichten, sollen hier die Gründe angeführt werden, die für eine derartige Realisation von Lehrpfaden spricht:

- *Didaktische Gründe:* Während der kurzen Verweildauer an der Informationstafel dürfte der Behaltenswert sehr gering sein. Begleitbroschüren zum Mitnehmen ermöglichen eine Vor- und Nachbereitung so oft und so lange wie erwünscht.
- *Ästhetische Gründe:* Eine „Möblierung“ der Landschaft durch Informationstafeln wird vermieden. Das Landschaftsbild ist in weitaus geringerem Maße gestört.
- *Ökonomische Gründe* (für die Betreiber): Begleitbroschüren sind erheblich günstiger als aufwändige Informationstafeln (Herstellung, Instandsetzung nach Verwitterung, Vandalismus etc.). Gleichzeitig besteht bei Begleitmaterialien die Möglichkeit, eine kleine Schutzgebühr zu erheben.
- *Organisatorische Gründe:* Die geringeren Kosten erhöhen die Neigung von Gemeinden und anderen Trägern, Lehrpfade einzurichten. Auch sind Nummernlehrpfade flexibler gegenüber Veränderungen oder Optimierungen, die leicht im Zuge von Neuauflagen realisiert werden können.

Die *Gestaltungen der Informationstafeln oder -broschüren* zu Lehrpfaden sind in vielen Fällen inhaltlich und sprachlich nicht adressatengerecht (BIRKENHAUER 1995, S. 75f; 1996, S. 55ff; SCHEUPLEIN 2003, S. 43ff).

Auch die *Standorte der Informationstafeln* sind nicht immer günstig gewählt. So befindet sich etwa beim Geokulturpfad um Bad Tölz (SCHALKHAUSSER 1998) eine Informationstafel zur Entdeckung jodhaltiger Mineralquellen einsam am Straßenrand, ohne dass in der unmittelbaren Umgebung ein Bezug zum Originalobjekt ersichtlich wäre.

Da jeder Lehrpfad das Ziel verfolgt, Interesse zu wecken und Wissen zu vermitteln, sollte grundsätzlich sein diesbezüglicher Erfolg durch eine *Evaluation* untersucht werden. Die praktische Durchführung einer solchen Evaluation wurde etwa für den Naturerlebnispfad Gut Ophoven (bei Leverkusen) beschrieben und durchgeführt (EBERS 1998). Leider stellt diese Praxis immer noch die Ausnahme dar.

Alle Gütekriterien sowohl zur adressatengerechten Informationsgestaltung als auch zur Auswahl geeigneter Standorte gelten in gleichem Maße für Exkursionen, weshalb Ausführungen dazu erst in Kap. 3.2.2 erfolgen.

1.5.2.2 Geotope

Eine weitere Möglichkeit, für die Vermittlung von Geowissen an Außenlernorten ist die Ausweisung von Geotopen. Erst um 1990 wurde von einer neu gegründeten Fachsektion der Deutschen Geologischen Gesellschaft der Begriff *Geotopschutz* geschaffen, um als

Pendant zum allseits bekannten Biotopschutz die Schutz- und Pflegebedürftigkeit geologisch wertvoller Landschaftsbestandteile im gesellschaftlichen Bewusstsein zu verankern.

Unter Geotop versteht man *erdgeschichtliche Bildungen der unbelebten Natur*, die in besonders eindrucksvoller Weise Erkenntnisse über die Entwicklung der Erde oder des Lebens vermitteln. Die Wertschätzung von eindrucksvollen Naturschöpfungen begann schon im 19. Jahrhundert. Bereits 1840 verfügte König Ludwig I. von Bayern die Erhaltung der Weltenburger Enge bei Kehlheim, um sie vor einer Zerstörung durch Steinbruchbetriebe zu schützen.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass der Geotopschutz von einem nicht allgemeingültigen Geotopbegriff ausgeht. In der Geoökologie ist nämlich ein Geotop die kleinste physiogeographische Raumeinheit des Geosystems, die von einheitlich verlaufenden stofflichen und energetischen Prozessen bestimmt wird (LESER 1998, S. 266). Im Zusammenhang mit dieser Studie wird der Begriff Geotop jedoch ausschließlich als *Bezeichnung für schutzwürdige geowissenschaftliche Einzelobjekte oder Landschaftsteile* benutzt.

Schutzwürdig sind Geotope, die sich durch ihre besondere erdgeschichtliche Bedeutung, Seltenheit, Prägnanz und Schönheit auszeichnen. Geotopschutz ist ein Bereich des Naturschutzes (AD-HOC ARBEITSBRUPPE GEOTOPSCHUTZ 1996). Als wichtige Zeugnisse der Erd- und Lebensgeschichte sind Geotope nicht nur unschätzbare Informationsspeicher für die Forschung, sondern auch *Lehrobjekte für Studenten und geowissenschaftlich interessierte Laien*.

Auf den ersten Blick scheinen sich der Schutz von Geotopen und deren Nutzung durch den Geotourismus zu widersprechen. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich aber, dass sich Schutz und Nutzung in den meisten Fällen sogar gegenseitig ergänzen. Einerseits stellen attraktive Geotope einen weichen Standortfaktor für den Tourismus dar (Landschaft ist ein wichtiges Motiv bei der Wahl des Urlaubsortes), andererseits liegt es auch im Interesse des Fremdenverkehrswesens, Geotope als Touristenmagnete zu bewahren und schützen (GLASER/ LAGALLY 2003).

„Nur was man kennt, lernt man schätzen und was man schätzt, schützt man auch.“ Auf dieser Grundüberlegung basiert die intensive *Öffentlichkeitsarbeit des Bayerischen Geologischen Landesamtes* zum Geotopschutz. Bereits 1985 wurde damit begonnen, die wichtigsten Geotope Bayerns im „Geotopkataster Bayern“ zu registrieren (LAGALLY/ GLASER/ EICHHORN 2000). Als erstes wurden die Ergebnisse der Erstaufnahme geowissenschaftlich schutzwürdiger Objekte aus Oberbayern publiziert (LAGALLY/ KUBE/ FRANK 1993), gefolgt von den Bänden zu Oberfranken (EICHHORN et al. 1999) und Mittelfranken (GLASER et al. 2001). Mittlerweile sind über 2600 Geotope in Bayern digital erfasst. Davon befinden sich vier Geotope innerhalb des Exkursionsgebietes:

- Der *Teufelsgraben* als eindrucksvolle würmglaziale Schmelzwasserrinne des Tölzer Gletscherlobus (Abb. 1-2).

- Die *Bachschwinde des Kirchsee-Baches* im Teufelsgraben: Hier versickern einige 10er Liter Wasser pro Sekunde in einem abflusslosen Tümpel, wo die wasserstauenden Altmoränen im Untergrund von Schottern abgelöst werden (Abb. 1-3).
- Die *erratischen Blöcke am Schindelberg*: Mehrere bis zu zwei Meter lange kantige Granitblöcke sind entlang des Kammes des würmeiszeitlichen Moränenwalles im Wald verstreut (Abb. 1-4).
- Die *Kaltenbachquelle im Kirchsee-Filz* als Beispiel einer Verengungsquelle mit Quellweiher im Torf (Abb. 1-5).



Abb. 1-2: Teufelsgraben nördlich von Holzkirchen (Aufnahme: F. Kestler am 30. Juli 2004, ca. 10 Uhr, Blickrichtung nach W)



Abb. 1-3: Bachschwinde des Kirchsee-Baches (Aufnahme: F. Kestler am 4. Oktober 2004, ca. 11.30 Uhr, Blickrichtung nach SW)



Abb. 1-4: Findlinge am Schindelberg (Aufnahme: F. Kestler am 1. Mai 2005, ca. 14 Uhr, Blickrichtung nach NE)



Abb. 1-5: Kaltenbachquelle im Kirchseemoor (Aufnahme: F. Kestler am 6. Oktober 2004, ca. 16 Uhr, Blickrichtung nach NE)

Die erratischen Blöcke und die Kaltenbachquelle besitzen den Schutzstatus eines Naturdenkmals (www.geologie2.bayern.de). Mit Ausnahme der Bachschwinde sind die genannten Geotope in die geplante Exkursion integriert.

Im Jahre 2001 wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen das Projekt „Bayerns schönste Geotope“ gestartet, im Laufe dessen die 100 schönsten Geotope Bayerns ausgezeichnet werden. Sukzessive werden dazu Objekte ausgewählt und öffentlichkeitswirksam mit Faltblättern, Informationstafeln vor Ort und Inter-

netauftritt präsentiert. Für einen hohen Wiedererkennungswert wird für alle Geotope und Präsentationsarten ein einheitliches Layout gewählt. Es ist vorgesehen, dass die Präsentation aller 100 Geotope im Jahr 2006 abgeschlossen ist (BRAND et al.2003; BRAND/ LAGALLY 2003; BRAND/ LAGALLY 2004).

Unter den bisher über dreißig präsentierten Objekten befinden sich nur zwei Beispiele, die der Glazialmorphologie zuzuordnen sind (www.geologie2.bayern.de):

- Der *Gletscherschliff bei Fischbach*. Es handelt sich um einen großräumig freigelegten Gletscherschliff des Inn-Gletschers im Wettersteinkalk mit typischen Erscheinungen wie Kritzungen, Kolken und Rundhöckern.
- Der *Klettergarten Baierbrunn* östlich von Buchenhain. Dort sind eiszeitliche Schotter am Rande des Isartales aufgeschlossen. Mindestens drei übereinander gelagerte glazifluviale Schotterkörper aus verschiedenen Eiszeiten sind zu unterscheiden.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass Laien oft gar nicht wissen, wo sie hinblicken sollen (vgl. auch Kap. 3.2.2.1), wenn ihnen auf einer Infotafel die Landschaft erklärt wird. Hier setzt das Konzept „Durchblicke in die Urzeit“ an, bei dem der Blick durch einen zusätzlich aufgestellten „Fensterrahmen“ gelenkt wird. Im Kanton Solothurn (Schweiz) wurden bereits sieben Durchblicke nach diesem Konzept realisiert. Das Projekt richtet sich in erster Linie nicht an interessierte Laien, sondern an Menschen, die sich aus unterschiedlichsten Motiven auf Wanderungen begeben. So soll eine breitere Öffentlichkeit Zugang zu den Geowissenschaften finden (JORDAN 2004).

Geotope sind ein wichtiger Baustein der Öffentlichkeitsarbeit innerhalb der Geodidaktik. Es ist zu hoffen, dass sich über die ausgewiesenen Geotope hinaus ein Bewusstsein in der Bevölkerung einstellt, das von einer erhöhten Sensibilität gegenüber unserer natürlichen Landschaft geprägt ist.

Die Geodidaktik soll in diesem Zusammenhang hauptsächlich die Einsicht vermitteln, dass Geotope für unsere Wissens- und Freizeitgesellschaft nützlich sind.

Umgekehrt sind Geotope didaktisch so wertvoll, weil sie die unmittelbare Begegnung mit einem originalen Sachverhalt ermöglichen.

1.5.2.3 Geoparks

Der Begriff *Geopark* ist in Deutschland weder geschützt noch rechtlich und einheitlich geregelt. Erst seit 2001 werden durch den „Bund-Länder-Ausschuss Bodenforschung“ (BLA-GEO) Aktivitäten in verschiedenen Arbeitsgruppen zur Erarbeitung von Richtlinien für die Einführung eines Qualitätssiegels auf nationaler Ebene initiiert und begleitet. Diese Richtlinien lehnen sich eng an die Regelung des Europäischen Geopark-Netzwerks und einen Richtlinienentwurf der UNESCO an. Gemäß der so erarbeiteten Richtlinien (MAT- TIG/ LOOK/ RÖHLING 2003, S. 8ff) enthält ein „Nationaler GeoPark“ geologische Se-

henswürdigkeiten beliebiger Größe oder ein Ensemble mehrerer Geotope, die von überregionaler Bedeutung, Seltenheit oder Schönheit, repräsentativ für eine Landschaft und deren geologische Entstehungsgeschichte sind. Zusätzlich sollen auch archäologische, ökologische, historische oder kulturelle Sehenswürdigkeiten enthalten sein. Die einzelnen Sehenswürdigkeiten sind miteinander vernetzt. Ein Geopark unterscheidet sich demnach von einem Geotop hauptsächlich in der Größe, im ganzheitlichen Ansatz und einer zwingend erforderlichen Zugänglichkeit.

Betreiber, die sich um das Prädikat „Nationaler GeoPark“ bewerben, müssen unter anderem nachweisen, dass sie in der Lage sind, angemessene Erhaltungsmaßnahmen durchzuführen und dass sie die sozioökonomische Entwicklung der Region fördern. Im Sinne der Agenda 21 und den UNESCO-Richtlinien sollen also in einem ganzheitlichen Ansatz geowissenschaftliche, kulturelle und sozioökonomische Elemente der Förderung einer nachhaltigen Entwicklung dienen.

Im Dezember 2002 wurden die ersten vier Geoparks in Deutschland durch eine Expertengruppe der Alfred-Wegener-Stiftung (AWS) als Nationale Geoparks zertifiziert. Es handelt sich um die Geoparks „Bergstraße - Odenwald“, „Harz - Braunschweiger Land - Ostfalen“, „Mecklenburgische Eiszeitlandschaft“ und „Schwäbische Alb“ (MATTIG/LOOK/RÖHLING 2003). Ein derartiger Geopark soll sich vor allem dem Tourismus öffnen. Damit werden drei übergeordnete Ziele verfolgt:

- Bewahrung des geologischen Erbes und der intakten Umwelt,
- nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung auf lokaler Ebene und
- bessere allgemeine geowissenschaftliche Bildung.

Allerdings ist in Fachkreisen der ganzheitliche Ansatz nicht unumstritten. Dort finden sich weiter Befürworter für einen rein geowissenschaftlichen Ansatz (MATTIG 2003, S. 32), wie er etwa dem (nicht zertifizierten) „Geopark Wendelstein“ zugrunde liegt.

Aus didaktischer Sicht erscheint der ganzheitliche Ansatz sowohl aus inhaltlichen als auch methodischen Erwägungen geeigneter. Das Ziel einer besseren allgemeinen geowissenschaftlichen Bildung ist auf diese Weise nach den bisherigen erziehungswissenschaftlichen Erkenntnissen sicherer und nachhaltiger zu erreichen.

1.5.3 Exkursionen

Die Erkundung und Erfahrung von Außenlernorten unter der *fachlichen Leitung von Geowissenschaftlern* ist eine sehr flexible und meist intensive Art, im naturnahen freien Gelände zu lernen. Man ist nicht gebunden an aufbereitete Lehrpfade, Geotope oder Geoparks, so dass für die Auswahl von Exkursionsräumen und -objekten eine breite Basis besteht.

Selbst eher unauffälligen Phänomenen der alltäglichen Landschaft kann so eine neue Aufmerksamkeit zuteil werden.

Daneben besteht bei Exkursionen im Vergleich zu den selbstführenden Außenlernorten der kaum zu überschätzende Vorteil, dass je nach Teilnehmergruppe ein *adressatengemäßes Lehr-Lern-Arrangement* angewendet werden kann. Eine wesentliche Rolle spielt in diesem Zusammenhang die Interaktion zwischen Leiter und Teilnehmern während der Exkursion. Der Leiter kann *situativ auf individuelle Teilnehmerfragen eingehen* und sich flexibel an die Teilnehmerbedürfnisse anpassen.

Die kurze Darstellung der Exkursion als Vermittlungsmethode erfolgt hier primär aus systematischen Gründen im Vergleich zu den vorher beschriebenen Möglichkeiten für den Einsatz von Außenlernorten. Ausführlich wird die Exkursion als methodische Großform erst in Kap. 3.2.2 dargelegt.

2. Geomorphologisch-geologische Grundlagen zum Exkursionsgebiet

Dieser Abschnitt dient einer möglichst umfassenden Darbietung der für die Exkursion erforderlichen fachwissenschaftlichen Inhalte. Die Darstellung der geomorphologisch-geologischen Grundlagen wird hier als vorpädagogische rein *fachwissenschaftliche Sachanalyse* (PETERSEN 2000, S. 21; RINSCHDE 2003, S. 397) durchgeführt.

Die Gliederung folgt dabei der Sachstruktur aus der fachwissenschaftlichen Literatur, auch wenn sie natürlich bereits von didaktischen und methodischen Überlegungen gesteuert wird, indem eine Konzentration auf die während der Exkursion erschließbaren Phänomene stattfindet.

Die objektive Fachkenntnis in ihrer ursprünglichen Struktur ist eine notwendige Voraussetzung, um eine überprüfbare didaktische Reduktion sowie eine optimale Anordnung und Strukturierung der Inhalte für den Vermittlungsprozess vorzunehmen (KESTLER 2002, S. 320f). Das Ziel dieses didaktischen Aufbaus ist keinesfalls eine fachwissenschaftliche Sachstruktur im Kleinformat, eine sog. „Abbild-Didaktik“, sondern eine Anordnung, die für den Vermittlungsprozess an einen bestimmten Adressatenkreis optimal ist.

Zudem verleiht eine umfassende Sachkenntnis dem Exkursionsleiter Sicherheit und macht ihn flexibel für einen offenen Verlauf.

Sachinformationen, die dem allgemein anerkannten Kenntnisstand entsprechen, sind der einschlägigen Literatur (AHNERT 1996; HABBE 1989; JERZ 1993; LESER 1993; LIEDTKE/ MARCINEK 1995; LOUIS/ FISCHER 1979, MEYER/ SCHMIDT-KALER 1997; PENCK/ BRÜCKNER 1901/1909; SCHAEFER 1995; STRAHLER/ STRAHLER 1999; WILHELM 1975; WILHELMY 1992, ZEPP 2002) entnommen und werden im einzelnen nicht zitiert.

Lediglich besondere Erkenntnisse und Bezeichnungen, die auf einen eindeutigen Urheber zurückzuführen sind oder nicht durchgängig gebräuchlich sind, werden mit konkreten Quellen belegt. Gleiches gilt ebenso für alle lokaltypischen Ausprägungen, welche ab Kap. 2.4 erörtert werden.

2.1 Das Pleistozän

Im Pliozän erfolgte eine Klimaverschlechterung hin zu kaltzeitlichen Bedingungen. Das anschließende Pleistozän (Eiszeitalter) *begann vor ca. 2,5 Mio. Jahren und endete etwa 10000 Jahre vor heute*. Es umfasste *mindestens sechs große Kaltzeiten (Glaziale)*, welche jeweils von *Warmzeiten (Interglaziale)* unterbrochen wurden.

Häufig werden die Begriffe „Kaltzeit“ oder „Glazial“ synonym mit „Eiszeit“ verwendet (AHNERT 1996, S. 347f; HENDL/ LIEDTKE 1997, S. 194 und 206; WILHELM 1975, S. 253; WILHELMY 1992, S. 60; ZEPP 2002; S. 288f). Exakterweise verbindet man die Vorstellung von einer „Eiszeit“ jedoch nur mit jener Phase innerhalb einer Kaltzeit, die mit dem Wachstum und der Ausbreitung der Gletscher, sowie mit deren Abschmelzen verbunden ist. Damit umfasst die Eiszeit streng genommen mit dem Hoch- und Spätglazial nur einen kleinen Abschnitt der Kaltzeit (JERZ 1993, S. 75; RÖGNER 2004, S. 264; STRAHLER/ STRAHLER 1999, S. 480). Der Begriff Eiszeit wird in der Folge in diesem Sinne verwendet.

Während der Eiszeiten hat sich das vergletscherte Areal weltweit etwa verdreifacht (AHNERT 1996, S. 349; WILHELM 1975, S. 250), so dass sich die Gletscher in Gebiete ausdehnten, die heute gletscherfrei sind. Zu diesen Gebieten gehört auch das deutsche Alpenvorland.

In den Warmzeiten herrschten ähnliche, teilweise sogar wärmere klimatische Bedingungen wie heute. Sie waren mit dem Abschmelzen der Gletscher bis in die inneralpinen Karmulden und mit der vollständigen Wiederbewaldung des Vorlandes verbunden.

Als Gründe für den Wechsel zwischen Kaltzeiten und Warmzeiten werden z.B. Änderungen der Erdbahnelemente (Strahlungskurven), der Solarkonstante, der Erdatmosphäre oder auch Selbstverstärkungseffekte diskutiert (SCHWARZBACH 1974).

Die Benennung der „klassischen“ vier Eiszeiten in den Alpen geht auf PENCK/ BRÜCKNER zurück, die mit ihrem Werk „Die Alpen im Eiszeitalter“ (1901/ 09) den Weg für den Polyglazialismus ebneten. Namensgebend waren kleine Alpenvorlandflüsse, wobei die alphabetische Reihenfolge ihrer Anfangsbuchstaben von den älteren zu den jüngeren Glazialen führt: *Günz-, Mindel-, Riß- und Würm-Kaltzeit*.

Die Schwierigkeit beim Nachweis älterer Glaziale liegt hauptsächlich darin begründet, dass Interglazialbildungen und präwürmzeitliche Quartärablagerungen größtenteils wieder ausgeräumt oder überdeckt wurden. Trotzdem wies EBERL (1930) später die noch vor der Günz-Kaltzeit liegenden *Donau-Kaltzeiten* nach. Als ältestes Glied wurden schließlich die *Biber-Kaltzeiten* von SCHAEFER (1957) angefügt. Ein weiteres Glazial sieht SCHAEFER (1975) in den äußersten Altmoränen des Isar-Loisach-Gletschers repräsentiert. Er nennt das Glazial *Paar-Kaltzeit* und reiht es zwischen Mindel- und Rißkaltzeit ein (vgl. Kap.

2.4.2.2). Moränen einer *Haslach-Kaltzeit*, die zwischen Günz- und Mindelkaltzeit einzuordnen ist, wurden bisher ausschließlich in Oberschwaben nachgewiesen (SCHREINER/EBEL 1981). Zusätzliche Erkenntnisse erwachsen nicht selten aus kurzzeitig aufgeschlossenen Einschnitten im Zuge des Staßenbaus (RÖGNER 1993).

Nach dem derzeitigen Forschungsstand ist es ferner angebracht, dass Riß-, Donau- und Biberkaltzeit jeweils in mindestens zwei Glaziale zu untergliedern sind, während für Würm-, Mindel- und Günzkaltzeit zur Zeit keine Feldbefunde vorliegen, die eine Untergliederung dieser drei klassischen Eiszeiten erlauben (RÖGNER 2004, S. 249 und 261ff).

Die einzelnen Glaziale unterscheiden sich durch Dauer und räumliche Ausdehnung der Gletscher. Im Exkursionsgebiet erreichten die Gletscher in der Riß-Kaltzeit die größte Ausdehnung, wodurch deren Ablagerungen außerhalb der würmzeitlichen Vereisung in weiten Teilen erhalten blieben.

Für das gesamte Pleistozän ist es zum jetzigen Zeitpunkt „nicht möglich, eine Stratigraphie vorzustellen, in welcher die einzelnen Abschnitte (Ausnahme Würm) mit absoluten Zahlen versehen sind.“ (RÖGNER 2004, S. 236). Naturgemäß sind die Spuren der jüngsten Kaltzeit am deutlichsten im Relief wieder zu finden.

Die Würm-Kaltzeit begann vor ca. 115 000 Jahren und endete etwa vor ca. 10 000 Jahren. Die für das heutige Relief entscheidende Phase war das *Würmhochglazial*, für welches eine Minderung der Jahresmitteltemperatur von rund 8-10⁰C gegenüber heute angenommen wird (JERZ 1993, S. 2). Dadurch rückten die Gletscher aus den Alpentälern weit ins Vorland vor. Die maximale Ausdehnung wurde vor ca. 20 000 Jahren (JERZ 1993, S. 92; RÖGNER 2004, S. 243) bzw. 18 000 Jahren (HABBE 1989, S. 30; STRAHLER/ STRAHLER 1999, S. 480) erreicht. Dabei war das Inntal unterhalb von Innsbruck etwa 25 000 Jahren v. h. noch und nach 14 000 Jahren v. h. wieder eisfrei (FLIRI et al. 1970). Der maximale Vorstoß erfolgte also erst kurz vor dem Ende der letzten Kaltzeit und umfasste lediglich *ein Zehntel der Gesamtdauer des Würm-Glazials*.

Die Bezeichnung des Pleistozäns (wörtlich „das am meisten Neue“; JERZ 1993, S. 1) als *Eiszeitalter* ist indes in zweifacher Weise etwas irreführend. Zum einen waren Eiszeiten innerhalb der Erdgeschichte nicht auf das Pleistozän beschränkt und zum anderen war das deutsche Alpenvorland die längste Zeit des Pleistozäns eisfrei.

2.2 Gletschertypen

Der Isar-Loisach-Gletscher bzw. dessen Tölzer Lobus kann als Sonderform der *Hochgebirgsvergletscherung* aufgefasst werden. Typisch für Hochgebirge sind Kar- und Talgletscher, wobei sich letztere zu *Eisstromnetzen* vereinigen können.

Fließen Talgletscher aus dem Hochgebirge durch so genannte „*Alpentore*“ in das flache Vorland hinaus, werden sie nicht mehr von Talflanken eingeengt und breiten sich somit fladenförmig aus. Ein solcher *Vorlandgletscher* besteht oft aus der Vereinigung der *Loben* (Zungen, Lappen) mehrerer Talgletscher. So ist der Isar-Loisach-Gletscher das Resultat der Vereinigung der Loben von Tölz, Wolfratshausen, Starnberg und Ammersee.

Gespeist wurden der Tölzer Lobus aus dem Lenggrieser Isartal, der Wolfratshausener Lobus hauptsächlich über das Alpentor am Kesselberg, der Starnberger Lobus über die Kesselbergfurche und zusätzlich über das Loisachtal und schließlich der Ammersee-Lobus hauptsächlich aus dem Loisachtal, ergänzt durch einen kleinen Zufluss aus dem Ammertal. Neben der Versorgung des Isar-Loisach-Gletschers durch die Lokalvergletscherung des Wetterstein- und Karwendelgebirges wurden über die Transfluenzen Fernpass, Buchener Sattel bei Leutasch, Seefelder Sattel und einer Abzweigung vom Achenpass Ferneisströme vom Inn-Gletscher zugeführt. Die größten Eismassen fanden dabei den Weg über den Seefelder Sattel (Abb. 2-1).

Da Vorlandgletscher ebenso wie Inlandeismassen und Plateaugletscher das Relief flächenhaft bedecken, spricht man auch von *Deckgletschern* (AHNERT 1996, S. 334).

Die *klimatische Schneegrenze* sank am Alpennordrand im letzten Hochglazial auf 1200-1300m ü. NN und damit 1300-1400m unter den heutigen Wert von etwa 2600m ü. NN (JERZ 1993, S. 45f). Auf Gletschern verläuft die Schneegrenze - man spricht hier von Firnlinie - durch die kühlende Wirkung der Eismassen in den Alpen bis zu 300m tiefer als im benachbarten Gebirgsland (WILHELM 1975, S. 95).

Die Gleichgewichtslinie des Gletscherhaushalts, die nur bei kleinen Gletschern etwa mit der Firnlinie übereinstimmt, ansonsten aber bis zu 50m höher liegt (LOUIS/ FISCHER 1979, S. 431), trennt das Nährgebiet (Bereich der Netto-Akkumulation) vom Zehrgebiet (Bereich der Netto-Ablation) des Gletschers. Die Zungen eiszeitlicher Vorlandgletscher lagen weitgehend unterhalb der klimatischen Schneegrenze und waren *Teil des Zehrgebietes*.

Die *Bewegung von Gletschern* wird solange aufrechterhalten, solange der Schnee- bzw. Eisanschub zum Abfließen zwingt. Je nach der Geschwindigkeitsverteilung im Querprofil über die Gletscherzunge lassen sich zwei Bewegungstypen unterscheiden: fließende Bewegung und Blockschollenbewegung (WILHELM 1975, S. 156ff).

Bei der *fließenden Bewegung* nimmt die Geschwindigkeit zu den Gletscherrändern hin und mit zunehmender Tiefe ab. Infolge der druckbedingten plastischen Verformung des Gletschereises ergibt sich ein laminares Fließen. Diese Art der Bewegung ist vorherrschend bei warmen („temperierten“) Gletschern, die Temperaturen um den Druckschmelzpunkt des Eises aufweisen (WILHELM 1975, S. 157ff und S. 188).

Bei der *Blockschollenbewegung* werden ganze starre Blöcke von Gleitvorgängen erfasst, wobei die Eisgeschwindigkeit über den Gesamtquerschnitt nahezu konstant bleibt.

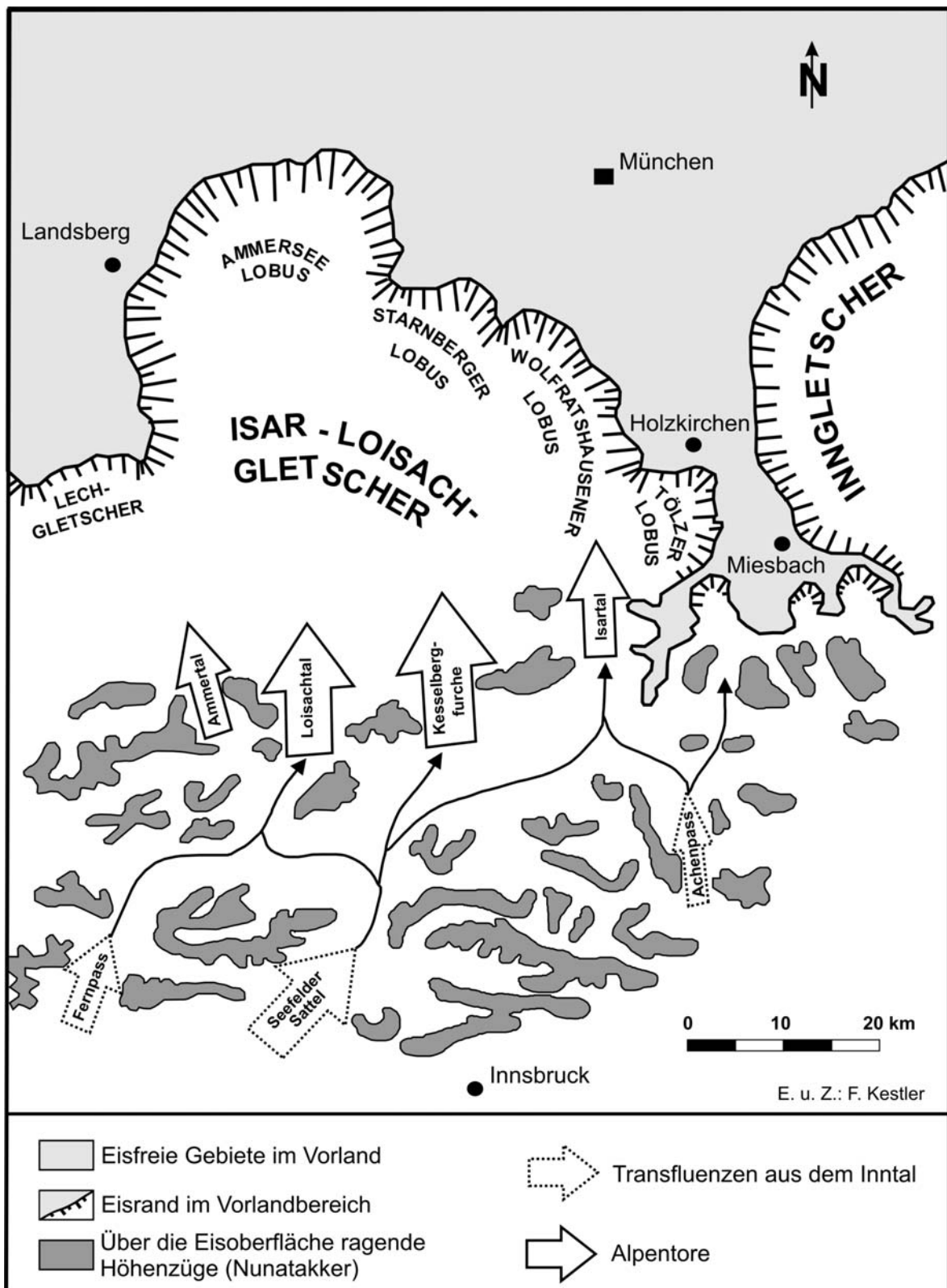


Abb. 2-1: Die Zusammensetzung des würmeiszeitlichen Isar-Loisach-Gletschers aus seinen vier Teilloben sowie die Lage der Alpentore und ihr Zusammenhang mit den wichtigsten Transfluenzen aus dem Inntal (unter Verwendung der Geologischen Karte von Bayern 1:500 000/ BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1981 und VAN HUSEN 1987).

Die Geschwindigkeit bei solchen Bewegungen „ist wesentlich größer als bei den nach Art der zähen Flüssigkeit bewegten. . . . Da bei dieser Bewegungsform das Eis am Grunde des Gletschers mit fast der gleichen Geschwindigkeit, wie sie an der Oberfläche herrscht, über den Untergrund gleiten muss, sind bei dieser Bewegungsform weit größere Reibungswirkungen auf den Untergrund zu erwarten als bei der zähflüssigen Bewegung der langsamen Gletscher“ (LOUIS/ FISCHER 1979, S. 419). Blockschollenbewegungen treten vorwiegend bei kalten Gletschern (Eistemperatur liegt unter dem Druckschmelzpunkt) und bei gut ernährten Gletschern in der Vorstoßphase auf (AHNERT 1996, S. 327; WILHELM 1975, S. 158).

Da während der Eiszeiten zumindest die Wintertemperaturen selbst noch im Vorland sehr niedrig gewesen sein mussten, wurden die großen Gletschervorstöße mindestens teilweise von kalten Gletschern durch Blockschollenbewegung ausgeführt (LOUIS/ FISCHER 1979, S. 468).

Durch beide Arten der Gletscherbewegung wird das Zehrgebiet im Zungenbereich aus dem Nährgebiet mit Eisnachschiebung versorgt. Dieser Nachschub kann den Ablationsverlust im Zehrgebiet ausgleichen, übertreffen oder dahinter zurückbleiben. Entsprechend ergeben sich für den Zungenbereich *Stillstands-, Vorstoß- oder Rückzugsphasen*.

Die *Eismächtigkeit* betrug nach dem Austritt aus dem Alpentor beim Kesselberg am heutigen Kochelsee rund 800 m. Durch die fladenartige Ausbreitung nahm die Mächtigkeit im Vorland rasch auf 200-300 m am Starnberger See ab (MEYER/ SCHMIDT-KALER 1997, S. 11).

2.3 Glazialformen im Alpenvorland

In diesem Abschnitt werden die wesentlichen Phänomene der Glazialmorphologie im Bereich ehemaliger Vorlandvergletscherung unter Berücksichtigung des weiteren Umfeldes des Tölzer Lobus dargestellt.

Das Relief im Bereich ehemaliger Vorlandgletscher wird durch glaziale und glazifluviale *Ablagerungs- und Abtragungsformen* geprägt. Abgelagert wurden vorrangig Moränen und glazifluviale Schotter. Erosionsvorgänge betreffen etwa die Vertiefung der Zungenbecken oder die Abtragung und Zerschneidung älterer Moränen und Schotter.

2.3.1 Moränen

Der Begriff *Moräne* umfasst alle glazialen Ablagerungen, die von Gletschern als Gesteinsschutt mitgeführt und abgesetzt werden. Dabei wird der Moränen-Begriff in drei unterschiedlichen Bedeutungen verwendet: Moränen in und auf rezenten Gletschern, Moränen

als Materialbegriff (im Angelsächsischen wird bei dieser Interpretation die Bezeichnung „till“ verwendet, um es von den anderen Bedeutungen abzugrenzen) sowie Moränen als Formbegriff. Für die geplante Exkursion in einem Gebiet mit ehemaliger Vorlandverglescherung kommen nur die letzten beiden Begriffsanwendungen zum Tragen.

Bezieht man den Moränenbegriff auf das *abgelagerte Material*, so ist der fließbandartige Transport der Lockergesteinsmassen durch das Eis entscheidend. Dabei werden unterschiedliche Partikel mit der gleichen Geschwindigkeit transportiert, wodurch keine Sortierung nach Korngrößen stattfindet. Moränenmaterial besteht daher aus einem *unsortierten, ungeschichteten Gemenge aus Lehm, Sand, Kies und Gesteinsblöcken unterschiedlicher Größe*. Durch die Eisbewegung, die gegenseitige Reibung und Rotation werden die Geschiebe gekritzelt, geschrammt, kantengerundet und zum Teil auch poliert. Mit wachsender Entfernung vom Herkunftsort nimmt der Anteil gerundeter Partikel aus glazifluvialen Transport zu.

Wichtiger Anzeiger für die *Herkunft des Materials* sind *Erratika*, „verirrte“ Gesteine, die im Ablagerungsgebiet nicht anstehen. Die Moränen enthalten das Spektrum an Gesteinen, aus denen ihre Liefergebiete aufgebaut sind. Das Lokalmoränenmaterial aus den nördlichen Kalkalpen ist verantwortlich für den generell hohen Karbonatgehalt im Geschiebebestand des süddeutschen Alpenvorlandes. Der Anteil an kristallinem Fernmoränenmaterial aus den Zentralalpen ist etwa im Chiemsee- bzw. Inn-Gletscher mit bis über 35% bzw. 20% erheblich höher als im Isar-Loisach-Gletscher mit 5-15% (JERZ 1993, S. 18; GROTTENTHALER 1989, S. 105; DREESBACH 1985, S. 37f). Dies ist auch nicht weiter überraschend, denn während die Zentralalpen zum direkten Einzugsbereich des Inn-Chiemsee-Gletschers gehörten, konnte der Isar-Loisach-Gletscher nur über Transfluenzstufen mit zentralalpinem Geschiebe versorgt werden (vgl. Kap. 2.2).

Das abgelagerte Material gibt also Aufschluss darüber, *wie* es abgelagert wurde und *woher* es stammt.

Allgegenwärtig im Exkursionsgebiet sind *Moränen als Landform* (Es wird hier bewusst der rein geomorphologische Begriff „Landform“ i.S. von AHNERT 1996, S. 13 bzw. STRAHLER/ STRAHLER 1999; S. 469ff verwendet). Die Oberflächenformen der nach dem Gletscherrückzug freigelegten Moränenablagerungen sind eine Folge ihrer relativen Lage zum Gletscher während der Ablagerung. Sie sind damit *Zeugen für Ausmaß und Eisbewegung des verschwundenen Gletschers*.

Am Ende der Gletscherzunge entstehen als definitive Formen *Endmoränen* nach längerem Gletscherstillstand oder nach kräftigem Gletschervorstoß vor dem endgültigen Rückzug aus dieser Eisrandlage (Ablationsendmoräne bzw. Stauchendmoräne). In eine Stauchendmoräne kann auch älteres Material aufgeschoben und mit eingearbeitet werden. Auch

bei längeren „Stillstandphasen“ bleibt die Abschmelzstelle schon aufgrund der jahreszeitlichen Temperaturschwankungen nicht ortsfest, sondern oszilliert, d.h. kurze Vorrück- und Rückzugsphasen wechseln sich ab.

Diese Oszillation, abgetrennte Toteisblöcke, sowie Umlagerungsprozesse von Moränenmaterial durch Schmelzwässer führen dazu, dass der Endmoränenkamm eine sehr unregelmäßige „Kuppen-und-Kessel-Landschaft“ (engl. „knob-and-kettle-topography“) bildet. Als sprichwörtlicher „Endmoränenwall“ wirkt er nur in seiner Gesamtheit. Da Talgletscher in Hochgebirgen schuttreicher als Inlandeisgletscher sind und in der Regel eine höhere Fließgeschwindigkeit aufweisen, können dort vergleichsweise hohe Endmoränenwälle aufgeschüttet werden (AHNERT 1996, S. 342).

Der Rückzug von maximalen Eisrandlagen wird von weiteren Stillstandphasen unterbrochen. Tritt dies mehrfach ein, so entstehen einige hintereinander gestaffelte Moränenwälle, die *Rückzugsmoränen* genannt werden (STAHLER/ STRAHLER 1999, S. 475). Die Bildungen werden dabei zum Zungenbecken hin immer jünger, da ein erneuter Vorstoß über einen bereits abgelagerten, älteren Wall hinaus diesen zerstören würde.

Im süddeutschen Raum erlangte die Darstellung der Rückzugsphasen des paradigmatisch ausgeprägten Inn-Chiemsee-Vorlandgletschers einen beispielgebenden Rang. Dort unterschied TROLL (1924, S. 37f) das Kirchseeoner, das Ebersberger, das Ölkofener und das Stephanskirchener Stadium. Bei allen süddeutschen Vorlandgletschern sind solche Rückzugsstufen nachweisbar, beim Rhein- und Illergletscher sogar neun (ERB 1931; SCHREINER 1970; HABBE 1985), beim kleinen Leitzach-Gletscher fünf (EROL 1968) und beim Tölzer Lobus mindestens vier Staffeln (GROTTENTHALER 1985; KALLENBACH 1964).

Nach dem Abschmelzen der Gletscherzunge kommt es auch zur Ablagerung des an der Sohle abgeschürften und mitgeführten Gesteinsmaterials. Die so entstandene *Grundmoränenlandschaft* besteht aus unregelmäßig verteilten niedrigen Kuppen und Senken. Typisch für den inneren Bereich von würmzeitlichen Grundmoränenlandschaften sind auch Toteisbildungen, Drumlins, Kames und Oser. Die drei letztgenannten Sonderformen werden aus didaktischen und logistischen Gründen (Streckenlänge) nicht in die geplante Exkursion mit einbezogen.

2.3.2 Zungenbecken

Von den äußersten Endmoränen zurückversetzt findet man eine zentrale Hohlform, das *Zungenbecken*. Während die Akkumulation zentripetal nach innen abnimmt, verstärkt sich in die gleiche Richtung die Tiefenerosion der Gletscherzunge aufgrund der zunehmenden

Eismächtigkeit. Durch den dicksten Teil der Gletscherzunge wurde im Zentralbereich das Zungenbecken ausgeschürft.

Nach dem Abschmelzen der Gletscher entstanden zunächst Moränenstauseen und schließlich *Zungenbeckenseen*. Beispiele hierfür sind beim Isar-Loisach-Gletscher entsprechend der vier Teilloben auch vier Zungenbeckenseen: Kirchsee, Wolfratshausener See, Starnberger See und Ammersee.

Die Zungenbeckenseen waren und sind postglazialen sedimentären, mineralogischen und biogenen Verlandungsprozessen unterworfen. Der Verlandungsprozess verläuft umso schneller, je größer die Sedimentfracht der Zuflüsse und je stärker die Zerschneidung der vorgelagerten Endmoränenwälle ist. So ist der Wolfratshausener See durch die Sedimentfracht der Isar, aber auch infolge der Zerschneidung des Endmoränenwalls durch die Isar bei Hohenschäftlarn bereits vollständig verlandet, während Kirchsee, Starnberger See und Ammersee noch als Gewässer existieren, wenn auch unterdessen in verkleinerter Form.

2.3.3 Glazifluviale Ablagerungen

Glazifluviale Prozesse, Ablagerungen und Formen durch *Schmelzwässer des Eises* treten im Zungenbereich, in der Nähe des Gletscherrandes und auch in größerer Entfernung von den Gletschern auf. Die Ablagerungen durch glaziale Schmelzwässer unterscheiden sich von Moränen hauptsächlich durch Korngrößensortierung und der sich daraus ergebenden Schichtung.

Glaziale Schmelzwässer treten bereits an der *Oberfläche und am Grunde der Gletscher* auf. Ihre Intensität und ihr Abflussgang hängt maßgeblich von der Temperatur ab. An der Unterseite von Gletschern entspricht die Temperatur der mittleren Jahrestemperatur der Luft oder liegt wegen geothermischer Wärmezufuhr sogar noch etwas höher. Bei positiver Jahresmitteltemperatur kann daher von einer ganzjährigen Wirksamkeit subglazialer Schmelzwässer ausgegangen werden (AHNERT 1996, S. 343; LOUIS/ FISCHER 1979, S. 416). Für das Hochglazial müssen jedoch für weite Teile kältere Gletscher angenommen werden (LOUIS/ FISCHER 1979, S. 468). Bei diesen ist nur im Sommer ein kontinuierlicher Abfluss möglich, wenn das Schmelzwasser genug Wärme von der Oberfläche mitbringt (AHNERT 1996, S. 343).

In Phasen geringer Eisbewegung ergeben sich durch Schmelzwässer geschichtete Ablagerungen auf oder zwischen zerfallenem Gletschereis. Nach dem Abtauen des Gletschers bilden sie isolierte Schutthügel, teils mit ebener Oberfläche. Man spricht von *Kames*. Zudem ergeben sich unter stagnierenden Gletschern stabile Abflussbahnen, die bei hohem Abfluss zum Ausschmelzen tunnelartiger Passagen führen. Die glazifluvialen Schotterfüllungen von Gletschertunneln bleiben nach dem Abschmelzen des Eises als lange, gewun-

dene, sich über die Umgebung erhebende Dämme erhalten. In der Geomorphologie wird dafür der Begriff *Oser* verwendet (AHNERT 1996, S.344f; LESER 1993, S. 156f).

Der Austritt des Eistunnels am Zungenende bildet dann ein *Gletschertor* (AHNERT 1996, S. 343f). Die zwei wirkungsvollsten Gletschertore des Tölzer Lobus befanden sich an der Stelle des heutigen Hackensees und südlich von Lochham.

Der zum Teil beträchtliche *Anteil glazifluvialen Materials in den Grundmoränen* ist primär auf subglaziale Schmelzwässer zurückzuführen.

Flächenhaft landschaftsprägend wirkten glazifluviale Prozesse in Form von *Sander- bzw. Schotterablagerungen* im eisfreien Bereich *vor den Endmoränen*. Dort wo die mit großen Mengen Geröll befrachteten Schmelzwässer aus dem Gletscher austraten, wurden Schwemmkegel aufgeschüttet, die sich zu Schwemmflächen zusammenschlossen. Aufgrund der kürzeren und steileren Transportstrecke sind diese Ablagerungen im Alpenvorland grobkörniger als die des Inlandeises in Norddeutschland. Das Analogon für die norddeutschen Sander sind im Alpenvorland die *Schotterflächen*. Ihr Gefälle und die enthaltenen Korngrößen nehmen mit zunehmender Entfernung vom Endmoränenwall ab. Auch wenn die Schotterkörper nur vor den Endmoränenwällen an die Oberfläche treten, so reicht die Entstehung der unteren Lagen weiter zurück. Ihre Schüttung begann bereits durch den vorstoßenden Gletscher unter Bildung der so genannten „Vorstoßschotter“. Von diesem Gletscher wurden sie bis zum Höchststand überfahren. „Sie strahlen nicht von den Endmoränen aus, sondern ziehen unter ihnen hindurch“ (HABBE 1989, S. 32).

Nach dem Zurückweichen der Gletscher von der Haupttrandlage wurden von den Rückzugsmoränen aus erneut Schotter abgelagert. Da der Ansatzpunkt dieser neuen Schotter vom Vorland weiter zurückversetzt liegt als der des vorhergehenden Schotters, wurden die alten Schotter in zunächst schmalen Bahnen, die sich nach außen verbreitern – man spricht von so genannten „Trompetentälchen“ (TROLL 1926, S. 170) - zerschnitten und teilweise ausgeräumt. Das Niveau der jüngeren „Rückzugs“-Schotterterrassen ist nahe der Eisrandlage demnach niedriger als das der älteren. Jeder Rückzugsmoräne kann durch Übergangskegel die entsprechende Schotterterrasse zugeordnet werden. Dabei beschränkten sich die Schmelzwässer bei jedem weiteren Gletscherrückzug zunehmend auf immer weniger Abflussbahnen.

Die Schmelzwasserströme vereinigten sich schließlich in einer Sammelrinne, dem *Urstromtal* und wurden in diesem zum Vorfluter geleitet. Da im Alpenvorland die generelle Geländeabdachung mit der des Gletschervorstoßes übereinstimmend nach Norden gerichtet ist, liegt das Urstromtal mit dem Donautal relativ weit vom ehemaligen Eisrand entfernt.

In Norddeutschland ist die allgemeine Geländeabdachung entgegen der Fließrichtung des Eises nach Norden gerichtet. Deshalb verlaufen dort die Urstromtäler mehr oder weni-

ger parallel zum jeweiligen Eisrand, quasi als periphere Umfließungsrinnen. Häufig werden Sammelschmelzwasserrinnen nur dann als Urstromtäler bezeichnet, wenn sie als periphere Umfließungsrinnen den Eisrand markieren. So sind etwa in der Karte zu den Oberflächenformen Deutschlands (LIEDTKE/ MARCINEK 1995, S. 129) nur in Norddeutschland Urstromtäler eingezeichnet.

Die Entwässerung der süddeutschen Vorlandgletscher erfolgte aufgrund der Geländeabdachung meist zentrifugal. Damit gab es im Alpenvorland keine eisrandnahen Urstromtäler (WILHELMY 1992, S. 103). Allerdings haben sich vor Rückzugsmoränen oft *periphere Umfließungsrinnen* gebildet, da dort der zentrifugale Abfluss durch den vorgelagerten älteren Moränenwall in weiten Teilen verhindert wurde.

2.3.4 Glaziale Serie

Zusammenfassend ergibt sich eine *charakteristische Abfolge von Landformen* im Bereich ehemaliger Vorlandvergletscherung von innen nach außen: *Grundmoränenlandschaft mit Zungenbecken* → *Endmoränengürtel* → *Schotterflächen mit Urstromtal*.

Diese regelhafte räumliche Anordnung glazialer und glazifluvialer Formen ist typisch für Gebiete ehemaliger Vorlandgletscher. Sie wird auf PENCK/ BRÜCKNER (1901/ 1909, S. 16ff) zurückgehend als „*glaziale Serie*“ bezeichnet. Inzwischen wird der Begriff auf alle glazialen Formen vom Gletscherursprung im Kar bis zu den Schotterablagerungen der Schmelzwasserflüsse im Vorland ausgedehnt (LESER 1993, S. 146).

Schotterablagerungen und Endmoränenwälle werden zuweilen unter dem Begriff „*Außenraumformen der Eisrandlagen*“ zusammengefasst (LOUIS/ FISCHER 1979, S. 443ff).

In den *präwürmzeitlichen Glazialen* wurden ebenfalls alle Formen der glazialen Serie gebildet, allerdings ist ein Großteil dieser Ablagerungen in nachfolgenden Kaltzeiten wieder ausgeräumt oder überdeckt worden. Eine Besonderheit im Bereich der glazifluvialen Ablagerungen wurde dabei schon von PENCK als Grundlage seiner Eiszeitgliederung benutzt: Das räumliche nebeneinander der Ablagerungen, die keinen „normalen“ geologischen Schichtstapel von den älteren zu den jüngeren von unten nach oben bilden. Durch die fortschreitende Eintiefung der Abflussrinnen weisen die jüngsten Schotteroberflächen das niedrigste Niveau auf (HABBE 1989, S: 28f).

Alle dem Hochstand einer Eiszeit zugehörigen Schotterflächen laufen in einiger Entfernung vom äußersten Moränengürtel auf einem einzigen Hauptschotterfeld zusammen (PENCK 1901/ 09, S. 13ff; HABBE 1995, S. 447). Die Existenz mehrerer solcher übereinander gestaffelter Schotterfelder gilt als Zeugnis weiterer Eiszeiten (vgl. Kap. 2.1).

Im Exkursionsgebiet ist das Niveau rißeiszeitlicher Schotterflächen dort, wo sie nicht ausgeräumt wurden, höher als das der würmzeitlichen Schotteroberflächen. Entsprechend spricht man von *Hochterrassen* und *Niederterrassen*.

Die von dieser Regel abweichende Lagerung in weiten Teilen der Münchner Ebene wird entweder durch eine tektonische Senkung (JERZ 1993, S. 27), durch die Stauwirkung der sich tektonisch heraushebenden „Landshuter Schwelle“ (SCHAEFER 1968) oder durch die glaziale Verbauung tiefergelegener, ostwärts gerichteter Ur-Isartäler im Alt- und Mittelpleistozän (BADER 1982) erklärt.

Die Ausdehnung der Gletscher in den verschiedenen Eiszeiten war unterschiedlich. So hatte der Isar-Loisach-Gletscher während der Riß-Eiszeit seine größte Ausdehnung. Deshalb liegen die Endmoränen des Würm-Glazials u.a. auf den Grundmoränen des Riß-Glazials. An die Jungmoränenzone schließt sich nach außen der Gürtel der Altmoränen mit den Hochterrassen an, soweit sie nicht von würmzeitlichen Schmelzwässern ausgeräumt wurden. „Die zutage liegenden glazialen Aufschüttungen des Isar-Loisach-Gletschers sind – einfacher als bei allen anderen Vorlandgletschern – nur in rißzeitliche Alt- und würmzeitliche Jungmoränen zu gliedern.“ (HABBE 1995, S. 468).

Die aus dem Rißglazial stammenden *Altmoränen* wurden während des Würmglazials durch periglaziale Solifluktion stark abgeflacht und vor allem im an die Jungmoränen angrenzenden Bereich von Flugsand bedeckt, der durch Verwitterung in Lößlehm umgewandelt wurde. Daneben sind die Altmoränen durch einen ausgeprägten Verwitterungshorizont aus dem Riß-Würm-Interglazial von den Jungmoränen zu unterscheiden (GROTENTHALER 1985, S. 54f).

Von jeder Eiszeit sind nur diejenigen Moränen an der Oberfläche erhalten, die jeweils während des Maximalstandes und den folgenden Rückzugsstadien abgelagert wurden. Vollständig und weitgehend in ihrem ursprünglichen Relief sind diese nur aus der jüngsten Eiszeit, dem Würmglazial erhalten. Das heutige Oberflächenrelief verkörpert also nur einen schmalen Abschnitt des gesamten Eiszeitalters. Eine eindeutige Differenzierungsmöglichkeit präwürmzeitlicher Quartärablagerungen wie etwa im Iller-Lech-Gebiet (RÖGNER 1980; SCHÄFER 1995) liegt im Untersuchungsgebiet nicht vor.

Insgesamt wurden drei Viertel der Oberflächenformen des Alpenvorlandes im Pleistozän geschaffen (HABBE 1989, S. 27). Bis zu den äußeren Endmoränen der Würmeiszeit bestehen diese Formen an der Oberfläche fast ausschließlich aus jungpleistozänen Ablagerungen. Erst davor werden mittel- und altpleistozäne Bildungen landschaftsprägend.

Das In- und Übereinander von jung-, mittel- und altpleistozänem Formenschatz ist typisch für alle Gebiete mit mehrfacher Vereisung und kann als *multiglaziale Serie* (AHNERT 1996, S. 350) bezeichnet werden.

2.4 Spezielle Ausprägungen im Tölzer Lobus

2.4.1 Kartengrundlagen und Quellensituation

Das Exkursionsgebiet umfasst die peripheren Endmoränenwälle im N und NE des Tölzer Lobus einschließlich der außen anschließenden ribeiszeitlichen Ablagerungen mit den würmeiszeitlichen Schotterflächen sowie den innen anliegenden Zungenbeckenbereich.

Es wird in der Topographischen Karte von Bayern 1:25 000 von den Gradabteilungsblättern 8136 Holzkirchen und 8135 Sachsenkam erfasst.

Dieses Gebiet oder Teile davon waren immer wieder Gegenstand geologischer, bodenkundlicher und hydrogeologischer Untersuchungen, oft als Teilregion von großräumig angelegten Studien.



Abb. 2-2: Würmzeitliche Moränenwälle (rot) und Moränenstauseen (blau) des Tölzer Lobus (Ausschnitt aus der Karte 1:150 000 des Isar-Loisach-Gletschers von ROTHPLETZ 1917).

Das trotz seines kleinen Maßstabes 1:250 000 erstaunlich detaillierte „Übersichtskärtchen der Gegend von München“ (AMMON 1894) reicht im S leider nur bis zum Altmoränengürtel bei Otterfing.

Die älteste geologische Kartierung des gesamten Tölzer Lobus stammt von AIGNER (1910, 1913), der die Gegend um Bad Tölz im Maßstab 1:100 000 aufgenommen hat. Seine Ausführungen entstanden unter der Auf-

fassung des Monoglazialismus, wodurch die Karte eher historischen Wert besitzt.

Eine überaus anschauliche geomorphologische Kartierung der Moränenwälle des gesamten Isar-Loisach-Gletschers wurde von ROTHPLETZ (1917, Tafel 10) im Maßstab 1:150 000 vorgelegt. Sehr deutlich kommt darin die idealtypisch gestaffelte Moränenabfolge im Tölzer Lobus zum Ausdruck (Abb. 2-2).

Den folgenden Ausführungen liegen hauptsächlich die beiden jüngsten Kartierungen zugrunde:

- Eine handkolorierte Karte im Maßstab 1:50 000 für den Bereich des würmzeitlichen Isargletschers nördlich von Bad Tölz (KALLENBACH 1964), sowie
- die Geologische Karte von Bayern 1:25 000 mit dem Blatt 8136 Holzkirchen und den zugehörigen Erläuterungen (GROTTENTHALER 1985).

Letztere erfasst jedoch nur etwa zwei Drittel des Exkursionsgebietes. Für das westlich anschließende Blatt 8135 Sachsenkam liegt keine geologische Kartierung vor. Das südlich anschließende Blatt 8236 Tegernsee der Geologische Karte von Bayern 1:25 000 (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1966) erfasst lediglich den südöstlichen Teil

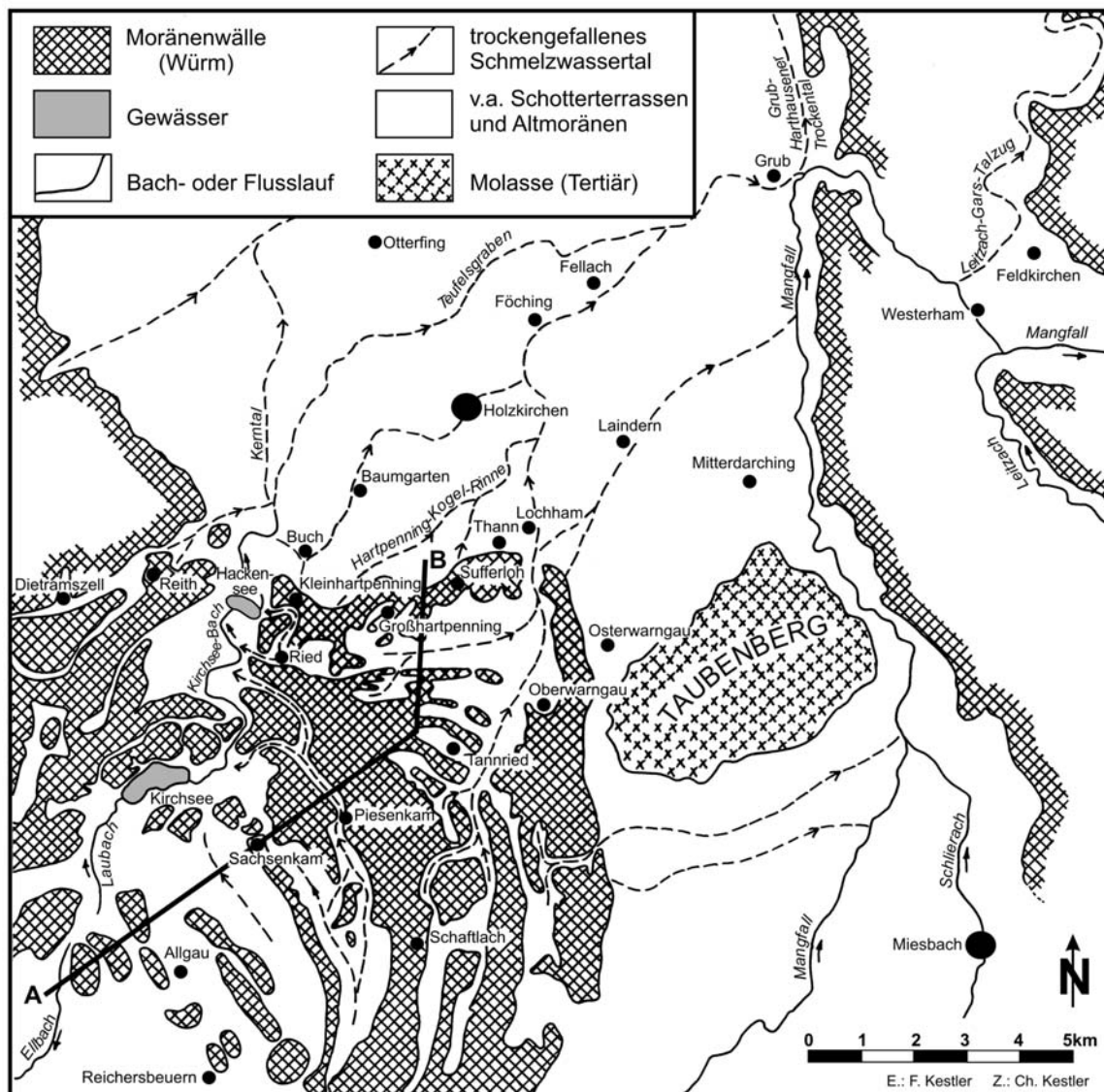


Abb. 2-3: Orientierungskarte zu den in den Ausführungen verwendeten Ortsangaben. Das Profil zum Profilschnitt A-B ist in Abb. 2-6 dargestellt (unter Verwendung der Topographischen Karten von Bayern 1:50 000 Blatt L8134 Wolfratshausen und L8136 Holzkirchen/ BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT 1973 sowie GROTTENTHALER 1985 und KALLENBACH 1964).

des Tölzer Lobus, welcher im Zuge der Exkursion nicht berührt wird.

Ergänzende Informationen werden der Standortkundlichen Bodenkarte von Bayern 1:50 000 Blatt Nr. L 8134 Wolfratshausen (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1986a) und Blatt Nr. L 8136 Holzkirchen (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1986b) entnommen, welche auch diejenigen Teile der Exkursionsstrecke abdecken, für die keine amtliche geologische Karte im Maßstab 1:25 000 vorliegt.

Zu einigen wichtigen Bereichen konnten aus speziellen Publikationen wertvolle Zusatzinformationen integriert werden: Raum Holzkirchen (LEBLING 1959), Toteisfluren bei Sachsenkam (GAREIS 1978), Teufelsgraben (SCHUMACHER 1981) sowie zur Flussgeschichte (GROTTENTHALER 1997).

Zur Erleichterung der Orientierung sind die in den nachstehenden Ausführungen verwendeten Ortsangaben in einer Karten zusammengefasst dargestellt (Abb. 2-3).

2.4.2 Überblick

Der Tölzer Lobus ist mit Abstand der *kleinste Teillappen des Isar-Loisach-Gletschers*. Er ist vom Alpenrand gerechnet nur etwa 18 km ins Vorland vorgestoßen, während der Ammerseelobus ca. 40 km Länge erreichte. Der Grund ist im räumlich begrenzten lokalen Einzugsgebiet und in der mangelnden Eiszufuhr aus dem alpinen Eisstromnetz über Transfluenzpässe zu suchen. Nur eine Abzweigung der Achenseetransfluenz und ein geringer Anteil der Seefelder Transfluenz, der den Weg über das obere Isartal oder die Jachenau fand, konnten für Eiszufluss aus dem Inntal sorgen (vgl. Abb. 2-1).

Der Eisstrom des Tölzer Lobus wurde vom mächtigen Wolfratshausener Lobus *nach NE abgedrängt*. Unterstützt wurde diese Tendenz von einer nordöstlichen, präglazialen Geländeabdachung, wie sie TROLL (1924, S. 34) auch für den Inn-Gletscher voraussetzt. Für den gesamten Süden der Münchner Ebene wurde eine allgemeine Abdachung der Tertiäroberfläche nach NNE festgestellt (FELDMANN 1991, S. 28). Der Tölzer Lobus stieß aus südwestlicher Richtung kommend bis Großhartpenning im N und bis zum Taubenberg im E vor.

Die *Eismächtigkeit* lässt sich aus der Höhenlage der hinterlassenen Endmoränen berechnen. Diese Moränen liegen bei Bad Tölz auf etwa 1140 m ü. NN und damit ca. 450 m über dem heutigen Talboden. Eine Verknüpfung mit der Höhenlage der Schindelbergmoräne (805 m ü. NN) ergibt ein Gefälle der Gletscheroberfläche von ca. 3%. Es kann demnach im Zungenbereich des Tölzer Lobus eine mittlere Eismächtigkeit von 300 bis 450 m angenommen werden (KALLENBACH 1964, S. 29f).

Das „Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands“ weist für das Gebiet zwei naturräumlichen Großeinheiten aus: Das „*Voralpine Hügel- und Moorland*“, das

weitgehend den bewegten Formen der würmeiszeitlichen Vorlandvergletscherung entspricht. Das gleichförmigere Hügelland der Altmoränen wird zusammen mit den glazifluvialen Schotterfeldern zu den „*Isar-Inn-Schotterplatten*“ zusammengefasst (MEYNEN et al. 1962, S. 77 und S. 109). Die letztgenannte Reliefeinheit erreicht südöstlich von Holzkirchen am Taubenberg ihren südlichsten Punkt.

Der „Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland“ (LIEDTKE/ MÄUSBACHER 2003, S. 59) weist für das Gebiet drei Reliefeinheiten aus:

- Das „*seenreiche Jungmoränengebiet mit Eisrandlagen*“,
- die „*flachwellige Altmoränenlandschaft*“ und
- die „*terrassierten quartären und holozänen Schotterfluren, teilweise mit Löß bedeckt*“.

2.4.3 Präquartäre Bildungen

Der präquartäre Untergrund besteht aus *tertiären Molassesedimenten*, die hauptsächlich vom sich im Süden heraushebenden Alpenkörper stammen. Die Mächtigkeit dieser Sedimente nimmt nach Süden zu und erreicht am Alpenrand 5000 m (GROTTENTHALER 1985, S. 12).

Die südlichen Teile der Beckenfüllung wurden von alpinen Faltungsprozessen erfasst. Die dadurch geschaffene *Faltenmolasse* bildet ab einer Linie südlich des Taubenberges den Untergrund. Die Linie verläuft dort etwa durch Tannried und Reisach (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1985b). Die Faltenmolasse ist lediglich im Mangfall- und Schlierachtal aufgeschlossen.

Die nördlich anschließende *Vorlandmolasse* besteht aus horizontal liegenden Kiesen, Sanden und Mergeln der Oberen Süßwassermolasse (Miozän). Sie wurde am Südrand etwas aufgebogen, so dass die Schichten des Taubenberges flach nach Norden einfallen.

Landschaftsprägend treten Tertiärschichten in der unmittelbaren Umgebung nur am *Taubenberg* auf. Es handelt sich um grobkörnige Schuttfächer der oberen Süßwassermolasse, die resistenter gegenüber der Abtragung waren als die feinkörnigeren Sedimente der Umgebung. Die stufenförmig abgesetzten Hänge des Taubenberges resultieren aus der Wechsellagerung von Mergeln und Konglomeraten. Aufgrund seines Mittelgebirgsreliefs, seines feuchten Klimas und der Ausweisung als Trinkwasserschutzgebiet für die Stadt München ist das Taubenberggebiet fast vollständig bewaldet (GROTTENTHALER 1985, S. 8f, S. 12f und S. 20ff).

In allen übrigen Gebieten werden die Oberflächenformen von Quartärablagerungen geprägt.

2.4.4 Pleistozän

Bei allen Eiszeiten des Pleistozäns kam es zu glazialen und glazifluvialen Ablagerungen. Der Nachweis von Ablagerungen aus dem Mittel-, Alt- und Ältestpleistozän wird mit zunehmendem Alter der Sedimente schwieriger, da diese größtenteils ausgeräumt oder überdeckt wurden.

Im Exkursionsgebiet gelang bisher nur der Nachweis von Ablagerungen der letzten drei Eiszeiten Mindel, Riß und Würm. Für einzelne Vorkommen ist günzzeitliches Alter wahrscheinlich (GROTTENTHALER 1985, S. 44ff).

2.4.4.1 Prärißzeitliche Bildungen

Die Schotter und Moränen, die vor der Rißeiszeit abgelagert wurden, konnten bisher noch nicht stratigraphisch differenziert werden, weshalb man sie vorläufig unter dem Begriff „*Deckenschotter*“ zusammenfasst. Diese alt- oder sogar ältestpleistozänen Schichten nehmen den weitaus größten Teil der Gesamtmächtigkeit der pleistozänen Ablagerungen ein (GROTTENTHALER 1985, S. 44).

Sie sind als Konglomerate, sog. *Nagelfluhen* mit unterschiedlichem Verfestigungsgrad ausgebildet. Die Deckenschotter liegen nahezu flächendeckend unter den riß- und würmzeitlichen Sedimenten des Gebietes. Die Deckenschotter können gegen die hangenden Schichten durch Paläoböden abgegrenzt werden. Diese Mindel-Riß-interglazialen Verwitterungsbildungen greifen oft zapfenförmig mehrere Meter in die Oberfläche der Deckenschotter ein („geologische Orgeln“). Ein eindrucksvolles Bild dieser so genannten geologischen Orgeln im Deckenschotter bei Deisenhofen findet sich bei AMMON (1894, S. 117). Es entstand zu einer Zeit, als durch Steinbrüche häufig frische Geländeanschnitte freigelegt wurden.

Das gesamte Deckenschotterpaket erreicht bei Holzkirchen eine Mächtigkeit von 75 bis 80m. Nach Osten sinkt diese Mächtigkeit bis auf 30m im Mangfalltal ab (GROTTENTHALER 1985, S. 48).

Zutage treten diese Deckenschotter nur an den Talrändern. Sie gelten zum größten Teil als Bildungen der Mindeleiszeit. Im Exkursionsgebiet ist dies im Teufelsgraben sowie im unteren Baumgartner Trockental der Fall.

Die Eisfront blieb während der Mindeleiszeit wahrscheinlich hinter den späteren Vereisungen zurück.

2.4.4.2 Rißezeitliche Ablagerungen

In der Rißeiszeit ist der Isar-Loisach-Gletscher weiter vorgestoßen als in der Würmeiszeit. Deswegen sind die *Rißmoränen* den Würmmoränen in einem breiten Gürtel vorgelagert, dessen äußerster Rand etwa von Otterfing über Föching nach Schmidham am Taubenberg verläuft (Abb. 2-4).

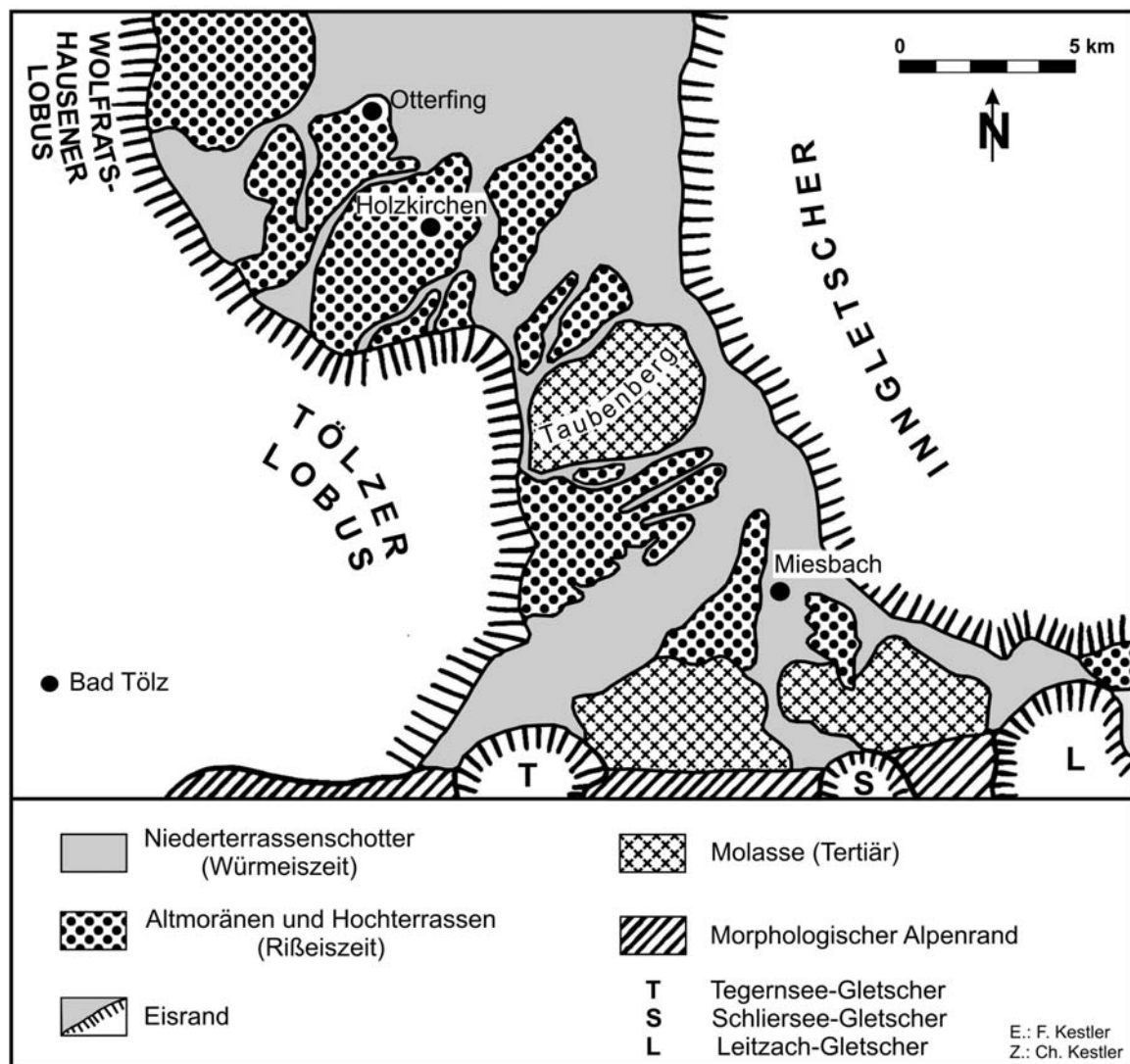


Abb. 2-4: Die Ausdehnung des Tölzer Lobus und der benachbarten Gletscherloben während des Würm-hochglazials sowie die Reste des vorgelagerten rißeiszeitlichen Altmoränen- und Hochterrassengürtels (unter Verwendung der Geologischen Übersichtskarte 1:200 000, Blatt CC 8734 Rosenheim/ BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE 1980).

Der äußerste Wall des Altmoränengürtels wird von SCHAEFER (1975) einer zusätzliche Eiszeit zwischen Mindel- und Rißeiszeit zugeordnet, die er Paareiszeit nennt (vgl. Kap. 2.1). Im Gebiet von Holzkirchen bestehen bisher keine zwingenden Gründe für die Annahme dieser zusätzlichen Vergletscherung (GROTTENTHALER 1985, S. 55).

Das Relief der Rißmoränen ist durch periglaziale Solifluktion in der Würmeiszeit stark eingeebnet. Die Oberfläche besteht aus Resten solifluidal verlagerten Riß-Würm-interglazialen Böden, die mit wechselnden Anteilen von würmzeitlichem Lößlehm vermischt sind. Die Mächtigkeit der Deckschicht kann einige Meter betragen. Die zahlreichen Wälle sind schwer miteinander zu verbinden. Sie sind zudem durch würmzeitliche Schmelzwassertäler zerschnitten.

Die Mächtigkeit der Altmoränen liegt in der Umgebung von Holzkirchen etwa zwischen 3 und 13 m. Sie liegen meist in sandig-kiesiger, relativ wasserdurchlässiger Form vor (GROTTENTHALER 1985, S. 54).

Die rißeiszeitlichen Schotter, die sog. „*Hochterrassenschotter*“ ragen östlich von Holzkirchen zwischen Fellach und Unterdarching sowie südwestlich von Mitterdarching über die würmeiszeitliche Niederterrasse. Sie bilden bei nagelfluhartigen Verfestigungen markante Terrassenstufen. Das Alter der Hochterrassenschotter wird aufgrund der Verknüpfung mit den Rißmoränen durch Übergangskegel belegt. Die Mächtigkeit der Schotter bewegt sich zwischen 5 und 15 m (GROTTENTHALER 1985, S. 55f).

2.4.4.3 Würmzeitliche Ablagerungen

2.4.4.3.1 Frühwürmzeitliche Ablagerungen

Bereits im Frühwürm begann im Bereich der eisfrei gebliebenen Landoberflächen die Ablagerung *äolischer Deckschichten*, besonders auf den Hochterrassenflächen und den leeseitigen Hängen der Altmoränen. Der feuchte Lößfaziesbereich ist durch entkalkten, mit Fremdmaterial durchsetzten Lößlehm gekennzeichnet (BRUNNACKER 1957; KALLENBACH 1965). Im Blatt 8136 Holzkirchen der Geologischen Karte 1:25000 werden alle Flächen ausgewiesen, auf denen die Lößlehmächtigkeit mindestens 0,6 m beträgt. Die Maximalmächtigkeit liegt bei 1 bis 2 m (GROTTENTHALER 1985, S. 57).

Die *Vorstoßschotter* werden im Allgemeinen als frühglaziale Schüttungen angesehen, auch wenn ihre oberen Teile ins Würm-Hochglazial zu stellen sind. Sie kündigen als Schmelzwasserablagerungen das herannahende Eis an, von dem sie anschließend überfahren werden. Solche Schotter sind unter den Würmmoränen des Tölzer Lobus seit langem bekannt (AIGNER 1910; S. 41 und 94). Bei Oberwarngau beträgt ihre Mächtigkeit nach Bohrbefunden ca. 11 m (GROTTENTHALER 1985, S. 58). In einer Kiesgrube westlich von Greiling konnten 7 m mächtige Vorstoßschotter aufgeschlossen beobachtet werden (KALLENBACH 1964, S. 30).

2.4.4.3.2 Würm-Moränen

Die Würmmoränen sind *als Reliefform ausgesprochen landschaftsprägend*. In der *Geologischen Karte 1: 25 000* werden zwei Reliefformengesellschaften unterschieden:

- Würmmoränen mit hügeligem Relief und Wallformen (Endmoränen) sowie
- Würmmoränen mit ausgeglichenem Relief und Senken (Grundmoränen).

Als weitere geomorphologische Elemente sind Schmelzwasserrinnen sowie Toteislöcher als Einzelformen enthalten.

Der oberflächennahe Bereich der Moränen kann sedimentologisch relativ einheitlich als „sandig-kiesig“ bezeichnet werden, wobei die Ton-Schluff-Fraktion mehr als 40% erreichen kann.

Lithofaziell wird im erhöhten Dolomitanteil in den Moränen das überwiegend kalkalpine Einzugsgebiet widergespiegelt. Der *Anteil kristalliner Geschiebe* ist im Tölzer Lobus noch geringer (0-3%) als in den benachbarten Gletscherloben des Isar-Loisach-Gletschers (5-15%), bei denen der Einfluss des transfluierenden Inntaleises größer war (GROTTENTHALER 1983, S. 19; JERZ 1993, S. 18; KALLENBACH 1964, S. 64).

Die *Mächtigkeit* des würmzeitlichen Moränenmaterials liegt im Gebiet zwischen Großhartpenning und Warngau zwischen 8 und 16m, wobei zu den Gletschertoren hin und an der Ostflanke die geringsten Mächtigkeiten auftreten (GROTTENTHALER 1985, S. 68).

Die *Altersabfolge der Endmoränenwälle* wird am deutlichsten durch die tief gestaffelten Rückzugsmoränen im Bereich der Mittelachse des Tölzer Lobus. Durch Gliederungen der Wallgruppen auf geomorphologischer Basis wurde versucht, einzelne Wallgruppen mit den klassischen Stillstandsphasen des Innegletschers (vgl. Kap. 2.3) zu parallelisieren. Allerdings fehlt bisher der generelle Nachweis für den synchronen Ablauf der Deglaziationsercheinungen. Vielmehr wird der Rückzug von lokal unterschiedlichen Reaktionen geprägt (GROTTENTHALER 1997, S. 404f).

Übereinstimmend wird die meist als Doppelwall ausgebildete *äußerste Endmoräne* von Hartpenning über Sufferloh und Warngau zum Höllersberg mit dem Kirchseeoner Stadium korreliert. Die Wälle werden mit „Moränen der Phase von Hartpenning“ (GROTTENTHALER 1985; S. 69 und Beilage 2) oder „Hartpenning-Höllersberger Wallgruppe“ (KALLENBACH 1964, S. 35ff und Geologische Manuskriptkarte 1:50 000) bezeichnet. Das typische ursprüngliche Querprofil von Endmoränenwällen mit steiler Innenseite und flacher Außenseite ist zwischen Großhartpenning und Sufferloh noch gut erhalten. Innerhalb des Exkursionsgebietes markieren *Hartpenning* im W und *Warngau* im E den Außenrand dieser Wallgruppe. Dieses Stadium wird hier mit *W1* bezeichnet (Tab. 2-1).

Der Außensaum der *ersten markanten Rückzugsmoräne*, die mit dem Ebersberger Stadium zu korrelieren ist, verläuft vom Schindelberg nordwestlich des Kirchsees über Tannried nach Staudach. Die „Moränen der Phase von Tannried-Staudach“ (GROTTENTHALER 1985; S. 69 und Beilage 2) enthalten vor allem im Ostflügel außerordentlich zahlreiche Toteiskessel, weshalb STEPHAN (1966; S. 177) vom „Staudacher Kessel-Wall“ spricht. In ihrem Ostteil verbreitert sich die Wallgruppe auf zwei bis drei Kilometer und gliedert sich in drei bis vier mehr oder minder getrennte Einzelwälle. Im Westteil gipfelt der Wall mit dem Schindelberg (805 m ü. NN) im höchsten Moränenwall östlich der Ammer. Letzterer bildet hier die Mittelmoräne zwischen Tölzer und Wolfratshausener Lobus (KALLENBACH 1964, S. 38). Für die Exkursion stellen *Schindelberg* und *Tannried* die entsprechenden Randmarkierungen für das hier *W2* genannte Stadium (Tab. 2-1).

Exkursionsrelevante Bezeichnungen	KALLENBACH 1964, S. 35ff	GROTTENTHALER 1985, Beilage 2
Hartpenning-Warngauer Wallgruppe (W 1)	Hartpenning-Höllersberger Wallgruppe	Moränen der Phase von Hartpenning
Schindelberg-Tannrieder Wallgruppe (W 2)	Schindelberg- Piesenkamer-Wallgruppe	Moränen der Phase von Tannried -Staudach
Kirchsee-Piesenkamer Wallgruppe (W 3)		Moränen der inneren Umrahmung des Kirchseebeckens
Sachsenkamer Wallgruppe (W 4)	Sachsenkamer Wallgruppe	Moränen der Sachsenkamer Wallgruppe
Allgau-Rückzugsmoränen (W 5)	Allgau-Rückzugsmoränen	Allgau-Rückzugsmoränen

Tab. 2-1: Übersicht zu den verwendeten Bezeichnungen für die würmzeitlichen Moränenwälle des Tölzer Lobus.

Getrennt von ausgeprägten peripheren Umfließungsrinnen, hier namentlich der Piesenkamer Umfließungsrinne, folgen als dritte Wallgruppe die „Moränen der inneren Umrahmung des Kirchseebeckens“ (GROTTENTHALER 1985; S. 70 und Beilage 2). Diese schmalere Wallgruppe ist lediglich nord- und südwestlich von Piesenkam deutlich ausgeprägt und zerfällt ansonsten in mehrere Einzelerhebungen. Dies dürfte auch der Grund sein, weshalb KALLENBACH (1964, S. 35 und 37f) diese Wallgruppe mit der vorgenannten zur „Schindelberg-Piesenkam-Wallgruppe“ zusammenfasst. Der Autor folgt der differenzierteren Gliederung von GROTTENTHALER, da die Phase, in der die Piesenkamer Umfließungsrinne in Betrieb war, eine markante Rückzugsphase markiert, die gut im Ge-

lände nachvollzogen werden kann. Die im Exkursionsgebiet durch den NW-Rand des Kirchsees und im E von Piesenkam markierte Wallgruppe wird mit W3 bezeichnet (Tab. 2-1; Abb. 2-5).

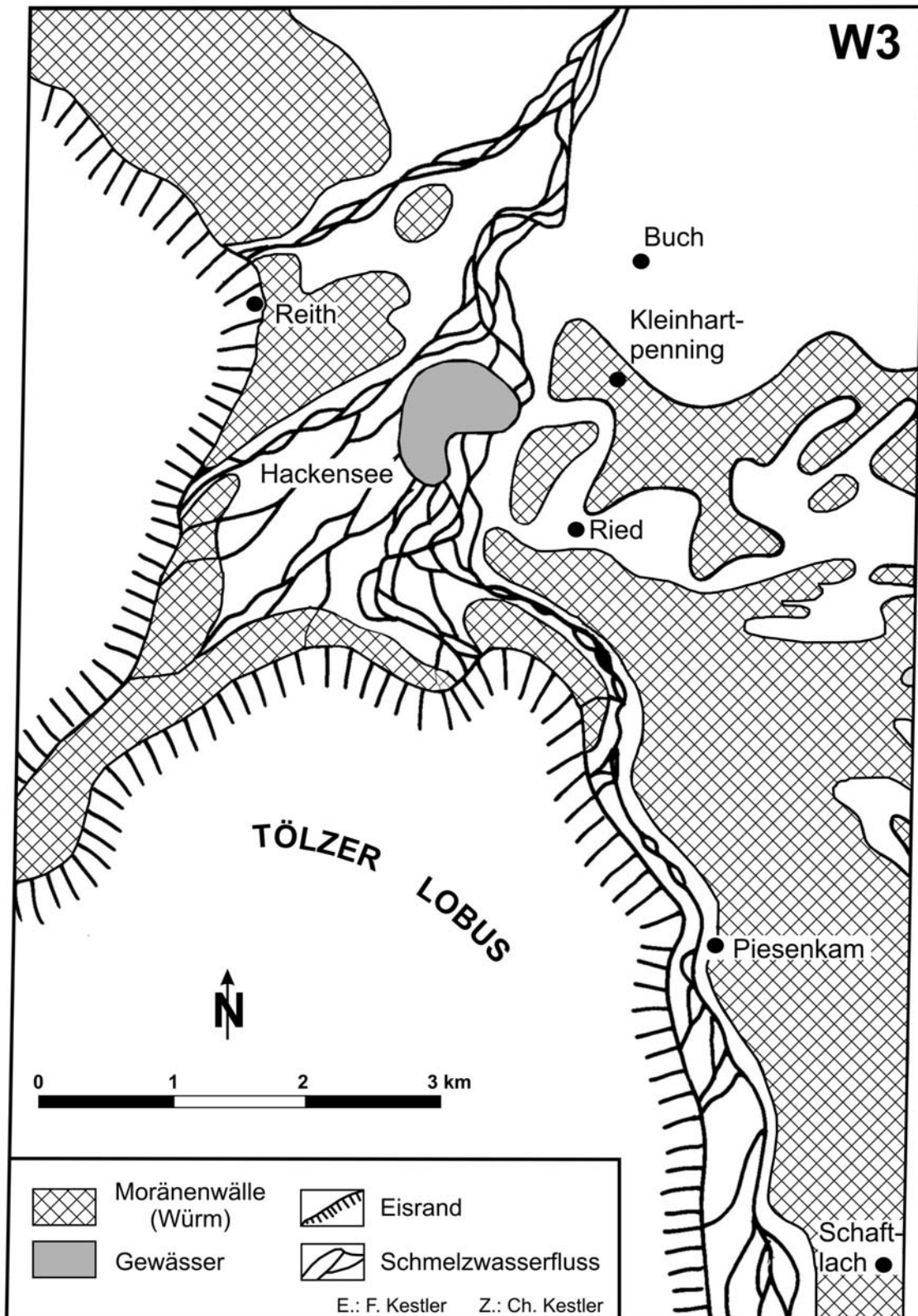


Abb. 2-5: Eisrandlage während des W3- Stadiums. Die durch den vorgelagerten (älteren) Moränenwall am zentrifugalen Abfluss gehinderten Schmelzwässer fließen über die periphere Piesenkamer Umfließungsrinne ab, bis sie den Teufelsgraben erreichen (Unter Verwendung von GROTTENTHALER 1985, KALLENBACH 1964 und SCHUMACHER 1981).

Die nächstjüngere Schmelzwasserrinne wurzelt in den „Moränen der *Sachsenkamer Wallgruppe*“ (GROTTENTHALER 1985, S. 70 und Beilage 2; KALLENBACH 1964, S. 36 und 38), auf der auch das Kloster Reutberg thront. Wir bezeichnen dieses Stadium mit *W4* (Tab. 2-1, Abb. 2-10). Die Unterschneidung der Außenseite des Walls durch Ausbildung einer Erosionskante südöstlich von Sachsenkam kann auf eine nachfolgend höhere Schmelzwasserführung in der vorgelagerten peripheren Rinne zurückgeführt werden, welche durch zusätzlichen Zulauf aus der Pforte von Marienstein erklärt werden könnte (KALLENBACH 1964, S. 34 und 46; GAREIS 1978, S. 56). Die Sachsenkamer Wallgruppe, die zusammen mit den beiden vorgelagerten Wallgruppen noch dem Ebersberger Stadium angehört (GROTTENTHALER 1985, Beilage 2), ist nur im E und NE des Tölzer Lobus ausgebildet. Vermutlich mündete die Gletscherzunge bereits direkt in den Moränenstausee der inneren Kirchseeumrahmung, weshalb dort keine Endmoränen gebildet werden konnten. Wo Endmoränen bestehen, bilden sie einen durchschnittlich 300 m breiten Wall, der von Sachsenkam Richtung Süden über 6 km durchgehend ausgebildet ist. Die Einstufung des Walls als Grundmoräne (GAREIS 1978, Fig. 7) dürfte deshalb ausscheiden.

Die schwach ausgeprägten, noch weiter zentripetal gelegenen *Allgau-Rückzugsmoränen* dürften dem Ölkofener Stadium entsprechen. Hier wird als Kurzbezeichnung *W5-Stadium* verwendet (Tab. 2-1, Abb. 2-11). Geprägt vom schnellen Eisrückzug bestehen sie nur aus einigen wenigen Einzelwällen mit besonderem Reichtum an Toteiskesseln.

Insgesamt wird durch den deutlich gegliederten Verlauf der einzelnen Wallgruppen im NE und E der Rückzug der Gletscherzunge besonders deutlich dokumentiert. Im Westen vereinigen sich diese Wallgruppen immer mehr, so dass sich im Übergangsbereich zum benachbarten Wolfratshausener Lobus keine deutlichen Gliederungsmöglichkeiten ergeben (vgl. Abb. 2-2 und 2-3).

Im Vergleich der *mittleren Höhen* bzw. der *mittleren Reliefenergie* belegt die äußere Hartpenninger Wallgruppe (*W1*) mit 730 m ü. NN bzw. 18,2 m nur die zweithöchsten Werte. Die Spitzenwerte werden in der Schindelberg-Piesenkam Wallgruppe mit 750 m ü. NN bzw. 24,3 m erreicht, während die Werte für die nach innen folgenden Wälle kontinuierlich abfallen (KALLENBACH 1964, S. 36f). Die Höhe der Wälle darf als Indikator für die Dauer der jeweiligen Stillstandsphasen gedeutet werden. Zusammenfassend werden die Wallgruppen der Stadien *W1* bis *W5* in einem Profil dargestellt (Abb. 2-6).

Da Indizien für einen relativ frühzeitigen Rückzug des Tölzer Lobus bestehen (SCHUMACHER 1981, S. 74f) und von der Schindelberg-Tannrieder Wallgruppe die Schotterterrasse des Hauptniveaus geschüttet wurde, ist es entgegen der Einordnung von GROTTENTHALER (1985, Beilage 2) denkbar, dass der Außensaum der letztgenannten Wallgruppe noch dem äußersten Kirchseeoner Stadium angehört.

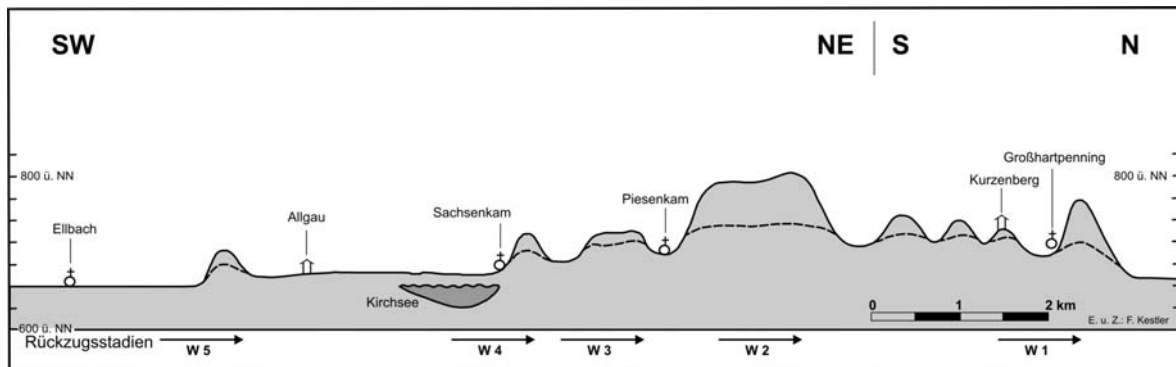


Abb. 2-6: Die Moränenwälle der Tölzer Lobus vom W1- bis zum W5-Stadium (Bezeichnungen vgl. Tab. 2-1). Die durchgezogene Linie verdeutlicht die maximal erreichten Höhen der betreffenden Wallgruppe. Die gestrichelte Linie repräsentiert die mittleren Höhen der Wälle. Das Profil ist 12,5-fach überhöht. Die Lage des Profilschnittes ist in Abb.2-3 eingetragen (unter Verwendung der Topographischen Karten Bayern 1:25 000, Blatt 8136 Holzkirchen, Blatt 8135 Sachsenkam und Blatt 8235 Bad Tölz/ BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT 2000, 1990a und 1990b; GROTTENTHALER 1985 und KALLENBACH 1964).

2.4.4.3.3 Würmzeitliches Zungenbecken

Bereits der Rückzug von der inneren Umrahmung des Kirchseebeckens ist durch *flächenhaftes Abschmelzen in vertikaler Richtung* und exzessiven Eiszerfall gekennzeichnet. Dieser rasche, nahezu katastrophale Einbruch der Eismassen tritt dann gehäuft auf, wenn die Gletschermächtigkeit einen Mindestwert unterschreitet. Verstärkt wurde die Tendenz dadurch, dass durch das generelle Einsinken der Eisoberfläche auch im Inntal der Eisnachschub über die Transfluenzpässe deutlich abnahm oder ganz ausblieb. Eine Folge des flächenhaften Niederschmelzens war die Abtrennung ganzer Gletscherzungen als Toteismassen, wie es u.a. auch für den Ammerseelobus angenommen wird (FELDMANN 1992, S. 57).

Im Zungenbecken des Tölzer Lobus, das heute von Kirchsee und den Kirchsee-Filzen eingenommen wird, blieb während des W4- und W5-Stadiums ein Moränenstausee mit einer kompakten Masse aus Beckentoteis zurück. Dieses verhinderte die rasche Auffüllung des Seebeckens (GAREIS 1978, S. 55; vgl. auch Abb. 2-9 und 2-10).

Die Verkleinerung des Kirchsees nach dem Abschmelzen des Beckentoteises wird im Zusammenhang mit der Tieferlegung des Teufelsgrabens wieder aufgegriffen (Kap. 2.4.4.3.5).

Die Lage der *Hauptvertiefung auf der Westseite* des Tölzer Lobus ergibt sich aus der Abdrängung desselben durch den westlich angrenzenden Wolfratshausener Lobus. Man darf davon ausgehen, dass es im Umfeld der Nahtstelle beider Loben aufgrund des Platzmangels zu einem gewissen Eisstau und entsprechender Eismächtigkeit gekommen ist. Die

höhere Eismächtigkeit im Westteil der Tölzer Lobus dürfte der Grund sein für die dort mächtigen Endmoränen, die Konvergenz der Rückzugsmoränenwälle und die stärkere Tiefenerosion. Begünstigt wurde die „Westlastigkeit“ des zentralen Zungenbeckens wohl durch eine Tiefenlinie, die in der darunter liegenden Tertiäroberfläche zwischen Kirchbichl und Kirchsee existiert (GROTTENTHALER 1985, Beilage 6).

Der südlich anschließende *Zungenbeckenbereich* ist mit leicht buckeligen bis fast ebenen *Grundmoränen* ausgekleidet. Im Gegensatz zur Endmoräne ist die Grundmoräne durch die Überlagerung des Gletschereises verdichtet worden. Am südlichen Rand des Zungenbeckens sind fächerförmig 15 *Drumlins* angeordnet. Sie weisen eine mittlere Länge von 490m und eine mittlere Breite von 200m auf, wobei die Höhen zwischen 2 und 12m schwanken. Als zweite Sonderform treten südlich von Reichersbeuern *oserartige Wälle* auf (KALLENBACH 1964, S. 32f und 41f).

2.4.4.3.4 *Würmzeitliche Schotterflächen*

Während des Hochglazials und im Zuge der Deglaziation des Gebietes wurden durch weitverzweigte und verflochtene Schmelzwassergerinne (engl. „braided rivers“) *ebene Schotterflächen* aufgebaut. Die Schotterflächen wurzeln in den einzelnen Moränenwallgruppen, durchziehen dann den vorgelagerten Altmoränengürtel um sich schließlich in der Münchner Schotterebene zu vereinigen. Das Höhenniveau der würmzeitlichen Schotterterrassen liegt in dieser eisrandnahen Lage unter dem der ribzeitlichen Hochterrasse und entspricht im Gegensatz zur restlichen Münchner Ebene noch den „normalen“ morphostratigraphischen Lagerungsverhältnissen. Die Bezeichnung *Niederterrassenschotter* ist hier demnach auch aufgrund der gebildeten Oberflächenformen nachvollziehbar (vgl. Kap. 2.3).

Anders als bei den Vorstoßschottern sind diese hangenden Schotter eindeutig mit der Endmoräne verbunden und streichen nicht unter ihr hindurch. Diese Verknüpfung konnte PENCK (1913, S. 79f) anhand einer damals südlich von Thann existierenden Kiesgrube im äußersten Endmoränenwall eindrucksvoll nachweisen. Es besteht also eine *Alterskorrelation zwischen den Schottern und den zugehörigen Moränen*.

Die *Mächtigkeit* der einzelnen Terrassen beträgt wenige Meter (z.B im Trockental von Laindern) oder sogar acht Meter (z.B. in Fellach und Oberwarngau). Generell nimmt nach N die Mächtigkeit zu und das Gefälle ab.

Im *lithofaziellen* Vergleich mit den benachbarten Schottern des Isar-Loisach-Gletschers und des Inngletschers spiegelt sich die in den Moränen festgestellte Differenzierung wider, wenn auch in abgeschwächter Form. Die Vermischung der Schmelzwasserströme aus dem Wolfratshausener und Tölzer Lobus ergab für die über den Teufelsgraben geförderten Schotter einen weniger hohen Karbonatgehalt (70-85%) als in den Schottern bei Laindern

und Warngau (85-95%), die ausschließlich Material des Tölzer Lobus führen (GROTTENTHALER 1985; S. 71ff und Tab 8).

Die *Altersabfolge* der Schotter lässt sich durch ein System von Terrassen bzw. Terrassengruppen rekonstruieren. Da die Schotter durch Übergangskegel an den verschiedenen Endmoränenwallgruppen ansetzen, können sie den entsprechenden Gletscherständen zugeordnet werden (Tab. 2-2).

Würmzeitliche Endmoränenwälle (Exkursionsrelevante Bezeichnungen, vgl. Tab. 2-1)	Zugehörige Niederterrasse (nach GROTTENTHALER 1985)	Schmelzwassertäler , die im jeweiligen Stadium letztmalig Wasser führten
Hartpenning-Warngauer Wallgruppe (W 1)	Oberste Niederterrasse W,G2 ₁	Hartpenning-Kogel-Rinne, Baumgartener Trockental, Bucher Rinne, Kerntal
Schindelberg-Tannrieder Wallgruppe (W 2)	Obere Niederterrasse W,G2 ₂	Laindener Trockental, Rieder Rinne
Kirchsee-Piesenkamer Wallgruppe (W 3)	Mittlere Niederterrasse W,G2 ₃	Warngauer/ Föchinger Tal, Piesenkamer Umfließungs- rinne, Rinne von Reith
Sachsenkamer Wallgruppe (W 4)	Untere Niederterrasse W,G2 ₄	Sachsenkamer Terrasse, Grub-Harthausener-Tal
Allgau-Rückzugsmoränen (W 5)	-	Teufelsgraben

Tab. 2-2: Chronologische Verknüpfung von würmglazialen Moränen mit Niederterrassen und Schmelzwassertälern im Tölzer Lobus.

Die sukzessive Rückverlagerung der Endmoränenstände bedingt ein niedrigeres Terrassenniveau für jüngere Schotterablagerungen. Die abnehmenden Schmelzwasserströme konnten dabei nur noch Teile des älteren Schotterpaketes ausräumen und konzentrierten sich zunehmend auf einige wenige Rinnen.

Im Bereich der Mangfall-Schlierach-Platte südlich des Taubenberges erkannte LEYY (1913) drei unterschiedliche Schotterniveaus mit einem jeweiligen Höhenunterschied von etwa zehn Metern. Die drei Niveaus wurden von STEPHAN (1966; S. 186f) obere, mittlere und untere Niederterrasse genannt.

In der Geologischen Karte von Bayern 1:25 000 werden im Blatt 8136 Holzkirchen *fünf Terrassenniveaus* unterschieden, indem das System nach oben und unten erweitert wurde: Die Oberste Niederterrasse W,G2₁, Obere Niederterrasse W,G2₂, Mittlere Niederterrasse

W,G2₃, Untere Niederterrasse W,G2₄, Terrassen bei Thalham und Holzolling W,G2₅ (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1985b). Letztere befinden sich außerhalb des Exkursionsgebietes.

Die *Oberste Niederterrasse W,G2₁* setzt an der äußersten Endmoränenrandlage bei Hartpenning an (W1-Stadium). Die Verknüpfung der Niederterrassenschotter mit dem Endmoränenwall wird zwischen Großhartpenning und Sufferloh durch gut erkennbare Übergangskegel sichtbar. Größere Flächen dieser ältesten Niederterrasse sind nur in unmittelbarer Nähe zur Haupttrandlage erhalten, so etwa in einer breiten peripheren Rinne vor dem Endmoränenwall zwischen Hartpenning und Sufferloh, die nach einer beim Kogel ansetzenden S-förmigen Windung nördlich von Marschall in das Föchinger Trockental mündet. In Abb. 2-3 und Tab. 2-2 ist dieses Tal mit *Hartpenning-Kogel Rinne* bezeichnet. Im gleichen Niveau liegt das *Baumgartener Trockental*, das bei Kleinhartpenning an der Endmoräne ansetzt und über Buch, Baumgarten, Flintspach quer durch ganz Holzkirchen (Thalbühel, Erlkammerstraße, Carl-Weinberger-Straße und Lindenstraße) verläuft um dann ebenfalls im Föchinger Trockental zu münden (Abb. 2-7). Am Beginn des Baumgartener Trockentales zweigt bei Buch ein Trockental, die sog. *Bucher Rinne* nach W ab. Es endet



Abb. 2-7: Baumgartener Trockental mit Flintspachstraße kurz vor Holzkirchen. Blickrichtung nach Westen. Aufnahme: F. Kestler am 31. Juli 2004, 8:15 Uhr.

nach knapp einem Kilometer 50m über der heutigen Talsohle des Teufelsgrabens. Nach dem Rückzug vom Maximalstand wurden die drei letztgenannten Abflussrinnen nicht mehr vom Schmelzwasser

erreicht und sind trockengefallen. Entlang der auch später noch benutzten Abflussrinnen - Teufelsgraben und Ländener Trockental - sind nur noch Terrassenränder der Obersten Niederterrasse erhalten. Zu diesem Zeitpunkt war auch noch das vom Teufelsgraben nach N abzweigende *Kerntal* in Betrieb, welches nach dem ersten Gletscherrückzug trockenfiel (Abb. 2-8).

Die *Obere Niederterrasse W,G2₂* wurde aufgeschüttet als die aktiven Schmelzwasserströme ihre größte Ausdehnung erreichten. Im Südteil der Münchner Schotterebene bildet die Oberere Niederterrasse das *Hauptniveau*, auf dem der Hofoldingener Forst steht, weshalb TROLL (1924, S. 46) den Namen „*Hofoldingener Stufe*“ einführte. Zu diesem Zeitpunkt

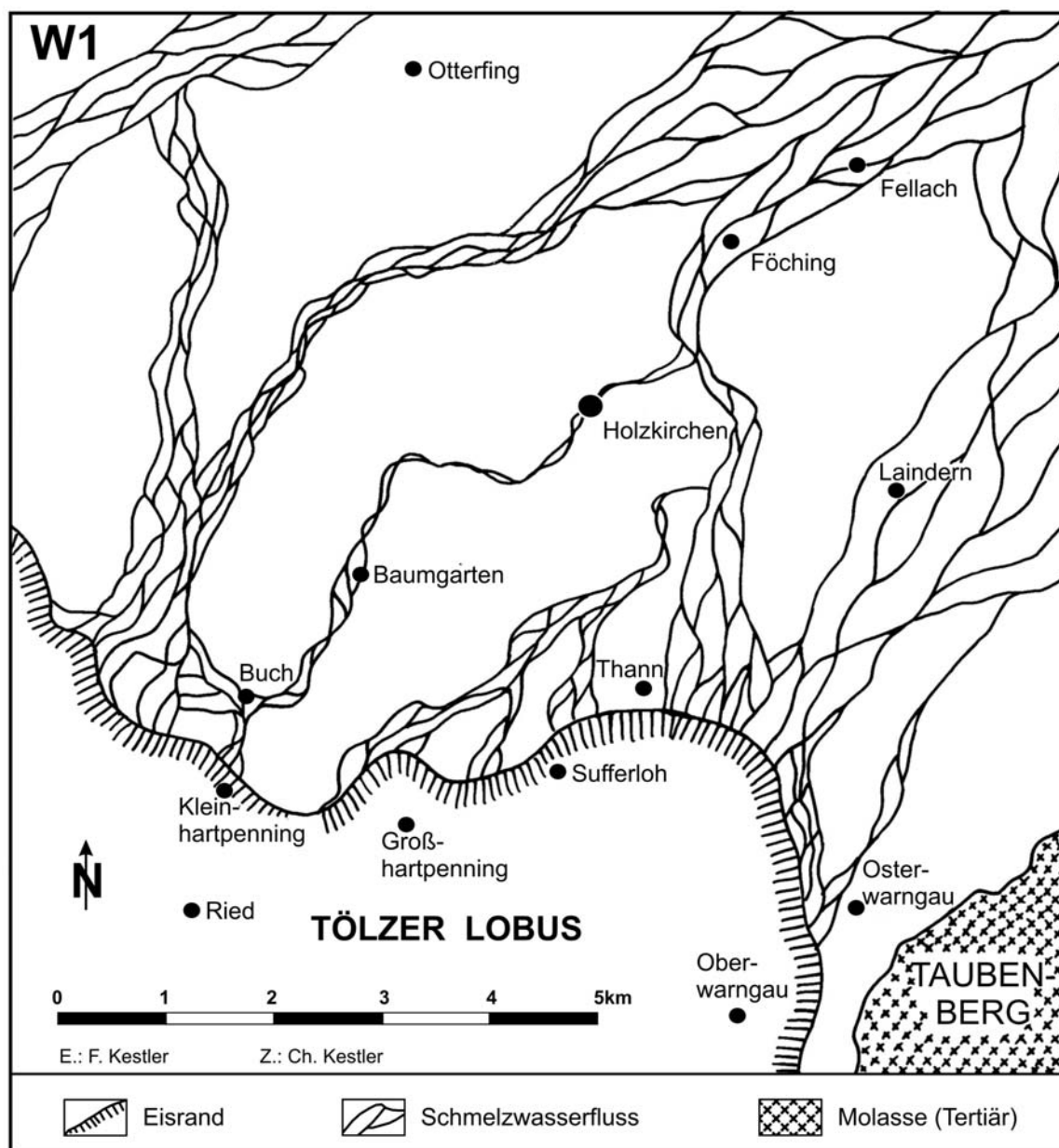


Abb. 2-8: Eisrandlage und Verteilung der Schmelzwasserströme während der maximalen Ausdehnung des Tölzer Lobus in der Würmeiszeit (W1-Stadium) (Unter Verwendung von GROTTENTHALER 1985, 1997; SCHUMACHER 1981 und der Topographischen Karten von Bayern 1:50 000 Blatt L8134 Wolfratshausen und L8136 Holzkirchen/ BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT 1973)

wurde südlich des Taubenberges das Vorfeld noch von der Hauptrandlage der Gletscher gestaltet, während nördlich des Taubenberges der Inngletscher ebenso wie der Tölzer Lobus bereits den äußersten Endmoränenwall verlassen hatte. Im Tölzer Lobus kann das Hauptniveau mit dem markanten Schindelberg-Tannried-Rückzugswall (W2-Stadium) verbunden werden. Größere Flächen der Hofoldinginger Stufe innerhalb der Hauptrandlage sind im Dreieck Oberwarngau, Sufferloh und dem ehemaligen Gletschertor südlich Lochham erhalten (Abb. 2-9).

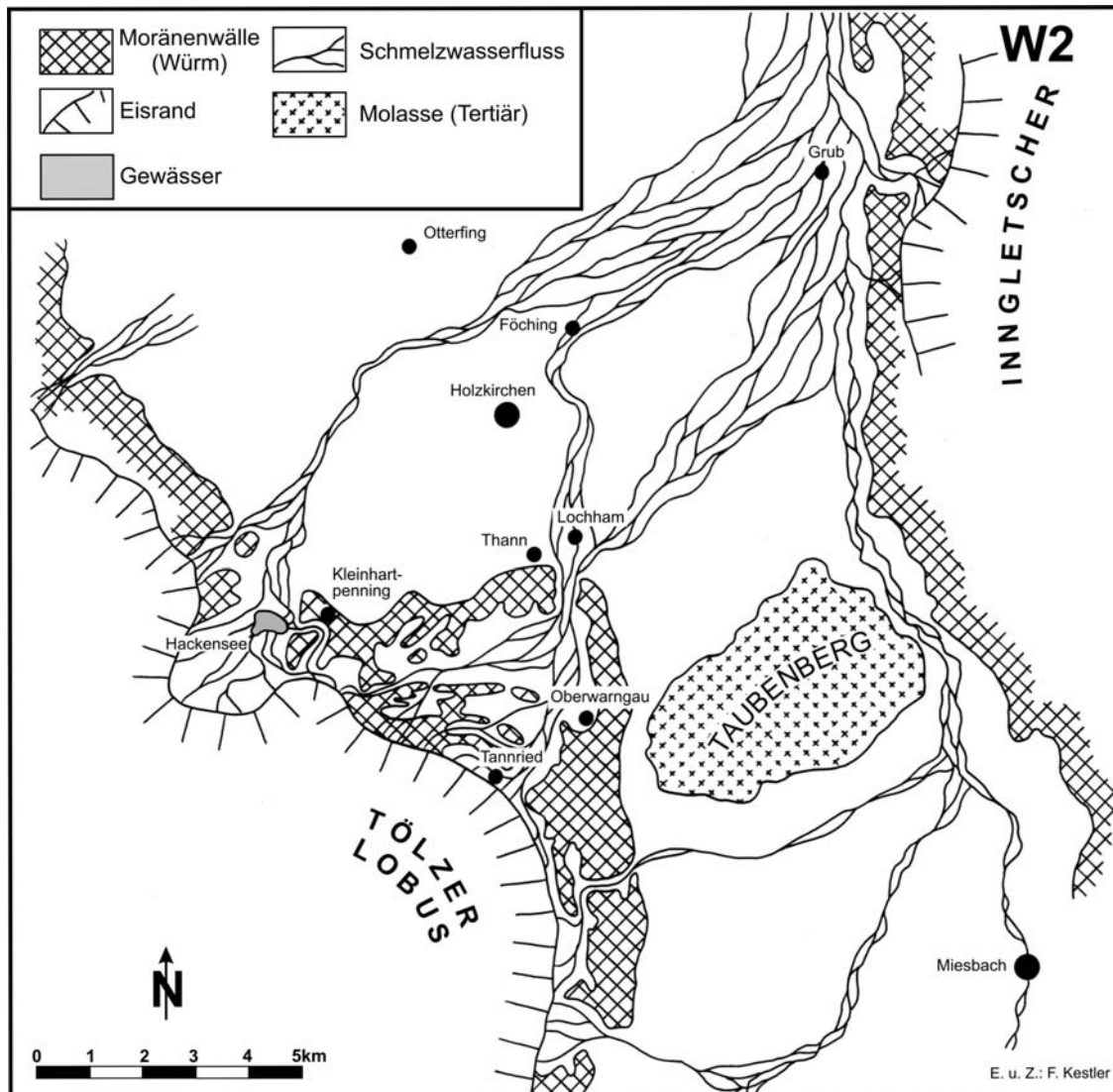


Abb. 2-9: Rückzug des Tölzer Lobus auf die Schindelberg-Tannrieder-Wallgruppe (W2-Stadium). Aufschüttung der Oberen Niederterrasse („Hauptniveau“ bzw. „Hofoldingner Stufe“ der Münchener Schotterebene) u. a. im Warngauer Tal (unter Verwendung von GROTTENTHALER 1985, KALLENBACH 1964, STEPHAN/ HESSE 1966 und der Geologischen Karten von Bayern 1:25 000, Blatt 8136 Holzkirchen und Blatt 8236 Tegernsee/ BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1985b und 1966)

Im östlichen Vorfeld des Tölzer Lobus finden sich Terrassenreste der Oberen Niederterrasse entlang des Warngauer/ Föchinger Tales. Im nordöstlich davon abzweigenden Laidener Trockental wird der Talboden vom Hauptniveau gebildet, weshalb dieses Tal mit der Bildung des nächstjüngeren tieferen Terrassenniveaus trockengefallen ist. Im Unterlauf des Laidener Tales zwischen Oberdarching und Teufelsgraben gliedert sich das Hauptniveau in zwei bis drei Stufen.

Im westlichen Vorfeld der Tölzer Lobus war nunmehr der Teufelsgraben die dominierende zentrifugale Abflussrinne. Er erhielt u.a. Zufluss aus dem Osten über eine zentrifugale Abflussrinne des Wolfratshausener Lobus, die *Rinne von Reith*. Aus westlicher Richtung mündete vom Tölzer Lobus kommend zunächst die *Rieder Rinne*, später bereits die nördli-

che Abgabelung der Piesenkamer Umfließungsrinne in den Teufelsgraben (SCHUMACHER 1981, S. 72ff).

Die *Mittlere Niederterrasse W, G₂* steht in genetischem Zusammenhang mit den Moränen der inneren Umrahmung des Kirchseebeckens (W3-Stadium, s. Abb. 2-5, S. 50). Vom NE-Teil des Tölzer Lobus flossen die Schmelzwässer bei Tannried in das *Warngauer Tal*, das östlich von Thann in einem „Trompetental“ in das *Föchinger Tal* übergeht. Die Mittlere Niederterrasse bildet hier den Talboden, womit das Warngauer/ Föchinger Tal im folgenden Rückzugsstadium trockenfiel. Im NW wurde der Teufelsgraben als Hauptabflussrinne von W über die *Rinne von Reith* bzw. von E über die *Piesenkamer Umfließungsrinne*

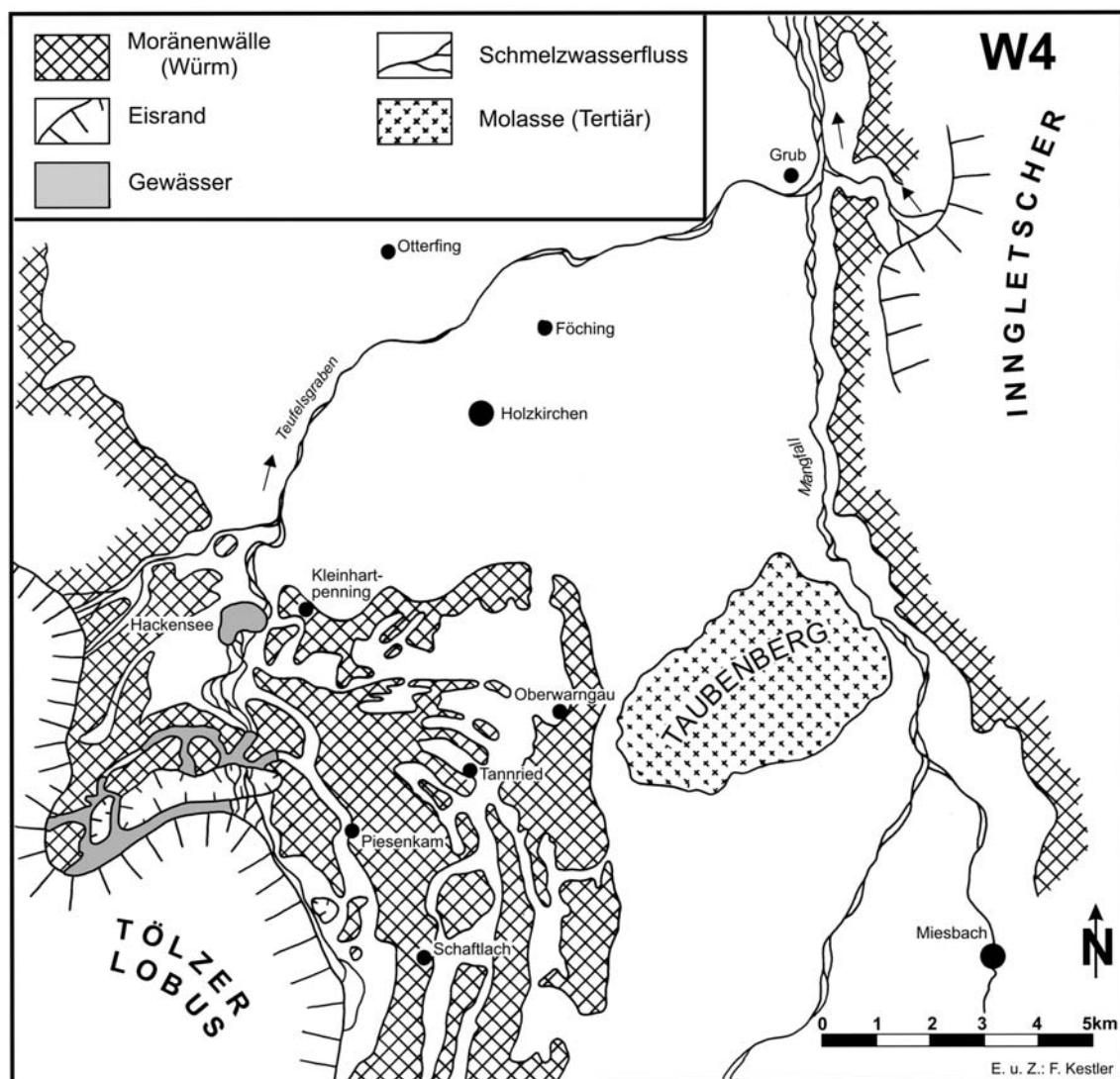


Abb. 2-10: Rückzug des Tölzer Lobus auf die Sachsenkamer Wallgruppe (W4-Stadium). Schmelzwasserabfluss nur noch über den Teufelsgraben, dessen Talboden zu diesem Zeitpunkt mit dem Niveau des Grub-Harthausener Tales korreliert (unter Verwendung von GAREIS 1978; GROTTENTHALER 1985, KALLENBACH 1964, SCHUMACHER 1981 und der Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 8136 Holzkirchen sowie der Standortkundlichen Bodenkarten von Bayern 1:50 000, Blatt L 8134 Wolfatshausen und Blatt L 8136 Holzkirchen/ BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1985b, 1986a, 1986b)

verstärkt, welche heute 20 m bzw. 30 m über der Sohle des Teufelsgrabens enden (SCHUMACHER 1981, S. 73f). Beide Zuflüsse fielen beim nächstfolgenden Rückzug trocken (vgl. Tab. 2-2).

Das tiefste Niveau der *Unteren Niederterrasse W₄G₂* wurzelt in den Moränen von Sachsenkam (W4-Stadium). Diese Rinne ist östlich der Sachsenkamer Wallgruppe als etwa 2 km breite östliche *Sachsenkamer Terrasse* ausgebildet. Die Breite der Terrasse weist bereits auf ein rasches Niederschmelzen der Gletscherzunge hin, das mit exzessiven Eiszerfall und zahlreichen Toteisbildungen verbunden war. Entsprechend sind Toteisfluren für die Sachsenkamer Terrasse typisch, im Gegensatz zur älteren Piesenkamer Umfließungsinne. Die Entwässerungsbahn war Richtung N zum Teufelsgraben gerichtet. Da die Terrasse zwischen Reutberg und Babenberg aussetzt, muss angenommen werden, dass dort die Entwässerung direkt über einen Toteisrest hinweg führte (GAREIS 1978, S. 54ff, Fig. 7 und 12; vgl. auch Abb. 2-10).

Terrassenreste der Unteren Niederterrasse sind entlang des Teufelsgrabens erhalten, während im *Grub-Harthausener-Trockental* von diesem Niveau die Sohle gebildet wird. In diesem Rückzugsstadium wurden demnach die peripheren Schmelzwasserströme nur noch über den Teufelsgraben abgeführt. Diese vereinigten sich bei Grub mit der (Ur-)Mangfall und entwässerte nach Norden über das Grub-Harthausener-Trockental, das als Sammelrinne noch in Betrieb war. Der Talboden des Teufelsgrabens lag also zu diesem Zeitpunkt im Niveau der heutigen Sohle des Grub-Harthausener-Trockentales (GROTTENTHALER 1985, S. 79).

Die enge Verbindung der Schotterterrassen mit den Endmoränenwällen wird auch dadurch bestätigt, dass die Differenz zwischen den mittleren Höhen sowohl bei den Schotterflächen als auch bei den Endmoränen in Richtung des Gletscherrückzugs immer kleiner wird (KALLENBACH 1964, S. 44).

2.4.4.3.5 Teufelsgraben

Die *Umformung des Teufelsgrabens zu seiner heutigen Gestalt* ist eng mit der Flussschicht der Mangfall verbunden.

Der aktuelle Talboden des Teufelsgrabens liegt bei Grub etwa 40 m unter der Sohle des Grub-Harthausener-Trockentals, so dass sich die Frage nach dem Grund für die erhebliche nachfolgende Eintiefung stellt.

Entscheidend war die *Phase des Gletscherrückzugs von der Sachsenkamer Wallgruppe (W4-Stadium) auf die Allgau-Rückzugsmoränen (W5-Stadium)* (Abb. 2-10 und 2-11). Der Tölzer Lobus speiste ebenso wie das abschmelzende Toteis den im Kirchseebecken entstandenen Moränenstausee, der über den Teufelsgraben abfloss.

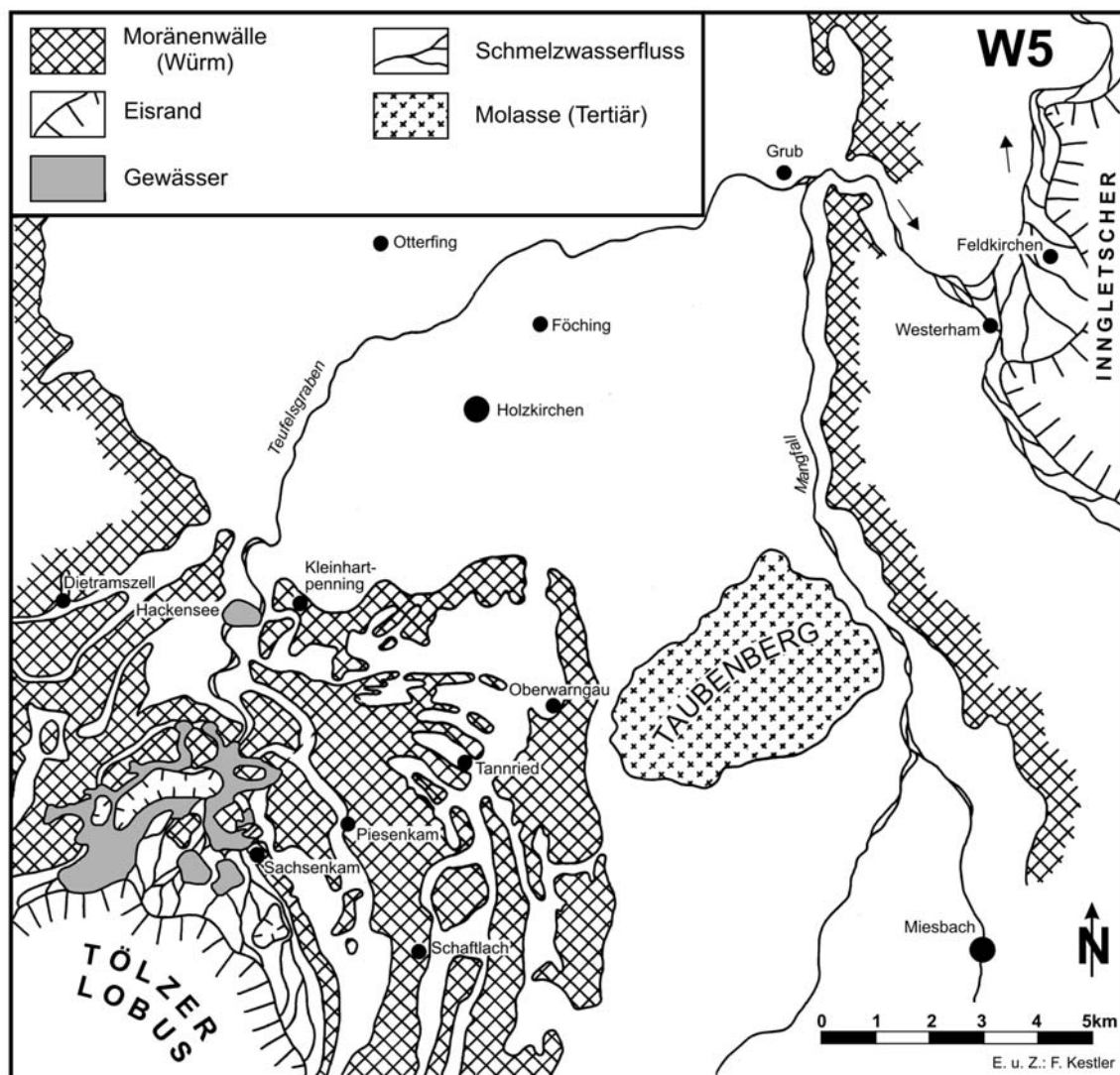


Abb. 2-11: Rückzug des Tölzer Lobus auf die Allgau-Moränen (W5-Stadium). Durch den gleichzeitigen Rückzug des Inn-gletschers wurde die Mangfallumlenkung ermöglicht. Die dadurch erfolgte Absenkung der Erosionsbasis auf den Leitzach-Gars-Talzug führte u.a. zur erheblichen Eintiefung des Teufelsgrabens. (unter Verwendung von GAREIS 1978; GROTTENTHALER 1985, KALLENBACH 1964, SCHUMACHER 1981 und der Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 8136 Holzkirchen sowie der Standortkundlichen Bodenkarten von Bayern 1:50 000, Blatt L 8134 Wolfatshausen und Blatt L 8136 Holzkirchen/ BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1985b, 1986a, 1986b)

Gleichzeitig führte der Rückzug des Inn-Gletschers auf das Ölkofener Stadium - das dem W5-Stadium des Tölzer Lobus gleichzusetzen ist (GROTTENTHALER 1985, Beilage 2) - durch die Freigabe des tiefer gelegenen Leitzach-Gars-Talzuges (TROLL 1924, S.43ff) zu einer Änderung der Gefällsverhältnisse. Da bisher eine zentrifugale Abflussrinne des Inn-Gletschers mit umgekehrter Laufrichtung bei Grub in die Ur-Mangfall mündete, musste zunächst noch eine Schwelle ins Leitzach-Gars-Talsystem überwunden werden. Wegen der unbedeutenden rückschreitenden Erosion wird ein Überlauf angenommen, der durch den Druck der bei Grub einmündenden Schmelzwässer des Teufelsgrabens begünstigt wurde (GROTTENTHALER 1997, S. 401).

Die Folge war die *Mangfallumlenkung*, so dass die Schmelzwasserströme von Mangfall und Teufelsgraben in den Leitzach-Gars-Talzug umgeleitet wurden. Die deutliche Tieferlegung der Erosionsbasis führte zu einer verstärkten Tiefenerosion im Teufelsgraben, dessen Sohle sich nunmehr auf das Niveau des Leitzach-Gars-Talzugs ausrichtete.

Nach dem Rückzug des Tölzer Lobus von den Allgau-Rückzugsmoränen im Ellbacher Becken wurden dessen Schmelzwasserströme zentripetal zum Wolfratshausener Becken umgeleitet (TROLL 1925, S. 289). Seines „Quellgebietes“ beraubt, ist der Moränenstausee im Kirchseebecken bis auf einen Rest über den Teufelsgraben ausgelaufen.

Bei der erneuten Anzapfung und Umlenkung der Mangfall bei Feldkirchen in das Bruckmühler Zungenbecken war der Teufelsgraben bereits trockengefallen, so dass sich die erneute Tieferlegung der Erosionsbasis nur noch auf die Mangfall auswirkte, deren Talboden heute bei Grub ca. 55 m unter der Sohle des Gruber Tales liegt.

Maßgeblich für die Höhenlage der heutigen Sohle des Teufelsgrabens ist also das *Gefälle zwischen Kirchseespiegel und Leitzach-Gars-Talzug* (GROTTENTHALER 1985, S. 70 und 79; 1997, 399ff; KALLENBACH 1964, S. 46ff; SCHUMACHER 1981, S. 77ff).

2.4.4.3.6 Spätwürmzeitliche Ablagerungen

Spätwürmglaziale Seesedimente und Schotter sowie periglaziale Schuttdecken sind für das Exkursionsanliegen von untergeordneter Bedeutung. Erstere sind etwa im Kirchseebecken und nördlich von Einhaus zu finden, spätwürmglaziale Schotter fehlen gänzlich im Exkursionsgebiet. Periglaziale Schuttdecken finden sich hauptsächlich auf den Molasseschichten des Taubenberges und auf rißzeitlichen Sedimenten (GROTTENTHALER 1985, S. 83).

2.4.5 Holozän

Reste *postglazialer Schotterterrassen* sind nur im nahen Mangfalltal zu verfolgen. An den Talhängen der Mangfall entstanden z.T. dort ausgedehnte *Kalksinterbildungen*, wo durch Unterschneidung von tertiären Flinzmergeln Schichtquellen entsprangen. Die Ausfällung von Sinterkalken unter Mitwirkung von Grün- und Blaualgen führte stellenweise zu 6 bis 15 m mächtigen Kalktufflagern (GROTTENTHALER 1985, S. 85f). Diese haben für das Exkursionsgebiet insofern Bedeutung, da Kalktuff in früherer Zeit im gesamten Raum als Baustein verwendet wurde. Kalktuff ist in feuchtem Zustand einfach zu bearbeiten und besitzt in trockenem Zustand hervorragende Isolierungseigenschaften. In vielen älteren Gebäuden ist er noch anzutreffen. So ist etwa die Kirche St. Laurentius in Holzkirchen oder die Kirche in Großhartpenning aus diesem Naturstein erbaut (Abb. 2-12 und 2-13).



Abb. 2-12 (links): Aus Kalktuff (Kalksinter) erbaute Kirche St. Lorenzo in Holzkirchen.

Abb. 2-13 (oben): Nahaufnahme der porösen Struktur des Kalktuffsteines.

Beide Aufnahmen: F. Kestler am 2. August 2004, 18:15 Uhr.

Die bedeutendsten postglazialen Bildungen im Exkursionsgebiet sind die *Moorvorkommen*. Die Schotterfluren der südlichen Münchener Ebene sind ebenso moorfrei wie der Altmoränengürtel. Lediglich an der feuchten Nordabdachung des Taubenberges kam es zur Ausbildung kleiner Moore, wie etwa südlich von Schmidham.

Typisch ist die Moorbildung allerdings für das *Jungmoränengebiet*, das nicht umsonst auch als „*Hügel- und Moorland*“ bezeichnet wird (MEYNEN et al. 1962, S. 77 und S. 109). Größere Moorbildungen entstanden ausnahmslos in mehr oder minder ausgeprägten glazialen Hohlformen, oft auf wasserstauendem, tonig schluffigem Untergrund. Dabei sind alle Entwicklungsstadien vom Flach- oder Niedermoor über das An- oder Übergangsmoor bis zum Hochmoor verbreitet. In Bayern sind für die Niedermoore der Name „Moos“ und für die Hochmoore der Name „Filz“ gebräuchlich. Niedermoore sind etwa die Moore nordwestlich von Sachsenkam sowie das Wampenmoos nördlich des Kirchsees. Beispiele für Hochmoore sind u.a. Kirchsee-Filzen, Winkel-Filzen und Ellbacher Moor.

Auf den gut entwässerten Böden der Moränenwälle waren die Voraussetzungen zur Bildung umfangreicher Moore nicht gegeben. Nur vereinzelt konnten sich kleine flachgründige Vorkommen bilden, wie etwa ein mit Fichten bestocktes Niedermoor ca. 1 km nördlich von Piesenkam. (GROTTENTHALER 1985, S. 91ff; KALLENBACH 1964, S. 55ff).

Künstliche Aufschüttungen wurden vor allem dort getätigt, wo Verkehrslinien ehemalige Entwässerungsrinnen queren. So wird etwa der Teufelsgraben nördlich von Holzkirchen

von der Bundesstraße B 13, der Eisenbahnlinie Holzkirchen-München und von der Autobahn A 8 überquert. Die Staatsstraße 2073 von Holzkirchen nach Oberlaindern überquert kurz vor der Kreuzung mit der B318 das Föchinger Trockental.

3. Didaktisch-methodische Überlegungen

Für die Geodidaktik können wie für jede Fachdidaktik zwei Hauptaufgabenbereiche ausgewiesen werden. Dies sind zum einen die *begründete Inhaltsauswahl und -strukturierung* und zum anderen der *adressatengemäße Vermittlungsprozess* (BÖHN 1999, S. 50; KESTLER 2002, S. 11f). Entsprechend kann bei der Unterrichtsplanung die didaktische und methodische Analyse unterschieden werden. Ergänzt werden die Überlegungen durch Erkenntnisse aus der Lernpsychologie.

3.1 Didaktische Analyse

Der Begriff „didaktische Analyse“ stammt in seiner ursprünglichen Bedeutung von KLAFKI (1963), der sie als Kern der Unterrichtsvorbereitung bezeichnet. Ihre Aufgabe bestand innerhalb der bildungstheoretischen Didaktik (eine weit verbreitete erziehungswissenschaftliche Theorie zur Analyse und Modellierung didaktischen Handelns, z.B. KLAFKI 1963, 1964, 1993; WENIGER 1965) im Wesentlichen im *Aufspüren des allgemeinen Bildungswertes eines besonderen Inhaltes*, um diesen als lernenswert zu qualifizieren. Angewandt auf das vorliegende Projekt wäre für einen solchermaßen qualifizierten Inhalt folgende Grundfrage zu klären:

- *Was sind wissenswerte geowissenschaftliche Inhalte?*

Dazu ist ein Inhalt auszuwählen, der das Fach adäquat repräsentiert. Man spricht von Fachrelevanz bzw. fachlichen Repräsentanzeigenschaften des Inhaltes (ENGELHARD 1997, S. 384; RINSCHDE 2003, S. 399ff) (Kap. 3.1.1).

Seit dem Boom der lernzielorientierten Didaktik (z.B. ROBINSOHN 1967) in den 70er Jahren wird allgemein anerkannt, dass der Unterricht durch eine Zielangabe zu legitimieren ist. Dies führt zu folgender Frage:

- *Wozu soll jemand die geowissenschaftliche Sicht der Welt kennen lernen?*

Dies erfordert die Formulierung und Begründung von Zielen, die auf Verwendungsmöglichkeiten im öffentlichen und privaten Bereich ausgerichtet sind. Man

spricht auch von gesellschaftlichem Bezug bzw. von Gesellschaftsrelevanz (ENGELHARD 1997, S. 382; RINSCHÉDE 2003, S. 399) (Kap. 3.1.2).

Schließlich ist es vor allem ein Verdienst der lerntheoretischen Didaktik (HEIMANN 1962; SCHULZ 1980), darauf hingewirkt zu haben, dass bei allen didaktisch-methodischen Entscheidungen die anthropologisch-psychologischen und sozial-kulturellen Voraussetzungen der Adressaten zu berücksichtigen sind. Innerhalb der didaktischen Analyse ist also noch eine dritte Grundfrage zu beantworten:

➤ *Wem* werden die Inhalte vermittelt?

Unter Berücksichtigung der Adressaten ist der fachwissenschaftliche Inhalt durch didaktische Reduktion und optimale Anordnung und Strukturierung aufzubereiten (KESTLER 2002, S. 12; RINSCHÉDE 2003, S. 399) (Kap. 3.1.3).

Somit ist innerhalb der didaktischen Analyse der ausgewählte Inhalt als lernenswert zu begründen, seine Gesellschaftsrelevanz ist klarzulegen und schließlich ist er adressatengerecht aufzubereiten.

3.1.1 Fachrelevanz

Die Fachrelevanz bzw. die fachlichen Repräsentanzeigenschaften eines Inhaltes gelten dann als gegeben,

- wenn er exemplarisch für bedeutende fachliche Fundamenteinsichten und -gesetzmäßigkeiten ist,
- wenn an ihm Fähigkeiten für Problemlösungsverhalten zu gewinnen sind,
- wenn er interdisziplinäres Vorgehen erfordert und
- sich dabei Fachmethoden erlernen und anwenden lassen

(ENGELHARD 1997, S. 384; RINSCHÉDE, 2003, S. 401).

Die *Exemplarität* des Inhaltes ist deshalb eine so wichtige Eigenschaft, da der Erwerb eines solchermaßen „arbeitenden Wissens“ die Selbstständigkeit des Lernenden fördert. Hier ist die Exemplarität auf verschiedenen Ebenen gegeben.

Die *Geomorphologie* ist traditionell eine der tragenden Säulen der Physiogeographie. Dabei steht die feinere Gestaltung der Erdoberfläche durch *exogene Prozesse* im Vordergrund. Neben Wind und Wasser ist das *Eis* eines der drei großen Agentien der exogenen Morphodynamik.

Innerhalb der Geomorphologie ist der Inhalt der Exkursion exemplarisch für den *glazialen Formenschatz im Umfeld ehemaliger Eisrandlagen* des Vorlandes. Denn am Beispiel des Tölzer Lobus können prinzipielle und typische Phänomene und Regelmäßigkeiten zum glazialen Formenschatz ehemaliger Eisrandlagen erarbeitet werden. Diese Grundeinsichten

und -erfahrungen lassen sich auf das gesamte süddeutsche Alpenvorland, sowie auf alle ehemals vergletscherten Vorländer (z.B. in Norddeutschland oder Nordamerika) übertragen und anwenden. An dem besonderen, konkreten Objekt des Tölzer Lobus werden also allgemeine Merkmale erfasst, um so die Kerneigenschaften aller verwandten Individuen zu erkennen.

Am Inhalt lassen sich spezifische *Problemlösungsstrategien* gewinnen, wie genaue Geländebeobachtung und -interpretation sowie das „Lesen“ von Geländeaufschlüssen. Als wichtiger Ansatz ist hier das aktualistische Prinzip herauszustellen, indem glazialmorphologische Vorgänge der Vergangenheit durch den Vergleich mit ähnlichen Vorgängen an aktuell existierenden Gletschern nachvollzogen werden.

Ein *fächerübergreifendes* (interdisziplinäres) Vorgehen ergibt sich im Rahmen der ganzheitlichen Abrundung (vgl. Kap. 4.4). Die geomorphologisch-geologischen Verhältnisse bestimmen nicht nur das Relief, sondern beeinflussen auch die Verfügbarkeit von Rohstoffen sowie die verkehrs-, siedlungs- und agrargeographischen Nutzungsmuster. Ferner ist die postglaziale Vegetationsentwicklung außer vom Klima entscheidend von Relief und Bodenverhältnissen abhängig.

Schließlich lassen sich einige *Fachmethoden* üben und erwerben. Die für eine empirische Wissenschaft grundlegende Methode der Beobachtung steht dabei im Vordergrund. Daneben wird ein Einblick eröffnet in die sedimentologische Aus- und Bewertung von Aufschlussbefunden sowie das Lesen und Interpretieren geologischer Karten.

3.1.2 Gesellschaftsrelevanz

Die *Gesellschaftsrelevanz* eines Inhalts erweist sich in seinem Nutzen für gegenwärtige und künftige Verwendungssituationen im öffentlichen und privaten Leben.

Die Bedeutung geowissenschaftlicher Kenntnisse für die Gesellschaft wurde im Allgemeinen bereits erläutert (vgl. Kap. 1.2).

Eine generelle *Lebensbedeutsamkeit* ergibt sich daraus, dass die Menschen im Alpenvorland alltäglich in, mit und z.T. von der sie umgebenden Eiszeitlandschaft leben. Die Erkenntnisse zur Glaziallandschaft im ganzheitlichen Kontext befähigen zu verantwortlichem Entscheidungs- und Bewertungsverhalten in Hinblick auf nachhaltige Nutzungsmuster. Dies betrifft private Bauvorhaben ebenso wie die Mitbestimmungsmöglichkeiten bei regionalen Raumordnungsverfahren.

Insbesondere bietet sich das Thema an, die „*Schönheit der Landschaft*“ als *ästhetischen Wert* anzuerkennen, zu schätzen und handelnd zu erfahren. Das Einbringen von Gefühlen ist für die Bildung von Einstellungen und Haltungen durchaus förderlich. So konnte z.B. im Herbst 2004 durch Einsprüche aus der Bevölkerung eine geplante Bauschuttdeponie verhindert werden, die im Grub-Harthausener-Trockental in unmittelbarer Nähe zum Mangfallknie weit über Geländeniveau aufgeschüttet werden sollte. Dazu beigetragen hat die Haltung von Behörden und Teilen der Bevölkerung, ein einzigartiges Zeugnis der erdgeschichtlichen Vergangenheit für die Nachwelt zu bewahren.

Schließlich ist ganz pragmatisch betrachtet eine intakte, attraktive Landschaft die grundlegende Basis für den Tourismus in der Region.

3.1.3 Adressatengerechte Aufbereitung des Inhalts

Um die Zugänglichkeit des Themas für die Adressaten sicherzustellen, sind deren Vorwissen und Fähigkeiten zu berücksichtigen.

Die Aufbereitung des Gegenstands erfolgt durch *didaktische Reduktion* und *inhaltliche Strukturierung*, mit dem Ziel einer *einsichtigen Struktur*. Dazu sind lernpsychologische Bedingungen (Kap. 3.3) und Interdependenzen mit methodischen Entscheidungen (Kap. 3.2) zu beachten.

In der *didaktischen Reduktion* sind die Ergebnisse der Sachanalyse (Kap. 2) passend auf das Erforderliche für einen bestimmten Adressatenkreis zu reduzieren. Bei aller Vereinfachung und Beschränkung auf das Wesentliche muss gewährleistet sein, dass das Reduktionsergebnis fachwissenschaftlich korrekt bleibt.

In *Abhängigkeit vom Exkursionsverlauf* können durch die räumliche Anordnung *drei wesentliche Abschnitte* herausgearbeitet werden:

- Glazigene Ablagerungen zur Markierung des ehemaligen Eisrandes: Die Landform des Endmoränenwalls als äußeres Merkmal und das charakteristische Moränenmaterial als inneres Merkmal.
- Glazialformen im Zungenbeckenbereich: Grundmoränen, Toteisbildungen und Zungenbeckensee.
- Glazifluviale Bildungen im schmelzwasserbeeinflussten eisrandnahen, aber eisfreien Bereich.

Der komplexe Gesamtzusammenhang wird durch die schrittweise Synthese der genannten Abschnitte erreicht. Die ganzheitliche Abrundung (Kap. 4.4) erfolgt nicht additiv, sondern integrierend an geeigneten Stellen der durch den geomorphologisch-geologischen Inhalt vorgegebenen Leitstruktur. Die chronologische Stellung des Pleistozäns im Rahmen der

Erdgeschichte erfordert abstraktes Vorstellungsvermögen, weshalb dieser Sachverhalt erst im Rahmen der abschließenden Zusammenfassung aufgegriffen wird.

Die *inhaltliche Strukturierung* kann nach unterschiedlichen Kategorien erfolgen. Eine gute Orientierung zu den denkbaren Dimensionen liefert das „Strukturschema für schulgeographische Inhalte“, in dem sechs verschiedene Strukturaspekte durch jeweils ein Gegensatzpaar gekennzeichnet werden: Individuum-Typus, Simplex-Komplex, Zustand-Entwicklung, Formal-Funktional, Problem-Komplet, Detail-Überblick (POLLEX 1972, S. 489). Dabei wird versucht, den Teil des Strukturpaares herauszustellen, der gesprächs- und damit lernfördernder ist. Im Folgenden dienen die Gegensatzpaare dazu, *didaktisch sinnvolle Verlaufsstrukturen* aufzuzeigen. Dazu ist eine Entscheidung darüber zu treffen, welcher Teil des jeweiligen Gegensatzpaares als Anfangsstruktur und welches als Endstruktur zu stehen hat.

Die Gegensatzpaare Individuum-Typus und Detail-Überblick können als Umsetzungen des sog. *induktiven Verfahrens* betrachtet werden (Abb. 3-1). Dieses inhaltliche Verfahren wird vor allem für jüngere Schüler als besonders geeignet gehalten (z.B. BIRKENHAUER 1986, S. 95f; RINSCHHEDE 2003, S. 224 und 411). Dabei werden ausgehend von anschaulichen, konkreten Einzeltatsachen allgemeine, abstrakte Erkenntnisse abgeleitet. Kurz ausgedrückt stellt also die Induktion den *Gang vom Speziellen/ Konkreten zum Allgemeinen/ Abstrakten* dar, während die Deduktion den umgekehrten Weg geht (KESTLER 2002, S. 211ff). Wird eine derartige inhaltliche Strukturierung auf einer Exkursion verwendet, sprechen wir von „*induktiver Führungslinie*“ (vgl. Kap. 5.2.1, Hypothese 2).

Besonders bei jüngeren Schülern und bei geringen fachlichen Vorkenntnissen ist das Denken „rückgreifend“ („regressiv“): Zuerst entdeckt das Kind eine auffallende Erscheinung, erst danach fragt es nach den Hintergründen. Schließlich macht dieses Vorgehen das pädagogisch propagierte entwickelnde und entdeckende Lernen erst möglich, was gleichzeitig eine gewisse Spannung in sich birgt (BIRKENHAUER 1980, S. 125, 1986, S. 95f).

Abweichend von der wissenschaftlichen Induktion soll jedoch nicht aufgrund einer Fülle von Einzelbeispielen eine allgemeine Gesetzmäßigkeit bewiesen werden, sondern man verdeutlicht an einem konkreten Einzelbeispiel generelle Regeln. Dies provozierte die Bezeichnung als „pseudo-induktives Verfahren“ (KÖCK 1980, S. 157), allerdings erscheint die Präzisierung als „*didaktische Induktion*“ (RINSCHHEDE 2003, S. 222) hilfreicher.

Die didaktische Induktion lässt sich mit dem Gegensatzpaar *Individuum-Typus* durch den Gang vom singulären Individuum zum allgemeinen Typus realisieren. Wie bereits zur Exemplarität des Inhalts (Kap. 3.1.1) ausgeführt, werden die allgemeinen Merkmale des Typus „eiszeitlicher Vorlandgletscher“ am konkreten, individuellen Beispiel des Tölzer Lobus erfasst. Diese Möglichkeit zum Transfer ist eine Stärke von Inhalten aus der Allgemeinen Geographie mit ihrem grundsätzlich nomothetischen Charakter.

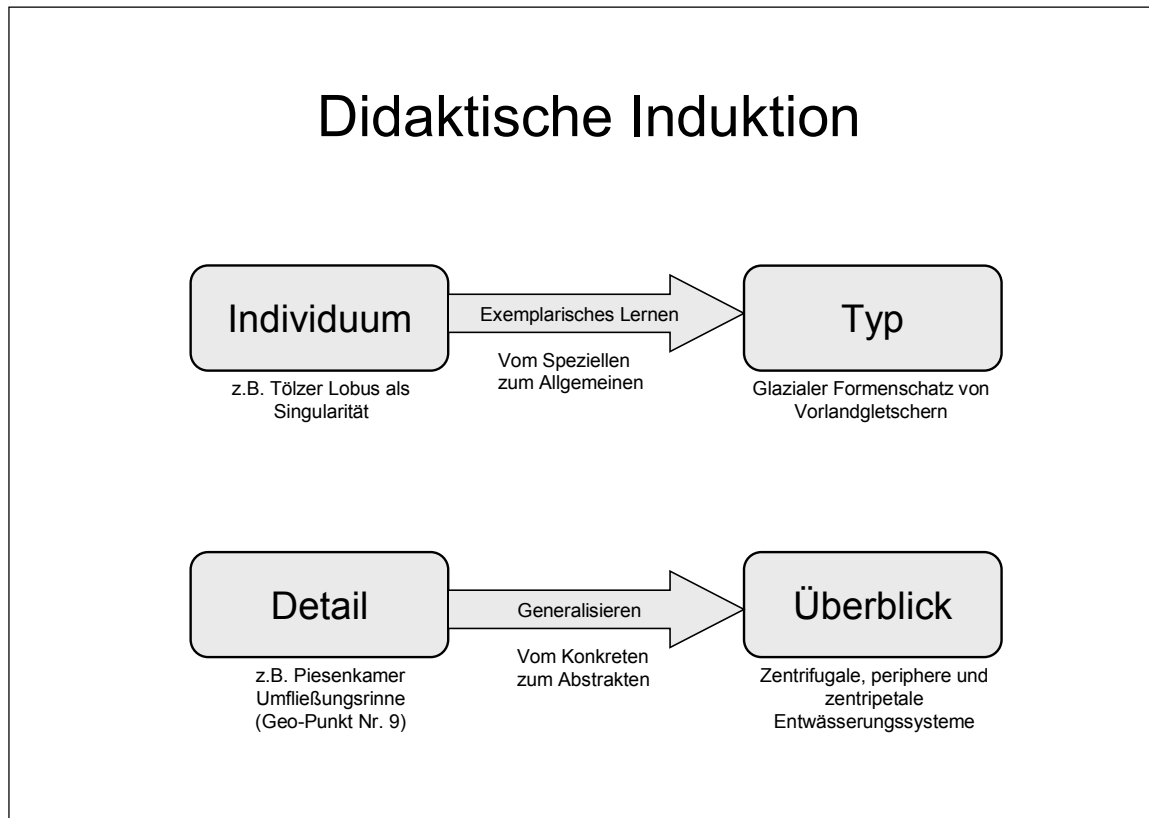


Abb. 3-1: Inhaltliche Verlaufsstrukturen, mit denen das induktive Verfahren umgesetzt werden kann. Die konkreten Beispiele sind der geplanten Exkursion entnommen.

Ebenso klar lässt sich die didaktische Induktion am Gegensatzpaar *Detail-Überblick* aufzeigen. Die Darstellung von Einzelheiten in greifbarer, bildhafter und erlebnisnaher Weise, wie etwa in der Piesenkamer Umfließungsrinne, liefert eine fruchtbare Gesprächsbasis zur Erschließung der dahinter stehenden allgemeinen Wirkungsgefüge. In diesem Fall führt das Detailobjekt Piesenkamer Umfließungsrinne zum Verständnis der generellen hydrographischen Entwicklung im Zuge der Deglaziation von der zentrifugalen über die periphere bis zur zentripetalen Entwässerung.

Allerdings muss das rein induktive Verfahren als unrealistisch betrachtet werden, da es von der falschen Vorstellung ausgeht, dass das Bewusstsein vor der Beobachtung völlig leer sei (POPPER 1974, S. 13ff und S. 369ff). Es ist vielmehr jede Beobachtung bereits von Vorerfahrungen, Interessen, Erwartungen und Hypothesen geleitet. Die konkrete Beobachtung liefert dann die Fälle, an denen die vorhandene Hypothese bestätigt oder verworfen wird. Dieser Vorgang ist in gewisser Weise deduktiv. Diesen der „evolutionären Erkenntnistheorie“ von POPPER zugrundeliegenden Lernweg bezeichnet BAUER (1976, S. 145f) als *kombiniert deduktiv-induktives Verfahren*. Ungeachtet dessen werden neue Erkenntnisse primär induktiv gewonnen.

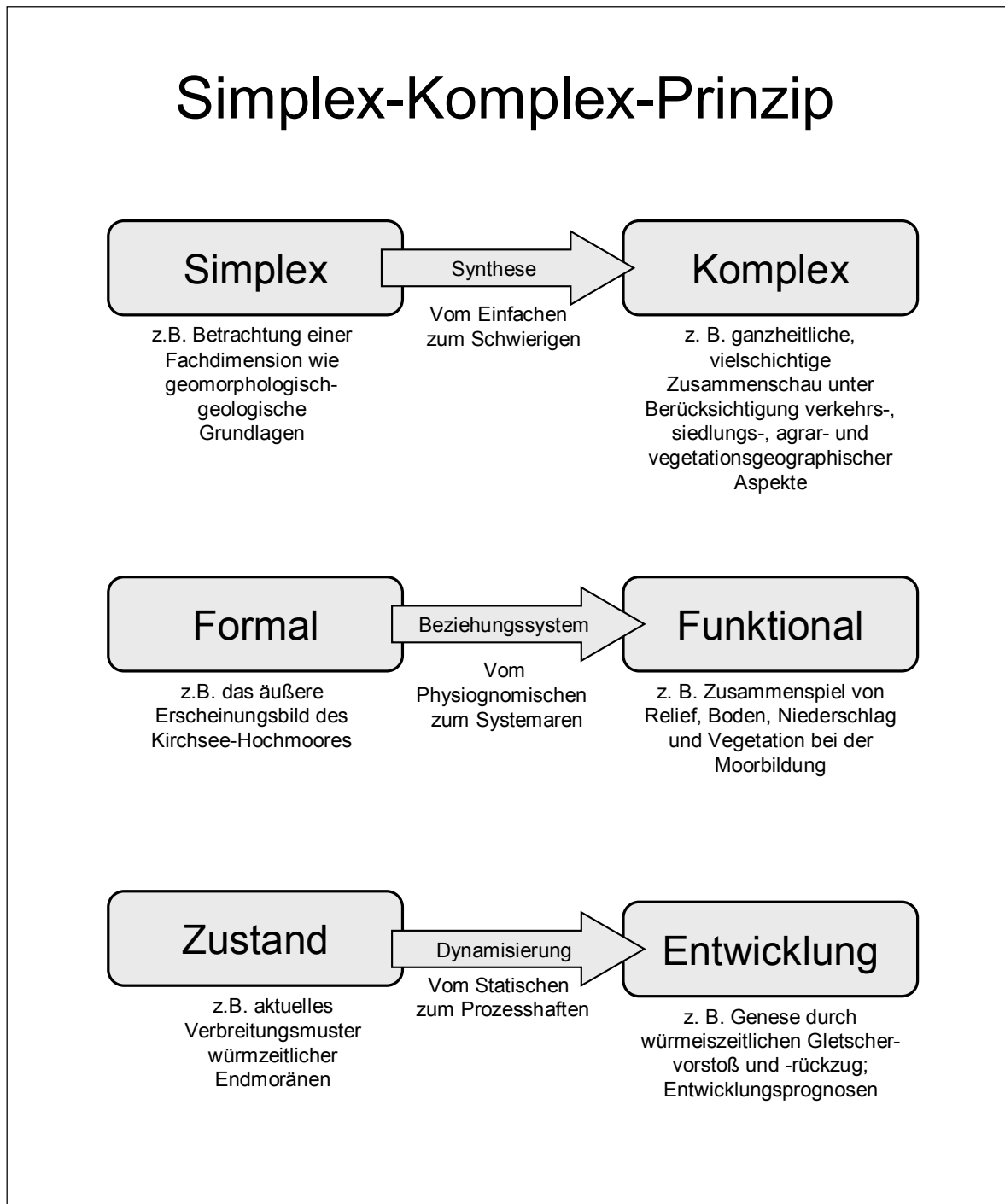


Abb. 3-2: Inhaltliche Verlaufsstrukturen die sich als Umsetzung des Simplex-Komplex-Prinzips eignen – mit Anwendungsmöglichkeiten während der geplanten Exkursion.

Das zweite wichtige inhaltliche Verfahren, das *Simplex-Komplex-Prinzip*, findet sich nicht nur im gleichnamigen Gegensatzpaar wieder, sondern auch in den Gegensatzpaaren Zustand-Entwicklung bzw. Formal-Funktional, wobei Simplex → Komplex, Formal → Funktional und Zustand → Entwicklung die jeweils didaktisch sinnvollen Verlaufsstrukturen darstellen (Abb. 3-2).

Der Gang vom einfachen (*Simplex*) zum vielschichtigen schwierigen Ganzen (*Komplex*) ist ein generelles didaktisches Prinzip. Es fließt in die Exkursionsplanung in zwei Größenordnungen ein.

In kleinen Schritten zunächst dadurch, dass an den verschiedenen Exkursionsstandpunkten der Einstieg über den dort zu beobachtbaren einfachen, überschaubaren Teilausschnitt erfolgt, um allmählich zum komplexen Gesamtbild überzugehen.

Im Gesamtverlauf der Exkursion wird dem Simplex-Komplex-Prinzip dadurch Rechnung getragen, dass sich die geomorphologisch-geologische Hauptleitlinie nur auf eine allgemeingeographische Disziplin beschränkt und somit als Simplex bezeichnet werden kann. Die komplexe, interdisziplinäre Zusammenschau erfolgt erst im Rahmen der ganzheitlichen Abrundung.

Eine Strukturierung nach den Gegensatzpaaren *Zustand-Entwicklung* bzw. *Formal-Funktional* sollte zunächst vom konkret durch die Anschauung fassbaren Ist-Zustand ausgehen, der sich in der Physiognomie der Glaziallandschaft darstellt. Dieses momentane äußere Erscheinungsbild verlangt geradezu danach, die Genese zu hinterfragen. Die dazu notwendige prozesshafte Betrachtung impliziert eine Zeitstruktur, die nicht nur retrospektiv angelegt werden sollte, sondern auch die vermutbare, künftige Fortentwicklung mit einschließt, wie etwa fortschreitende Verwitterung, Erosion, Verlandung und Vermoorung.

Das *Prinzip des problemorientierten Unterrichts* wird durch die Verlaufsstruktur *Problem* → *Komplet* verwirklicht. Die Ausgangssituation ist eine ungelöste Problemsituation, die zu problemerschließenden Fragestellungen führt (Abb. 3-3).

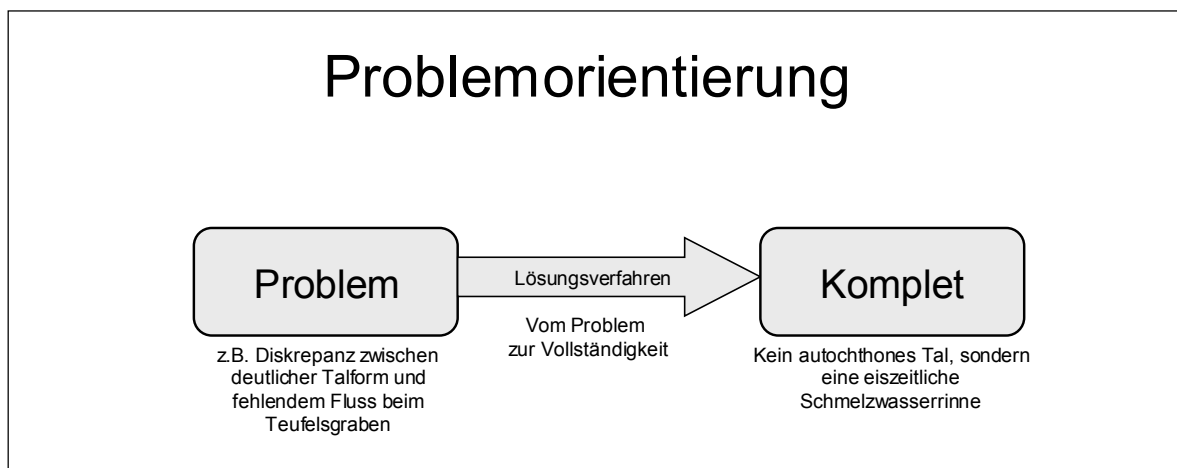


Abb. 3-3: Das Erkennen und Lösen einer Problemsituation fördert eigenständiges Denken und Handeln im Sinne von entdeckendem Lernen.

Beispiel: Der Teufelsgraben ist ein deutlich eingeschnittenes Kerbtal. Gewöhnlich ist für die Entstehung einer solchen Reliefform ein Flusslauf verantwortlich. Ein solcher ist hier allerdings nicht vorhanden. Wie lässt sich die Entstehung dieses Tales erklären?

Zu den Vorzügen dieses Unterrichtsprinzips gehören die Anleitung zum selbstständigen Denken und die Förderung von Kreativität und Problembewusstsein. Sofern das Problem als fragwürdig und interessant erachtet wird, ist noch der Aspekt der Motivation hervorzuheben (M. HEMMER 1999, S. 122). Der Weg führt also von der lückenhaften, problemorientierten Struktur (Problem) zur vollständigen, kompletten Struktur (Komplet).

3.2 Methodische Analyse

Innerhalb der methodischen Analyse ist die Grundfrage „*Wie und womit ist das Lernen und Lehren zu organisieren?*“ zu beantworten.

Sie richtet sich auf die *Auswahl von Unterrichtsmethoden und -medien*, mit denen die Vermittlung der in der didaktischen Analyse festgelegten Inhalte und Ziele gelingen soll. Dabei sind Entscheidungen über Aktions- und Sozialformen, Unterrichtsverfahren, Medienart und -einsatz unter Berücksichtigung von Unterrichtsprinzipien (Kap. 3.2.1) sowie anthropologisch-psychologischen und sozio-kulturellen Bedingungen (Kap. 3.1.3 und 3.3) zu treffen.

Wie im „Weingartener Planungsmodell“ wird durch diese begründete Gestaltung des „*Lehr-Lern-Arrangements*“ die Unterrichtsplanung abgeschlossen (PETERSEN 2000, S. 321ff, 2001, S. 25ff).

Die Formung der Landschaft durch Gletscher ist ein klassisches Thema im Geographieunterricht, weshalb für dessen Behandlung im „geschlossenen Klassenzimmer“ neben anschaulichen Darstellungen in Schulbüchern immer wieder methodische Anregungen in der geographiedidaktischen Literatur erscheinen (z.B. BREITBACH 1996; FRAEDRICH 1989a, 2003; HEINTZE 1989; NOLZEN 2002; PACKSCHIES 1989). Selbst ein Lernprogramm zum Thema existiert aus der Blütezeit der lernzielorientierten und informationstheoretischen Didaktik (FUHR/ KRAMER 1974; FUHR 1974).

Sobald sich jedoch der Unterrichtsgegenstand im Nahraum des Schul- oder Studienortes befindet, sollte die unmittelbare Begegnung das Mittel der Wahl sein.

3.2.1 Nahraumbezug als Unterrichtsprinzip

Nahraumbezug bedeutet, dass der *alltägliche Aktions- und Erfahrungsraum des Adressaten* in den Mittelpunkt der Lehrveranstaltung gestellt wird.

Der geographische Begriff Nahraum bezieht sich vorwiegend auf die räumliche Ausdehnung der „erwanderbaren Umgebung“ (EBINGER 1971, S. 174). Im Vergleich zum „Heimatkundlichen Prinzip“ wird auf die sehr individuell bestimmte Sinnkomponente ver-

richtet und das Hauptaugenmerk auf die Sachebene gerichtet (FRANK 1999, S. 67, S. 70f und 110).

Ihre überragende Bedeutung erhalten Nahraumthemen durch die Realisierungsmöglichkeiten an Außenlernorten (Kap. 1.5), also für „Erdkunde vor Ort“ (SCHRAND 1992).

Dadurch ergeben sich für den Nahraumbezug folgende *besonderen Vorzüge* (themenorientiert zusammengestellt nach KESTLER 2002, S. 155f; KROSS 1993; RINSCHEDÉ 2003, S. 175f):

- Nur hier besteht die Möglichkeit der originalen Begegnung i.e.S., also der *direkten Anschauung, Beobachtung und Erfahrung*. Gerade weil immer mehr Erkenntnisse und Erfahrungen aus zweiter Hand über Medien vermittelt werden, gewinnt die Auseinandersetzung mit *Primärerfahrungen* an Notwendigkeit.
- Der Nahraum ermöglicht eine *ganzheitliche, selbsttätige und selbstständige Aneignung der Realität*. Durch praktische Anwendung kann in *geowissenschaftliche Arbeitsmethoden* eingeführt werden.
- Der Nahraum dient als *Bezugs- und Vergleichsobjekt zu allem Neuen und Fernen*. So werden die vor Ort gewonnenen Kenntnisse relativiert, verdeutlicht, generalisiert und übertragbar. Für diesen Vergleich ist ein Maßstabswechsel erforderlich, der durch die Verbindung zwischen mikrogeographischem, anschaulichem Nahraum und makrogeographischer, generalisierter Betrachtungsweise zu einem verständnisfördernden *Wechsel zwischen Konkretion und Abstraktion* führt.
- Der Nahraum erleichtert das Auffinden von *authentischen Alltagssituationen* und *Selbstbezugseffekten*. Beides fördert das Behalten (Kap. 3.3).
- Die *zusätzliche Wahrnehmungsdimension* (gemeint ist die Landschaftsinterpretation hinsichtlich der Morphodynamik) im eigenen Erfahrungsraum *verstärkt den emotionalen Bezug zur Region und erhöht den Erlebniswert der eigenen Umwelt*.

Das Unterrichtsprinzip des Nahraumbezugs korrespondiert stark mit den Grundsätzen der Anschauung, der Lebensnähe, der Interdisziplinarität, der Handlungsorientierung und Selbsttätigkeit und damit der Lernerorientierung (PREISLER 1998, S. 11ff).

Wie alle anderen Unterrichtsgrundsätze stößt auch der Nahraumbezug auf *inhaltliche und praktische Grenzen*. Viele Strukturen sind im Nahraum nicht idealtypisch ausgebildet. Planungen und Organisation für Außenlernorte sind überdurchschnittlich aufwendig. Vor Ort fehlen oft optimale Beobachtungs- oder Arbeitsstandorte, indem der Zugang schwierig oder verboten ist, die Aussicht zugewachsen oder wolkenverhangen ist, ein Aufschluss zugeschüttet wurde u.v.a.m.

Die Vorteile wiegen aber bei weitem schwerer als die Probleme, so dass sich der größere Aufwand erfahrungsgemäß bezahlt macht. Entscheidend für den Erfolg ist eine didaktisch richtige Auswahl der Standorte, die sich daran orientiert, was der Adressat (z.B. der erwachsene Laie und nicht der Fachmann!) an dieser Stelle erkennen kann.

3.2.2 Exkursion als methodische Großform

Die Exkursion ist eine spezielle Form des Lernens an Außenlernorten (Kap. 1.5), bei der eine direkte *räumliche und thematische Begegnung mit geographischen Sachverhalten vor Ort stattfindet*. In unserem Fall handelt es sich um die reale Begegnung mit der naturnahen Landschaft.

Übereinstimmend wird das Kernanliegen von Exkursionen mit *Schulung in Geländebeobachtung und Geländearbeit* angegeben (BEHRMANN 1944, S. 1f; WIRTH 1966/ 1969, S. 276).

Da sich eine Exkursion aus verschiedenen Aktions- und Sozialformen zusammensetzt, spricht man von *methodischer Großform* (RINSCHÉDE 2003, S. 235).

3.2.2.1 Arten von Exkursionen

Eine Klassifikation von Exkursionen ist nach unterschiedlichen Kriterien möglich (DAUM 1982, S. 71 und 73; HAUBRICH 1997, S. 208; NOLL 1981, S. 4f; RINSCHÉDE 2003, S. 236; SCHNEIDER/ SCHÖNBACH 1999, S. 39f).

Eine *Einteilung nach der räumlich-zeitlich-inhaltlichen Dimension* führt von den *Unterrichtsgängen* zur *Exkursion im engeren Sinne* (SCHNEIDER/ SCHÖNBACH 1999, S. 39). Während sich der Unterrichtsgang in der unmittelbaren Schulumgebung für etwa zwei bis drei Stunden auf eine eng begrenzte Thematik beschränkt, führt die Exkursion mindestens eintägig in entferntere Gebiete mit entsprechend komplexerer Thematik. Im Rahmen des vorliegenden Projektes wird eine Exkursion im engeren Sinne konzipiert.

Eine *Klassifikation nach dem vorherrschenden Handlungsmuster* führt zur Unterscheidung zwischen *darbietender Exkursion* und *Arbeitsexkursion* (SCHNEIDER/ SCHÖNBACH 1999, S. 40). Die darbietende Exkursion - auch *Übersichtsexkursion* genannt (NOLL 1981, S. 4; WIRTH 1966/ 1969, S. 277) - wird geprägt von lehrerzentrierten, gelenkten, darstellenden Lehrformen. Arbeitsexkursionen sind durch adressatenzentrierte, selbstständig-entdeckende Lernformen gekennzeichnet. Einer Exkursion als methodischer Großform wird jedoch eine einseitige Ausrichtung auf nur eine Aktionsform nicht gerecht, so dass sich in der Praxis verschiedene Aktionsformen untereinander abwechseln und überlagern.

Da bei der geplanten Exkursion die Erstbegegnung mit der Thematik erst vor Ort stattfindet, die Auswahl und Reihenfolge der Exkursionsstandpunkte im weitläufigen Gelände didaktisch sinnvoll strukturiert sein soll und schließlich innerhalb weniger Stunden ein gesamter Themenbereich erfasst wird, ist eine ausgewählte Leitlinie unverzichtbar.

Auch wenn darbietende Formen die Führungslinie bilden, wird keine Exkursion im Stile einer touristischen Führung durchgeführt. Um vom Dozieren zu *Interesse steigernden Kommunikationsverfahren* zu gelangen, sind mehrere Verfahren förderlich (VEVERKA 1994, zit. nach LEHNES/ GLAWION 2000, S. 316f):

- Eine *Provokation* der Adressaten durch herausfordernde Fragestellungen kann Aufmerksamkeit erregen.
- Um dieses Interesse wach zu halten, muss eine *Beziehung zum Publikum* hergestellt werden, insbesondere indem durch Vergleiche mit dem Alltag eine Berücksichtigung des Erfahrungshorizonts der Adressaten erfolgt. Auch die direkte oder indirekte Ansprache des Publikums hält die Aufmerksamkeit wach.
- Das *Entdeckenlassen* von bedeutsamen, interessanten und auffälligen Phänomenen befriedigt die geweckte Neugier. Wenn scheinbar längst Bekanntes durch ein überraschend anderes Verständnis neu entdeckt wird, wird dies in aller Regel emotional positiv erlebt.
- Schließlich soll die gesamte Führung auf ein *übergreifendes Thema* hin konzipiert sein. Der zentrale Inhalt für die geplante Exkursion wird mit folgender Aussage ausgedrückt: „Ausdehnung und Abschmelzvorgang des würmzeitlichen Vorlandgletschers lässt sich aus dem heutigen Landschaftsbild erschließen“. Sowohl das übergreifende Thema wie auch untergeordnete Schlüsselbegriffe sind durch *variierende Wiederholung* zu vertiefen.

Bei Erklärungen ist auf eine für die Adressaten *verständliche Sprache* zu achten, die nur die wirklich essentiellen Fachbegriffe enthält.

Dabei ist von dem auszugehen, was der Laie selbst sehen und nachvollziehen kann. Insbesondere bezüglich der *Geländebeobachtung* ist zu berücksichtigen, dass eine objektive Erfassung des geographischen Objektes in seiner vollen realen Komplexität aufgrund subjektiver Wahrnehmungsmuster jedes einzelnen Exkursionsteilnehmers nicht stattfindet (DAUM 1982, S. 72). Bevorzugt werden solche Sachverhalte wahrgenommen, die mit dem Vorwissen, den Erwartungen und den Interessen des Beobachtenden übereinstimmen. Auf dieser Grundlage ist der Satz „Man sieht nur das, was man weiß“ zu verstehen.

Daher ist es im Hinblick auf wenig bekannte Phänomene notwendig, die Aufmerksamkeit zu lenken, Hilfestellungen beim Beobachten zu geben und im Gespräch hilfreiche Fragestellungen zu entwickeln. Der Leiter erhält somit die Rolle des Fokussierenden (BIRKENHAUER 1995, S. 12).

Die Schulung des Sehens, Erkennens und der Beobachtung im Gelände ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass man ähnliche „Phänomene andernorts und zu anderer Zeit selbstständig findet und wiedererkennt“ (WIRTH 1966/ 1969, S. 276).

Für die geplante Studie wird eine Exkursion mit fokussierender Leitstruktur konzipiert, in welche adressatenbezogene, lernfördernde erarbeitende und entdeckenlassende Verfahren integriert werden.

Eine *Klassifikation von Exkursionen nach dem didaktischen Ort* unterscheidet zwischen *Motivationsexkursionen* zur Einführung in eine Thematik, in *Exkursionen zur Erarbeitung* sowie in *Sicherungsexkursionen* zum Ende einer Lerneinheit, um die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten zu festigen, anzuwenden und zusammenzufassen (RINSCHÉDE 2003, S. 242ff). Die geplante Exkursion ist so angelegt, dass auch interessierte Laien angesprochen werden sollen, wodurch ausführliche schulische Vor- und Nachbereitungsphasen nicht vorausgesetzt werden können. Somit ist das Projekt bezüglich der letztgenannten Klassifikation im Kern als Erarbeitungsexkursion einzustufen, die aber auch motivieren soll. Das Begleitmaterial ist so gestaltet, dass es als zusammenfassende Sicherung verwendet werden kann, welches die Exkursionsteilnehmer gleichzeitig in die Lage versetzen soll, die Inhalte selbstständig anzuwenden und zu vertiefen.

Man kann in der vorliegenden Studie insgesamt von einer *gelenkten Erarbeitungsexkursion* sprechen. Sie erfordert eine intensive Vorbereitung durch den Leiter. Diese besteht in der Beschaffung und Auswertung der Fachinformationen, in der Erstellung von didaktisch aufbereitetem Begleitmaterial, der logistischen Organisation und den Vorexkursionen.

3.2.2.2 Auswahlkriterien für Exkursionsstandorte

Die Vorexkursionen dienen vorwiegend dem Auffinden geeigneter Beobachtungs- bzw. Arbeitsstandorte im Gelände, welche nachfolgend als „*Geopunkte*“ bezeichnet werden.

Um die didaktische Eignung eines Geopunktes zu gewährleisten, sind folgende *Gütekriterien* zu beachten (themenorientiert verändert nach BIRKENHAUER 1995, S. 11; 2003, S. 99f; SCHEUPLEIN 2003, S. 40ff):

- *Prägnanz*: Ist der Sachverhalt am jeweiligen Ort so auffällig ausgeprägt und anschaulich, dass er eindeutig auch für den Laien erkennbar ist? Dafür muss das Objekt gut überschaubar sein.
- *Authentizität*: Ist das geographische Phänomen ein Ausschnitt aus der Wirklichkeit, an dem aus dem Gegenstand selbst der originale Zusammenhang nachvollziehbar wird?
- *Landschaftsästhetischer Reiz*: Sind die Geopunkte durch anregende Vielfalt, Anschaulichkeit und Ästhetik geeignet, positive Emotionen auszulösen? Dabei dürfen keine Störelemente wie Bewuchs, Bebauung, Lärm oder unangenehme Gerüche in den Vordergrund treten, die den Anmutungscharakter beeinträchtigen.

- *Zugänglichkeit*: Kann der Standort gefahrlos, legitim und mit absehbarem Aufwand erreicht werden? Eine notwendige Voraussetzung ist die Art der Zuwegung, die bei unterschiedlichen Witterungs- und Vegetationsverhältnissen passierbar sein muss.
- *Aktivierungspotential*: Ist die Möglichkeit zur selbsttätigen Anwendung fachlicher Arbeitsweisen vorhanden, so dass das Objekt mit allen Sinnen erlebbar wird? Können durch das Arrangement von Phänomenen oder durch den Vergleich mit eigenen Erfahrungen selbstständig erste Antworten gefunden werden? Kann das Verständnis zu einem „Aha-Erlebnis“ führen?
- *Ensemblewirkung*: Kann die inhaltliche Struktur des Sachverhaltes auf eine begrenzte Zahl von Geopunkten so übertragen werden, dass der Gesamtzusammenhang erkennbar ist?

Für den einzelnen Geopunkt bleibt ein einzelner Inhalt besser haften als viele verschiedene Informationen. Deshalb sollte als Faustregel „*ein Standort - ein Thema*“ gelten (BEYER 1989, S. 148), sofern nicht inhaltliche Erwägungen dagegen sprechen.

Ferner sollte nach drei bis vier Standorten eine Pause eingelegt werden. Bei Exkursionen im Nördlinger Ries wurde nämlich festgestellt, dass die Aufmerksamkeit der Schüler (welche man als Laien betrachten kann) nach mehr als drei Aufschlüssen spürbar nachließ (FRANK 2001, S. 73).

Insgesamt sind jedoch alle Geopunkte in einen größeren Zusammenhang (Kontextualität) einzubetten. Dieser übergeordnete „rote Faden“ (glaziale Serie und glazialer Komplex, ganzheitliche Landschaftsinterpretation und Überblick zum gesamten Eiszeitalter) ist vom Exkursionsleiter immer wieder aufzugreifen und zu erhellen.

3.2.2.3 Stellenwert von Exkursionen

Die *didaktischen Vorzüge* einer derartigen „Organisationsform der unmittelbaren Begegnung“ (THEISSEN 1986, S. 225ff) liegt in der *höheren Motivation und Behaltensleistung*, gefördert durch hohe *Anschaulichkeit, Authentizität, Selbstentdeckungstätigkeit und emotionalen Erlebniswert*. Die besonders in der Geländearbeit ideal zu realisierende *Handlungsorientierung* ist in unserer medienüberfluteten, primärerfahrungssarmen Gesellschaft wünschenswerter denn je.

Daneben liegt die „große pädagogische Chance unserer Exkursionen und Geländepraktika nicht zuletzt auch darin, dass hier eine kleine Gruppe in gewissermaßen klassenloser Gesellschaft längere Zeit fast ununterbrochen zusammen ist“ (WIRTH 1966/ 1969, S. 281).

Die Vorzüge eines vom gewohnten Lernumfeld in Klassenzimmern oder Seminarräumen „entlasteten“ *Unterrichts vor Ort* werden in der fachdidaktischen Literatur seit jeher hervorgehoben (BEHRMANN 1944; BEYER 1989; DAUM 1982; ERNST 1971,

FRAEDRICH 1989b; GEIGER 1984; GRUPP-ROBL 1992; HEINRICH 1991; M. HEMMER 1996; KNIRSCH 1979, 1984, NOLL 1981; SCHNEIDER/ SCHÖNBACH 1999). Die mutmaßlichen Vorteile von Außenlernorten sowie die Empfehlungen zur optimalen Exkursionsgestaltung wurden bisher nur wenig durch Evaluierungen überprüft. Die vorliegende Untersuchung soll hierzu ein erster Beitrag sein.

Trotz des angenommenen besonderen Wertes von Exkursionen, werden diese im schulischen Bereich nicht in dem Maße genutzt, wie es theoretisch möglich und didaktisch sinnvoll wäre (RINSCHÉDE 1995, 1997). Dafür verantwortlich sind zum einen die schon im Abschnitt Nahraumbezug genannten praktischen Grenzen (Kap. 3.2.1) und zum anderen verschiedene äußere Zwänge und Hindernisse wie Stundenplanprobleme, Zeitmangel, Sicherheits- und Disziplinprobleme sowie finanzielle Belastungen der Eltern.

3.2.3 Medien

Die Vorbereitung der Medien geht Hand in Hand mit der Methodenplanung. In der Allgemeinen Didaktik werden die Medien nicht selten als Teilaspekt bei den Methoden integriert. Die herausragende Bedeutung der Medien in der Geographie spricht weiterhin für eine gesonderte und sorgfältige Behandlung der Medienfrage neben der Methodenplanung.

In der Geographiedidaktik hat sich die Vorstellung durchgesetzt, dass Unterrichtsmedien *Informationsträger* sind, die eine *Mittlerfunktion zwischen der Wirklichkeit und dem Lernenden* haben (RINSCHÉDE 1999, S. 101; STONJEK 1988, S. 130).

Im schulischen Bereich stehen bei Medien vor allem drei *Funktionen* im Vordergrund:

- Medien als *Vertreter des im Original nicht zugänglichen Unterrichtsgegenstandes*,
- Medien als *Vertreter des Lehrers* und
- Medien als *Förderer des Lernprozesses*

(in Anlehnung an GLÖCKEL 1996, S. 41ff und STONJEK 1997, S. 17ff).

Die erstgenannte Funktion erübrigt sich bei einer Realbegegnung. Die Funktion als Vertreter des Lehrers ergibt sich insbesondere durch die Möglichkeit die Medien als Arbeits- und Selbstbildungsmittel zu verwenden, indem diese eine selbstständige vertiefende Weiterbeschäftigung mit der Thematik unterstützen.

In erster Linie dienen die Medien während einer Exkursion als *Förderer des Verständnis- und Lernprozesses*. Erforderlich sind sie insbesondere dann, wenn gewisse Phänomene in der unmittelbaren Realbegegnung nicht beobachtet oder erkannt werden können.

Dies betrifft zunächst *Prozesse*, die der *Dimension Zeit* unterliegen. Da im Gelände nur der Ist-Zustand zu besichtigen ist, kann bzw. muss etwa der Deglaziationsvorgang durch eine Kartenfolge veranschaulicht werden.

Trotz des flächenmäßig eher kleinen Exkursionsgebietes können wegen der Beobachtungsperspektive *großräumige Gesamtstrukturen und -zusammenhänge* nicht optimal erkannt werden. So kommt etwa die staffelförmige Anordnung der bogenförmigen peripheren Endmoränenwälle erst durch die kartographische Grundrissdarstellung und das Profilbild deutlich zum Ausdruck. Ähnliches gilt für die Entwicklung des Talnetzes oder für großräumige Zusammenhänge wie die Herkunftsfrage von Erratika.

Schließlich kann der *Aufbau des Untergrundes* nur an wenigen Stellen im Gelände durch Aufschlüsse veranschaulicht werden. Hier bieten medial aufbereitete Ergebnisse aus wissenschaftlichen Untersuchungen eine wichtige Ergänzung.

In den genannten Fällen ist das Medium eine *notwendige Ergänzung der Realbegegnung*, welches dabei letztere bezüglich Verständlichkeit und Überschaubarkeit, also Anschaulichkeit, sogar übertrifft.

Neben dem Aufspüren der inhaltlichen Situationen, die einer Medienunterstützung bedürfen, sind ferner Überlegungen zur Gestaltung und zur Reihenfolge der Medien erforderlich.

Die *Gestaltung der Medien* trägt entscheidend dazu bei, ob und wie gerne sich der Adressat mit den Informationen beschäftigt. Das Medium muss dafür anregend gestaltet sein und auf den ersten Blick erkennen lassen, dass der Inhalt einigermaßen rasch und mühelos aufgenommen werden kann. Es gelten also für Exkursionsmaterialien ähnliche Vorgaben wie für Informationstafeln bei Geotopen oder Lehrpfaden. Zu beachten sind folgende Kriterien (verändert und ergänzt nach LEHNES/ GLAWION 2000, S. 317ff; SCHEUPLEIN 2003, S. 43):

- *Gliederung*: Eine aussagekräftige und illustrative Hauptüberschrift ist der erste Blickfang, bevor in einem prägnanten, kurzen Haupttext die wesentlichen Informationen enthalten sind. Bei Bedarf können durch Zwischenüberschriften gegliederte untergeordnete Textebenen bereitgehalten werden.
- *Textgestaltung*: Ein informeller, leicht verständlicher Stil mit kurzen, unverschachtelten Sätzen. Zu vermeiden sind lange Aufzählungen und der übermäßige Gebrauch von Fachbegriffen. Der Haupttext sollte 100 Wörter nicht überschreiten.
- *Visualisierung*: Die kurzen Texte sind mit graphischen oder bildlichen Darstellungen zu kombinieren, um die weitaus größere Kapazität des visuellen Gedächtnisses auszunützen („Bildüberlegenheitseffekt“).

Bei der geführten Exkursion stehen jedoch die visualisierten und verbalisierten Zusammenhänge im Vordergrund, während sich die Texte auf den Medien auf das notwendigste beschränken.

Eine Klassifikation der Einzelmedien im Sinne des „cone of experience“ von DALE (1946) wurde bereits mehrfach vorgeschlagen (OSTERTAG/ SPIERING 1975, S. 5 innerhalb ihrer „nicht technischen Medien“; FICK 1980, S. 185ff; KÖCK 1986, S. 249; STON-

JEK 1997, S. 15). Man gelangt so zu einer didaktisch relevanten Abfolge von den konkreten, wirklichkeitsnahen zu den abstrakten, wirklichkeitsfernen Medien (KESTLER 2002, S. 250). Auch wenn angesichts des Alters der Exkursionsteilnehmer von einem ausgebildeten formalen, abstrakten Denkvermögen ausgegangen wird, ist durch die Verknüpfung mit dem induktiven methodischen Verfahren eine *Abfolge von konkreteren zu abstrakteren Medien* sinnvoll.

Betrachtet man nun die Wirklichkeit selbst als Medium, da es ja gerade bei einer Exkursion darum geht, Informationen aus der realen Landschaft zu erschließen, ergibt sich dieser Ablauf schon von selbst. Eine logische Fortsetzung dieses Prinzips bei den mittelbaren Medien legt eine Orientierung an folgender Reihenfolge nahe: Bilder (Fotos) → Blockbild → Profil → elementar-analytische Grundrisskarten → komplex-analytische geologische Karten → stratigraphische Tabellen (vgl. Kap. 4.3).

3.3 Lernpsychologische Aspekte

In den psychologischen Lerntheorien wird versucht, die Frage „*Wie lernt man?*“ zu beantworten. Im Laufe moderner psychologischer Lernforschung lassen sich zwei Gruppen von Theorien unterscheiden: *Verhaltenstheorien* und *kognitiven Theorien*.

Während in den Verhaltenstheorien der Lernende als Objekt betrachtet wird, das vorzugsweise durch Außensteuerung lernt (Instruktion), sehen kognitive Theorien den Lernenden als Subjekt, welches vorzugsweise bewusst selbstgesteuert lernt (Konstruktion). Die polare Struktur der Lerntheorien darf nicht in einem ausschließendem, sondern vielmehr in einem komplementären Verhältnis gesehen werden. Diese Auffassung lässt sich als *dualistische Lerntheorie* bezeichnen (EDELDMANN 1996; S. 404).

Verhaltenstheorien sprechen eher für lehrerzentrierte Methoden, kognitive Theorien mehr für eine lernerorientierte Herangehensweise. Hinsichtlich der auf einen Exkursionstag beschränkten „Unterrichtsdauer“ erscheint eine vorbereitete leiterzentrierte Führungsstruktur als ökonomisch sinnvoll. Allerdings nicht im Stile der in der Erwachsenenbildung weit verbreiteten Vortragsmonologe mit ausschließlich rezeptiven Aufnahmemöglichkeiten, sondern ergänzt durch

- lernerorientierte Öffnungen mittels problemorientierter Strukturen,
- Möglichkeiten für selbsttätige Erfahrungen (z.B. im Aufschluss und im Moor),
- gesprächsfördernde induktive Herangehensweise sowie
- Interesse fördernde Kommunikationsverfahren (Kap. 3.2.1).

Somit erfolgt sowohl außen- als auch innengesteuertes Lernen im Sinne der dualistischen Lerntheorie.

Unabhängig von der Art des Lernens können nur verarbeitete („kodierte“) Informationen ins *Langzeitgedächtnis* übernommen werden. Die wichtigste Voraussetzung für eine Kodierung ist die *Verknüpfung der neuen Information mit dem Vorwissen* des Lernenden. Verankert werden Ereignisse mit einem gewissen Grad an Neuigkeit und Bedeutsamkeit. Wichtig werden Informationen u.a. dadurch, dass ein Bezug zu eigenen Erfahrungen hergestellt werden kann (Selbstbezugseffekt).

Daneben kann das *Verstehen und Behalten von Begriffen* nach Erkenntnissen aus der pädagogischen Psychologie durch verschiedene Maßnahmen gefördert werden.

Werden Begriffe zusammen mit der *Anschauung* oder sogar mit dem wörtlich verstandenen „Begreifen“ vermittelt, ergeben sich für den Lernenden mehrere Möglichkeiten der geistigen inneren Repräsentation („*multiple Repräsentation*“), was das Behalten erleichtert (MIETZEL 1998, S. 210ff).

Zusammenhänge werden durch *geordnet und strukturiert dargebotene Inhalte* sichtbar, wodurch Informationen sinnvoller und damit wissenswerter erscheinen. Die Strukturierung erhöht zudem die Anzahl der Verankerungsmöglichkeiten im Langzeitgedächtnis, so dass der Zugriff bei der Reproduktion erleichtert wird (KAMINSKE 1997, 49f; 2000, 55ff; Tab. 5c).

Oft ist das Wissen vorhanden, kann aber spontan nicht angewendet oder übertragen werden. Man spricht dann von „*trägem Wissen*“. Dem kann entgegengewirkt werden, indem das Gelernte anhand verschiedenartigster Beispiele zur Anwendung kommt und innerhalb verschiedener Kontexte erfahren wird („*Entkontextualisierung*“). Sehr effektiv ist die aktive Anwendung in möglichst *authentischen* (wirklichkeitsnahen) Situationen (MIETZEL 1998, S. 282ff).

Eine differenzierte Auseinandersetzung mit den verschiedenen Arten der *Motivation* (HECKHAUSEN 1989) würde in diesem Zusammenhang zu weit führen. Ein Hinweis bezüglich des Schwierigkeitsgrades der neuen Informationen sei aber erwähnt. So darf der Unterschied zwischen neuem und altem Wissen nicht zu groß und nicht zu klein sein. Man spricht von „*dosierter Diskrepanz*“ oder einem „*mittleren Maß an Neuigkeit*“. Es geht also darum, anspruchsvolle, aber realistische Leistungsstandards zu setzen, um einen ausreichenden Anreiz zu bieten, ohne abzuschrecken.

Bezüglich der *Menge der zu verarbeitenden Informationseinheiten*, die man auch als Hauptgedanken auffassen kann, gilt die Regel, dass durch das Arbeitsgedächtnis *durchschnittlich sieben plus/ minus zwei neue Ideen gleichzeitig* verarbeitet werden können (MILLER 1956). Auch wenn mittlerweile klare Hinweise dafür existieren, dass diese Ka-

pazität höher liegen kann, da sprachliche und visuelle Informationen in relativ unabhängig voneinander operierenden Subsystemen verarbeitet werden (BADDELEY 1990, zit. nach SCHNEIDER/ BÜTTNER 1998, S. 655f), dient die Zahl 7 ± 2 doch als sichere Richtlinie.

Will man eine Überforderung möglichst ausschließen, so sollte die gesamte Thematik als auch die verschiedenen Unterabschnitte auf der Grundlage von nicht mehr als *fünf Hauptgedanken* organisiert werden.

Diese Vorgabe wurde nicht nur bei der Strukturierung der Exkursionsinhalte berücksichtigt, sondern auch bei den Ausführungen zur vorliegenden Arbeit. So wurde besonders darauf geachtet, dass Aufzählungen nicht mehr als fünf bis sieben Unterpunkte enthalten.

Unterstützt wird die kognitive Psychologie zunehmend von *hirnbiologischen Erkenntnissen* (SPITZER 2002). Lernen besteht neurologisch betrachtet in der Veränderung der Stärke der synaptischen Verbindung zwischen Neuronen. Für den Nachweis dieser Erkenntnis erhielt im Jahre 2000 der New Yorker Psychiater österreichischer Abstammung ERIC KANDEL den Nobelpreis für Medizin. Durch häufige Übung und Aktivierung werden die entsprechenden chemischen Reaktionen in Gang gesetzt.

Erleichtert wird das Lernen durch eine neurologisch *ganzheitliche Sichtweise*.

Dies betrifft einerseits die sog. *horizontale Integration* durch das Zusammenwirken der linken und rechten Hemisphäre der Großhirnrinde (Cortex). So ist es etwa günstig, die rationale analytische Wahrnehmung der linken Hemisphäre mit der emotionalen anschauungsorientierten Wahrnehmung durch die rechte Hemisphäre zu ergänzen.

Unter *vertikaler Integration* versteht man die gegenseitige Beeinflussung von corticalen (in der Großhirnrinde befindliche) und subcorticalen (unterhalb der Großhirnrinde befindliche Bereiche der zentralnervösen Integration) Strukturen. Bei der vertikalen Integration kommt es zu einem engen Zusammenspiel zwischen den kognitiven Prozessen der Großhirnrinde und den emotional-motivationalen Prozessen des limbischen Systems der subcorticalen Strukturen. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass Emotionen das Behalten fördern (EDELMANN 1996, S. 38; SPITZER 2002, S. 157ff).

Sogar in Hinblick auf die Entwicklung *moralischer Werte* sind neurobiologische Erkenntnisse interessant. Aufgrund neuartiger Untersuchungsmethoden konnte festgestellt werden, dass moralische Werte im Frontalhirn codiert werden. Dies ist das letzte neuronale Areal, dessen Verbindungen mit Myelin ummantelt werden. Der Vorgang findet erst in der Pubertät oder auch später statt, so dass bei Jüngeren grundsätzlich wertegeleitetes Verhalten, das auch die Zurückstellung kurzfristiger Bedürfnisse bedeutet, nicht erwartet werden kann (SPITZER 2002, S. 339ff).

Ein bei dieser Exkursion zu erwartendes psychologisch bedingtes Lernhindernis sei abschließend erläutert. Es handelt sich um die „*auf Voreingenommenheit beruhende Bestäti-*

gungstendenz“ („*confirmation bias*“; engl. confirmation = Bestätigung, bias = Neigung, Vorliebe). Es geht um die Neigung vieler Menschen, an bereits vorhandenem Vorwissen zu einem Sachverhalt beharrlich festzuhalten und neue diskrepante Informationen zurückzuweisen. Das Vorwissen eines Menschen ist erstaunlich zählebig und widerstandsfähig gegenüber Veränderungen, selbst wenn es falsch ist. Man kann sicher davon ausgehen, dass zum Thema „Eiszeit und Gletscher“ einiges an Vorwissen vorhanden ist, möglicherweise aber sehr oberflächlich oder sogar falsch. Überwunden werden kann die „*confirmation bias*“, wenn es gelingt, das Vorwissen zu erschüttern, z.B. indem man dem Lernenden einsichtig machen kann, dass sein Vorwissen falsch ist. Damit wird ein „kognitiver Konflikt“ herbeigeführt, der eine aktive Auseinandersetzung mit den neuen Informationen initiiert (MIETZEL 1998, S. 35-43 und S. 298-311).

4. Konzeption der Exkursion

In diesem Kapitel wird auf der Grundlage der dargelegten didaktisch-methodischen Überlegungen (Kap. 3) die Exkursionsplanung am Beispiel des würmeiszeitlichen Tölzer Lobus (Kap. 2) konkretisiert.

Einleitend erfolgt eine Begründung für die *besondere Eignung des ausgewählten Gebietes* für das geplante Projekt (Kap. 4.1).

Für den *konkreten Ablauf der Exkursion* werden zwölf geeignete Standpunkte ausgewählt. Diese werden als „Geopunkte“ bezeichnet. Auch die Aufeinanderfolge der Geopunkte, die so genannte „*Führungslinie*“, wird sorgfältig überlegt festgelegt und begründet (Kap. 4.2).

Der *Reihenfolge des Einsatzes der Medien* während des Exkursionsverlaufes wird im Zusammenhang mit der Aufeinanderfolge der Geopunkte erläutert (Kap. 4.3).

Verschiedene, in die Exkursion integrierte inhaltliche *Aspekte der ganzheitlichen Abrundung* (sog. holistische Aspekte) werden zusammenfassend in einem Abschnitt dargestellt (Kap. 4.4).

Schließlich werden die *Vorzüge einer Fahrrad-Exkursion* herausgestellt und die *technischen Merkmale der Exkursionsroute* beschrieben. Letztere ermöglichen eine Abschätzung der notwendigen körperlichen Voraussetzungen für die Exkursionsteilnehmer (Kap. 4.5).

Es werden diejenigen Abbildungen, die *Bestandteil des Handouts an die Exkursionsteilnehmer* sind, mit der Bezeichnung *Blatt* belegt (Blatt 1 bis Blatt 8, beigelegt als Anhang 6 bis 13). Ferner werden Abbildungen, die als *Anschauungsmittel während der Exkursion* dienen, mit der Bezeichnung *Material* versehen (Material 1 bis Material 7).

4.1 Besondere Eignung des Exkursionsgebietes

Der Tölzer Lobus des würmeiszeitlichen Isar-Loisach-Gletschers ist aus nachstehenden Gründen für eine geodidaktische Exkursion außerordentlich geeignet:

- *Sämtliche Phänomene von Außensaumlagen ehemaliger Vorlandgletscher sind auf engstem Raum vereinigt.* Die Hauptelemente der „glazialen Serie“ vom Zungenbe-

cken über die peripheren Endmoränenwälle bis zum Vorland aus Altmoränen und Schotterfluren können durch ein Profil mit der Horizontalentfernung von ca. 6 km exemplarisch erfasst werden.

- *Wesentliche Merkmale* sind *paradigmatisch ausgeprägt*, ähnlich wie beim Innegletscher, der aufgrund seiner regelmäßigen Entfaltung und klaren Gliederung als besonders geeignet für eine erdgeschichtliche Monographie erschien (TROLL 1924, S. 6). Will man die wesentlichen Landschaftselemente jedoch in einer Tagesexkursion mit dem Fahrrad „erfahren“, ist dies beim sehr gut *überschaubaren Tölzer Lobus* viel einfacher zu bewältigen als beim ausgedehnteren Innegletscher. Die geradezu idealtypische Auffächerung der Endmoränenwälle des Tölzer Lobus kommt in der geomorphologischen Karte von ROTHPLETZ (1917) klar zum Ausdruck (Abb. 2-2, Kap. 2.4.1).
- Die Entwaldung großer Strecken des äußeren Endmoränenwalles insbesondere zwischen Kleinhartpenning und Sufferloh und dessen Nutzung als Grünland lassen die *Oberflächenform in besonderer Prägnanz* hervortreten.
- Der Untergrund kann sowohl in Jung- als auch Altmoränen durch *vorhandene Geländeaufschlüsse* (Kiesgruben) erkundet werden.
- Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass ein *Großteil der Landschaftselemente noch weitgehend in ihrer ursprünglichen Ausprägung erhalten* ist, da postglazial nur noch eine unbedeutende zentripetale Entwässerung über den Ellbach stattfindet. Der Nordosten des Tölzer Lobus wird durch keinen oberirdischen Abfluss entwässert (KALLENBACH 1964, S. 81). Dadurch fand und findet keine nachträgliche Ausräumung größerer Bereiche statt, wie etwa beim benachbarten Wolfratshausener Lobus durch die Isar. Selbst die ehemaligen Gletschertore sind weitgehend erhalten.
- Durch die Nähe zur Universitätsstadt München war das Gebiet häufig Gegenstand geowissenschaftlicher Untersuchungen, wenn auch nicht so intensiv wie das der größeren Teilloben der Vorlandgletscher. Die vorhandenen Publikationen zum Exkursionsgebiet bieten eine *gute fachwissenschaftliche Grundlage*.
- Schließlich ist Holzkirchen als Ausgangspunkt der Exkursion *verkehrstechnisch gut und einfach erreichbar*. Holzkirchen liegt am Kreuzungspunkt mehrerer Bundes- und Landstraßen und in unmittelbarer Nähe der Autobahn A 8 München - Salzburg. Als Eisenbahnknotenpunkt ist Holzkirchen aus fünf Richtungen (München, Rosenheim, Miesbach bzw. Bayrischzell, Tegernsee und Bad Tölz bzw. Lenggries) durch S-Bahn und Nahverkehrszüge erreichbar.

Es handelt sich um ein „überschaubares kompaktes Gebiet, in dem ein echtes Ensemble aus vernetzbaren Geopunkten angeboten werden kann“ (BIRKENHAUER/ KRUHL/ LAGALLY 2004, S. 10), um das gewählte Thema vollständig zu repräsentieren.

4.2 Auswahl der Geopunkte und Festlegung der Route

Bei der *Auswahl der Geopunkte* (Exkursionshaltepunkte) ist zunächst sicherzustellen, dass alle inhaltlichen Aspekte, die zum Verständnis des Gesamtzusammenhangs erforderlich sind, erfasst werden.

Als essentiell werden folgende inhaltlichen Elemente erachtet:

- End-, Rückzugs- und Grundmoränen als Landform,
- Erkennungsmerkmale von Moränenmaterial,
- Unterschied zwischen Jung- und Altmoränen,
- Hydrographie der Schmelzwässer (zentrifugale und periphere Trockentäler, Schotterterrassenniveaus),
- Zungenbecken als Teil der „glazialen Serie“ (Moränenstausee, Eiszerfallslandschaft).

Die holistische Abrundung (Kap. 4.4) erfolgt jeweils integrierend an geeigneter Stelle.

Jeder einzelne Geopunkt wurde möglichst unter Beachtung der unter Kap. 3.2.2.2 formulierten Gütekriterien ausgewählt.

Die *Festlegung der Exkursionsroute* kann nicht einfach inhaltlichen Strukturen folgen, sondern muss sich auch nach der räumlichen Verteilung der Geopunkte richten, um mehrfaches Abfahren einzelner Teilstrecken weitgehend zu vermeiden. Die Exkursionsroute ergibt sich damit als bestmöglicher Kompromiss aus räumlichen Gegebenheiten und inhaltlicher Struktur.

Die *Abfolge von zwölf in etwa gleichwertigen Geopunkten* verlangt von den Teilnehmern die Verarbeitung von ebenso vielen Hauptgedanken (vgl. Kap. 3.3). Das Verstehen und Behalten wird gefördert, wenn das Material geordnet dargeboten wird (KAMINSKE 1997, S. 49f; 2000, S. 55ff). Als Ordnungsmuster wird eine Clusterstruktur gewählt. Dadurch wird die Exkursion in drei Teilabschnitte mit je höchstens vier Geopunkten gegliedert (Abb. 4-1, entspricht *Blatt I* des Teilnehmer-Handouts, s. Anhang 6).

Als Einführung dient *Teilabschnitt I* dazu, häufige und charakteristische Eiszeitspuren im Gelände zu erkennen und zu verstehen. Durch die Lage der Aufschlüsse in Jung- bzw. Altmoräne sind zwei Geopunkte bereits festgelegt. Die Positionierung der beiden weiteren Geopunkte dieses Teilabschnittes ist mit diesen räumlichen Vorgaben zu vereinbaren. Am Anfang stehen würmeiszeitliche Formen bzw. Ablagerungen, da sie einerseits den Hauptinhalt der Exkursion repräsentieren und andererseits klar erkennbar sind. Ferner wird darauf geachtet, dass die Wegstrecke nicht zu lang wird.

Die Anordnung der Geopunkte in den *Teilabschnitten II bzw. III* erfolgt entsprechend dem Profilschnitt von den peripheren Endmoränen zum Zungenbecken bzw. umgekehrt. In dieser Reihenfolge der Erkundungsziele kann das räumliche Nacheinander leicht mit der

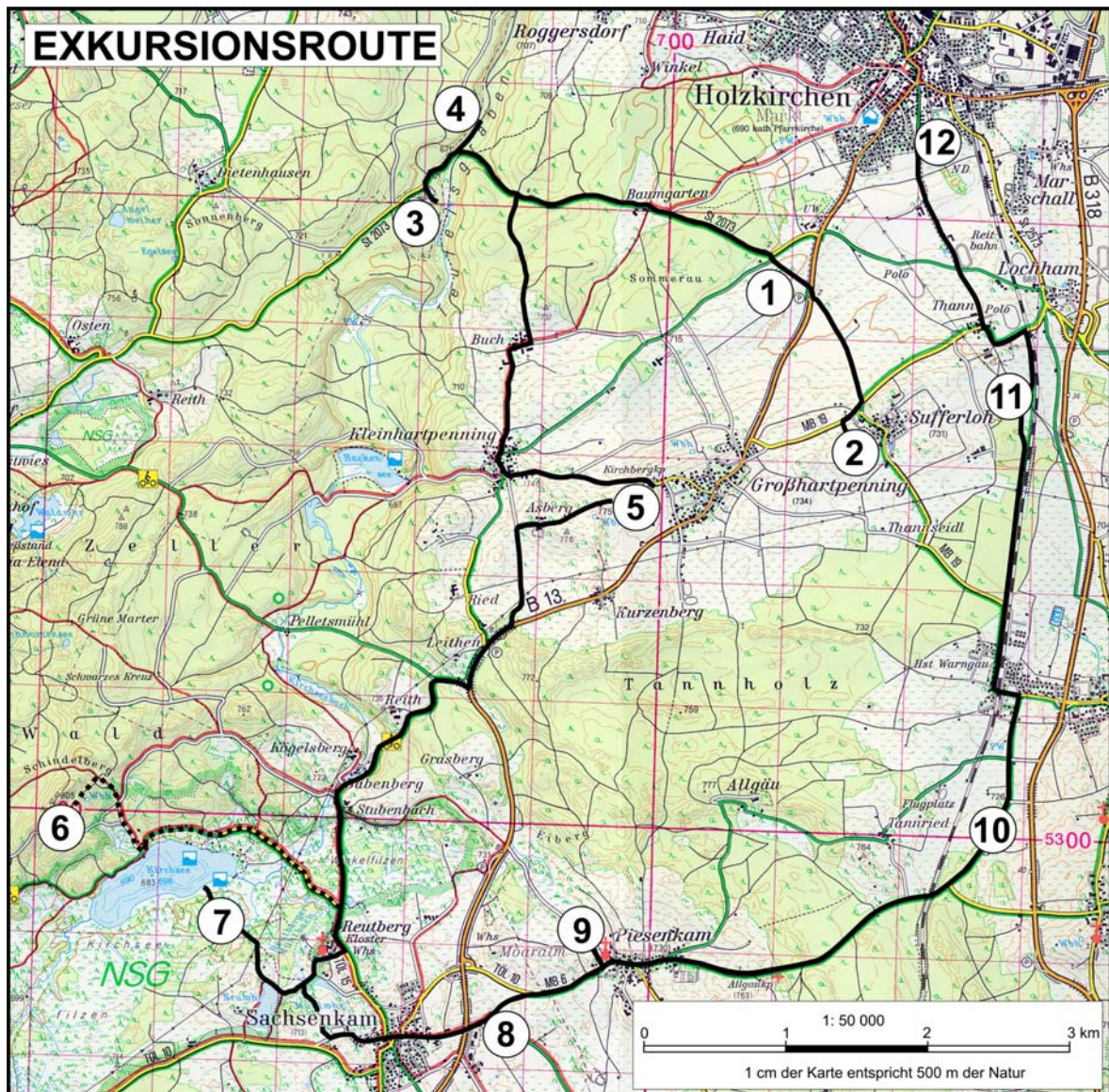


Abb. 4-1: Exkursionsroute zur Fahrt „in die Eiszeit“ (Kartengrundlage: BAYERISCHES LANDES-VERMESSUNGSAMT 2000).

„Mottos“ der einzelnen Teilabschnitte und wichtige Exkursionshaltepunkte (Geopunkte):

Teilabschnitt I: „Spuren der Eiszeit“

1. Frontaler Blick zur Endmoräne
2. Kiesgrube Sufferloh
3. Kiesgrube Zeller Wald
4. Teufelsgraben

Teilabschnitt II: „Stationen des Gletscherrückzugs“

5. Aussicht von der Endmoräne
6. Findlinge am Schindelberg
7. Zungenbecken Kirchsee
8. Sachsenkamer Rückzugswall

Teilabschnitt III: „Wege der eiszeitlichen Schmelzwasserströme“

9. Piesenkamer Umfließungsrinne
10. Warngauer Schotterebene
11. Gletschertor südlich Lochham

Abschließende Zusammenfassung:

12. Ortsrand Holzkirchen (Panorama nach Süden).

inhaltlichen Logik vereint werden. Dies sieht auch WIECZOREK (1995, S. 117) so: „Sehr einfach wird dieses Problem (gemeint ist das Anordnungsproblem von Geopunkten, der

Verf.) für eine Exkursion mit dem Thema „Die glaziale Serie“ zu lösen sein, da diese vom Vorland zum ehemals vergletscherten Gebiet oder in umgekehrter Richtung in einem Profil abefahren werden kann.“ Im Zuge dieser Exkursion werden beide Richtungen des Profils abefahren. Dabei folgt die jeweilige Richtung der „Bewegungsrichtung“ der eiszeitlichen Prozesse. Die beiden Teilabschnitte werden mit entsprechendem Motto ausgewiesen:

- Teilabschnitt II: „Stationen des Gletscherrückzugs“ (Profil vom Vorland zum Zungenbecken).
- Teilabschnitt III: „Wege der eiszeitlichen Schmelzwasserströme“ (Profil vom Zungenbecken zum Vorland).

Gemäß der unterschiedlichen Schwerpunktsetzung werden die Profillinien gewählt. Beide Profillinien für sich genommen weisen die Organisationsform „Kette“ auf, während sie zusammen einen „Kreis“ bilden (KNIRSCH 1979, S. 40).

Die gesamte Exkursion wird demnach aus der Sequenz der drei Teilabschnitte „*Spuren der Eiszeit erkennen*“ (Kap. 4.2.1), „*Stationen des Gletscherrückzugs*“ (Kap. 4.2.2) und „*Wege der eiszeitlichen Schmelzwasserströme*“ (Kap. 4.2.3) gebildet.

Innerhalb dieser Teilabschnitte werden nun die einzelnen Geopunkte vorgestellt.

4.2.1 Teilabschnitt I: „Spuren der Eiszeit erkennen“

Zu Beginn der Exkursion werden grundlegende, aber doch einigermaßen leicht zu erkennende Spuren der Eiszeit erkundet. Dies sind Endmoränenwälle und glazifluviale Trockentäler als charakteristische Landformen sowie die typische Struktur und Zusammensetzung von Moränenmaterial.

Im Zentrum der Exkursion stehen die jungpleistozänen Ablagerungen, weswegen diese am Anfang dieses Teilabschnittes stehen. Die augenfällige äußere Form der würmzeitlichen Endmoränen bietet sich als Einstieg (Geopunkt 1) an, bevor sich Fragen zu deren inneren Aufbau stellen (Geopunkt 2).

Der Einbezug des Altmoränengürtels drängt sich an dieser Stelle primär durch die Lage des Aufschlusses der ribeiszeitlichen Moräne im Zeller Wald auf (Geopunkt 3). Die beim ersten Aufschluss in der Jungmoräne gewonnenen Erkenntnisse können dabei sofort angewendet werden. Zwar wird dabei bereits der Polyglazialismus angesprochen, jedoch erfolgt eine Präzisierung der Chronologie der verschiedenen Glaziale des Pleistozäns erst bei Geopunkt 12 innerhalb der abschließenden Darstellung des Gesamtzusammenhangs.

Der zur Erkundung eines glazifluvialen Trockentales ideal geeignete Geopunkt 4 liegt in unmittelbarer Nähe zum vorher besuchten Aufschluss.

4.2.1.1 Geopunkt 1: Blick auf den Endmoränenwall

Der Einstieg in die Exkursion erfolgt über die im unmittelbaren Vorland landschaftsbherrschende Form des äußeren Endmoränenwalles. Das leicht zu erkennende Phänomen soll motivierend wirken. Dieses Vorgehen stimmt auch mit der journalistischen Grundregel „Top Down“ überein, die verlangt, mit dem Wichtigsten zu beginnen (HOFMANN 2004, S. 33).

Als Standpunkt wird eine leicht erhöhte Position auf der Kammlinie eines vorgelagerten Altmoränenwalles gewählt, wo offene Acker- und Grünlandflächen das Relief klar hervortreten lassen und ein frontaler Blick auf den äußeren Endmoränenwall möglich ist. Der markante Geländeunterschied vom ausgeglichenen Altmoränen- und Terrassenrelief zum lebhaften Jungmoränengebiet tritt so besonders deutlich hervor (Abb. 4-2).



Abb. 4-2: Blick auf den äußeren Endmoränenwall vom Geopunkt 1 aus. Am linken Bildrand, z.T. hinter dem Endmoränenwall: Großhartpenning (Aufnahme: F. Kestler am 29. Juli 2004, ca. 8 Uhr, Blickrichtung nach SW).

Die Erklärung zur Entstehung von Endmoränenwällen wird unterstützt durch das aktualistische Prinzip, das durch ein Foto einer rezenten Gletscherzunge mit aufgeschobenem Endmoränenwall visualisiert wird (*Material 1*).

Das wallförmige Relief allein ist jedoch noch kein hinreichender Beleg für das Vorhandensein von Ablagerungen glazialen Ursprungs, da ähnliche Oberflächenformen auch auf andere Arten geschaffen werden können.

Es ist also notwendig, weitere Belege für den Glazialcharakter zu suchen. Höchst aufschlussreich ist in solchen Fällen der innere Aufbau der Hügellandschaft, der durch die Vegetationsbedeckung nicht unmittelbar ersichtlich ist. Bereits vom Geopunkt 1 aus ist in der Fortsetzung des Endmoränenwalles nach Osten weithin sichtbar ein Aufschluss zu erkennen. Aus dieser Gelegenheit ergibt sich der nächste Standpunkt.

Material 1

Aktuelle Moränenwälle



Bild 1: Am Gletscherende wird der mitgeführte Schutt als Endmoräne abgelagert (Briksdalsbreen, ein Abfluss des Plateaugletschers Jostedalbreen, Norwegen).



Bild 2: Gletscherzunge, die sich von der Endmoräne (rechts hinten) zurückgezogen hat. Im Vordergrund kantengerundetes Moränenmaterial (Morteratschgletscher, Schweiz).

Fotos:
Bild 1: F. Kestler
Bild 2: O. Baume

4.2.1.2 Geopunkt 2: Kiesgrube Sufferloh (Jungmoräne)

Die in der Kiesgrube von Sufferloh sichtbaren Ablagerungen sollen zur Klärung folgender Fragen beitragen:

- Auf welche Art wurde das Material abgelagert?
- Woher stammt das Material?

Die Erkennungsmerkmale für Moränenablagerungen können gut anhand des aufgeschlossenen Materials erarbeitet werden. Es ist unsortiert und besteht aus verschiedenen Korngrößen in einer feinkörnigen Grundmatrix (Abb. 4-3).



Abb. 4-3: Unsortiertes, kantengerundetes Moränenmaterial in der Kiesgrube Sufferloh (Aufnahme: F. Kestler am 28. Juli 2005, ca. 17 Uhr).

Die Geschiebe sind geschliffen, gekritzelt und kantengerundet mit unterschiedlichem Rundungsgrad. Die Schrammen werden vor allem im dunkleren weichen Gestein deutlich sichtbar. In diesem Aufschluss sind sie am leichtesten auf dunkelgrauem Muschelkalk und gelbbraunem Kalkmergel erkennbar (Abb. 4-4).



Abb. 4-4: Gekritztes Geschiebe (hier Muschelkalk) aus der Kiesgrube Sufferloh als typisches Erkennungsgestein der Moränen (Aufnahme: F. Kestler am 20. Juni 2005)

Um die Herkunft des Materials zu erkunden, wird jeder der Exkursionsteilnehmer gebeten, wahllos zehn Steine zu sammeln. Gemeinsam werden die Steine nach der zur Verfügung gestellten Bestimmungstafel (*Material 2*) sortiert und ausgezählt.

Durch diese einfache qualitative und quantitative Analyse können die ungefähren Anteile der verschiedenen Gesteinsarten ermittelt werden. Als Resultat werden sich fast ausschließlich carbonathaltige Sedimentgesteine ergeben, die als Lokalmoräne aus dem nahen Lenggrieser Isartal zu deuten

sind. Die geringen Beimengungen von kristallinen Gesteinen gelangten als Fernmoräne aus den Zentralalpen über die Transfluenzen beim Achenpass und Seefelder Sattel hierher.

Die Identifikation als Moränenmaterial zeigt unter Einbezug des hier endenden lebhaften Reliefs, dass an dieser Stelle ein Höchststand der Gletscherausdehnung erreicht wurde.

Material 2

Moränen-Gesteine



Bild 1: Diorit (Tiefengestein, entstanden durch Erstarrung von Magma).
Fundort: Kiesgrube Zeller Wald.
Herkunft: vermutlich Ötztal oder Silvretta.

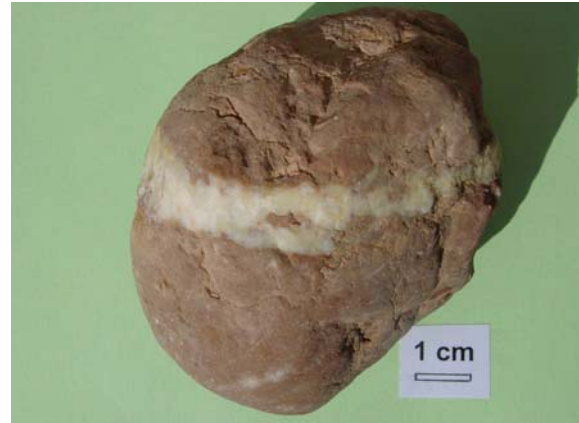


Bild 2: Roter Jura-Kalk mit hellem Aplitgang (feinkörniges magmatisches Ganggestein aus Quarz und Feldpat). Fundort: Kiesgr. Sufferloh
Herkunft: vermutl. Südrand Wettersteingebirge oder Achensee.



Bild 3: Muschelkalk mit hellem Aplitgang
Fundort: Kiesgrube Sufferloh.
Herkunft: Liegendes unter Wettersteinkalk z.B. Karwendelgebirge.



Bild 4: Eklogit (Umwandlungsgestein mit hohem Metamorphosegrad, relativ schwer)
Fundort: Kiesgrube Zeller Wald.
Herkunft: Ötztal oder Unterengadin.



Bild 5: Amphibolit (Umwandlungsgestein mit dunklen Lagen aus Hornblenden)
Fundort: Kiesgrube Zeller Wald
Herkunft: vermutlich Ötztal oder Silvretta.



Bild 6: Kalkmergel (tertiäres Molassegestein)
Fundort: Kiesgrube Sufferloh.
Herkunft: vermutlich Molasseriegel zwischen Bad Tölz und Marienstein.

Alle Aufnahmen: F. Kestler

Der nächste Standort im Zeller Wald ist etwas abgelegen, jedoch der am nächsten liegende Aufschluss im Altmoränengürtel. Er lässt sich an dieser Stelle noch am besten in die Routenführung integrieren. Die Begründung für den Abstecher geht von dem bisher Erfahrenen aus. Da nun ja die ehemalige Außenrandlage des Gletschers bekannt ist, soll erkundet werden, wie die davor liegende ausgeglichene Hügellandschaft entstand.

4.2.1.3 Geopunkt 3: Kiesgrube Zeller Wald (Altmoräne)

Die Kiesgrube im Zeller Wald zeigt einen glazifluvialen Schotterkörper mit aufgelagerter Moräne (Abb. 4-5). Da wir uns außerhalb der im Vorfeld festgestellten Höchststrandlage der jüngsten Gletscher befinden, muss es sich hierbei um ältere Moränen handeln. Dies belegt zumindest eine weitere Vorlandvergletscherung. Offensichtlich sind bei dieser Eiszeit die Gletscher weiter ins Vorland vorgestoßen als beim zuvor behandelten jüngsten Vorstoß.



Abb. 4-5: Rißeiszeitliches Moränenmaterial in der Kiesgrube im Zeller Wald, Geopunkt 3 (Aufnahme: F. Kestler am 23. Juli 2004, ca. 20 Uhr, Blickrichtung E).

Die Teilnehmer werden nun gebeten zu versuchen, einige Gesteine in der Moräne mit der bereits in der Kiesgrube von Sufferloh verwendeten Bestimmungstafel (Material 2) zu

bestimmen. Dadurch wird die beim vorangegangenen Standpunkt eingesetzte Arbeitsweise noch einmal angewendet und vertieft.

Darüber hinaus werden zwei Methoden zur Bestimmung von Mineralien und Gesteinen gezeigt und durchgeführt, die mit einfachen Hilfsmitteln durchgeführt werden können.

Eine *Messerklinge* wird zum Prüfen der *Ritzhärte* von Mineral- und Gesteinsoberflächen eingesetzt, unter Bezugnahme auf die relative Härteskala nach Mohs mit den Härtegraden von 1 bis 10 (z.B. KERN 1988, S. 27ff; SCHUMANN 1990, S. 22ff).

Zum Nachweis für die *Karbonathaltigkeit* von Gesteinen wird *verdünnte Salzsäure* (ca. 8%) verwendet, womit zumindest eine grobe Einordnung möglich ist (GRUNDMANN/SCHOLZ 2005, S. 72).

Interessierte Teilnehmer erhalten für weiterführende selbstständige Gesteinsbestimmungen Literaturhinweise (z.B. GRUNDMANN/SCHOLZ 2005; SCHUMANN 1990).

Im Vergleich zur Kiesgrube Sufferloh enthält die Kiesgrube im Zeller Wald mehr und unterschiedlicheres kristallines Material. Man muss also von stärkeren Zuflüssen über die Transfluenzplätze ausgehen. Dies erklärt sich zum einen durch die größere Mächtigkeit des rißzeitlichen Gletschers und zum anderen durch die Nähe zum Wolfratshausener Lobus. Letzterer wurde über die Kesselbergfurche besser mit Fernmaterial versorgt.

4.2.1.4 Geopunkt 4: Teufelsgraben

Der Teufelsgraben tritt als Landschaftseinschnitt beim Durchbruch durch die Altmoränen besonders markant hervor (vgl. Abb. 2-1). Da die Dietramszeller Landstraße den Teufelsgraben in unmittelbarer Nähe zur soeben erkundeten Kiesgrube quert, bietet es sich an, hier ein im Altmoränengebiet weitverbreitetes Phänomen zu erkunden: Ein glazifluvial angelegtes Trockental.

Trotz Bewaldung ist die Widersprüchlichkeit zwischen tiefem Taleinschnitt und fehlendem Flusslauf so offensichtlich, dass sich die Entstehungsfrage sofort aufdrängt.

Die rätselhafte Geländeform gepaart mit der etwas düsteren Atmosphäre im bewaldeten, tiefen Graben (Abb. 4-6) war bereits seit frühester Zeit Anlass für Sagen und Legenden um die Entstehung dieses tiefen Landschaftseinschnittes.

Nicht nur um die Namensherkunft zu klären, bietet es sich an, ganz unwissenschaftlich mit einer dieser volkstümlichen, die Emotionen ansprechenden Sagen zu beginnen. Etwa diejenige von dem Müller, der wegen anhaltender Trockenheit kein Korn mehr mahlen konnte und in seiner Verzweiflung den Teufel um Hilfe bat. Dieser versprach dem Müller, einen tiefen Graben von der Isar zur Mangfall zu graben, um so das Isarwasser an der Mühle des Müllers vorbei zu leiten. Dafür musste der Müller dem Teufel schweren Herzens seine Seele verschreiben. Deswegen verknüpfte er die Abmachung mit der Bedingung, dass der Graben schon am Morgen des darauf folgenden Tages vor dem ersten Hah-

nenschrei fertig sein musste. Als der Müller nächtens die Heerscharen von arbeitenden Höllengeistern sah, wurde ihm entsetzt bewusst, dass er gerade im Begriffe war, seine Seele zu verlieren. In höchster Not riss er den Hahn vorzeitig aus dem Schlaf, damit jener zu krähen begann. Der Teufel und seine Gehilfen brachen ihr Werk sofort ab. Seit dieser unheimlichen Nacht zieht sich der unvollendete Graben vom Mangfalltal bis zum Kirchsee und heißt bis heute „Teufelsgraben“ (SCHINZEL-PENTH 2004, S. 284ff).



Abb. 4-6: Der Teufelsgraben bei Geopunkt 4 (Aufnahme: F. Kestler am 28. Juli 2004, ca. 17 Uhr, Blickrichtung nach N).

Möglicherweise ist der Name aber nur eine Ableitung aus der Bezeichnung „Deufgraben“, wie früher in der Gegend mundartlich ein tiefer Graben oder Hohlweg genannt wurde. Anfang des 19. Jahrhunderts waren zudem viele Beamte aus Franken. Ein solcher hat unter Umständen ein mündlich überliefertes „D“ zu einem geschriebenen „T“ umgewandelt, so dass letztlich aus dem Deufgraben der Teufelsgraben wurde

(mündliche Auskunft des Försters und Revierleiters ALFRED OSTERLOHER).

Die wissenschaftlich-geomorphologische Erklärung der Genese des Grabens als ehemalige Schmelzwasserbahn, welche ihr Quellgebiet durch den Rückzug der Gletscherzunge verlor, kann durch die Teilnehmer selbst erschlossen werden.

Der ungemein tiefe Einschnitt des Teufelsgrabens im Vergleich zu den übrigen ehemaligen Schmelzwasserrinnen steht in Zusammenhang mit der Mangfallumlenkung. Diese wird erst bei Geopunkt 7 wieder aufgegriffen, wenn die großräumigen Zusammenhänge des Deglaziationprozesses auch mit Hilfe der Kartenfolge thematisiert werden.

Der Geopunkt 4 befindet sich an jenem Punkt, von wo ab der Teufelsgraben tatsächlich ein wasserloses Tal darstellt. Etwa 500 m talaufwärts befindet sich mit der Bachschwinde des Kirchseebaches ein registriertes Geotop (vgl. Abb. 1-3), das nur über einen selten benutzten Fußpfad erreichbar ist. Die geringe Bedeutung für das Gesamtverständnis und das zusätzliche Erfordernis eines Umweges, der etwa 45 bis 60 Minuten beanspruchen würde, sind die Gründe für die Nichtberücksichtigung dieses Geotops. Zumindest aber können in der unbewaldeten Fortsetzung des Teufelsgrabens jenseits der Landstraße einige Schlucklöcher besichtigt werden, die das Phänomen der Bachversickerung bereits ankündigen.

Bei der Ausfahrt aus dem Teufelsgraben sind im Straßenanschnitt Deckenschotter angeschnitten, die sich als Abrundung zu den Merkmalen des vorgelagerten Altmoränengürtels anbieten.

4.2.2 Teilabschnitt II: „Stationen des Gletscherrückzugs“

Die Geopunkte dieses Teilabschnittes folgen in einer Kette dem klassischen Profil vom Vorland in den ehemals vergletscherten Bereich. Dabei können von den äußeren Endmoränen bis zum Zungenbecken die einzelnen *Stationen des zurückweichenden Gletschers* nachvollzogen werden.

Unter Einbezug der vorgelagerten Schotterflächen werden die drei Hauptelemente der „glazialen Serie“ innerhalb einer Strecke von ca. 8 km erfahren.

4.2.2.1 Geopunkt 5: Überblick vom äußersten Endmoränenwall

Auf dem Weg vom Teufelsgraben über die Altmoränenlandschaft hinauf zum äußeren Jugendmoränenwall bei Großhartpenning, wird der Unterschied zwischen ausgeglichenerem Relief der Altmoränen und lebhaftem Relief der Jungmoränen in doppeltem Sinne „erfahren“. Gerade in solchen Situationen zeigt sich der Vorzug von Fuß- oder Radexkursionen, da sie auch eine körperliche Erfahrung ermöglichen.

Auf dem Weg zum Standort 5 werden die Ortschaften Buch und Kleinhartpenning passiert. Dort bietet sich die Anwendung des soeben am Beispiel des Teufelsgrabens Erarbeiteten an, da die Genese der Bucher Rinne bzw. des Baumgartener Trockentales bis auf graduelle Unterschiede analog zu der des Teufelsgrabens verlief. Der Verlauf der Hauptschmelzwasserstöße während des Maximalstandes (W1-Stadium) wird im *Handout* für die Teilnehmer auf *Blatt 2* (Anhang 7) durch Abb. 2 (identisch mit Abb. 2-8 in Kap. 2) veranschaulicht. Auf demselben Blatt zeigt Abb. 1 (identisch mit Abb. 2-4 in Kap. 2) die Lage der Tölzer Gletscherzunge im Vergleich zu den benachbarten Gletschern, sowie die Ablagerungen der Rißeiszeit, welche von den Schmelzwässern der Würmeiszeit zerschnitten wurden.

Der Geopunkt 5 selbst wird für eine *erste strukturierende Zusammenfassung* verwendet. Darin wird verdeutlicht wie durch den Verlauf der Endmoränenwälle die Lage des ehemaligen Eisrandes nachvollzogen werden kann.

Man überblickt Richtung N den vorgelagerten, von Trockentälern zerschnittenen Gürtel aus Altmoränen und Schotterflächen vom Zeller Wald im W bis östlich von Holzkirchen.

Die bogenförmige Fortsetzung des äußeren Endmoränenwalles kann nach E über Sufferloh, Thann und Warngau verfolgt werden. Besonders die nach S umschwenkende Fort-

setzung des Walls als schmaler bewaldeter Höhenrücken, der teilweise nur schemenhaft auszumachen ist, bedarf der Blicklenkung durch den Leiter. Unübersehbar ist, dass sich Richtung Kirchsee weitere Wälle anschließen. Um den Überblick zum räumlichen Gesamtzusammenhang zu erleichtern, wird ein *generalisiertes Blockbild zur lokalen Situation* eingesetzt (Abb. 4-7, entspricht *Blatt 3* des Teilnehmer-Handouts, s. Anhang 8).

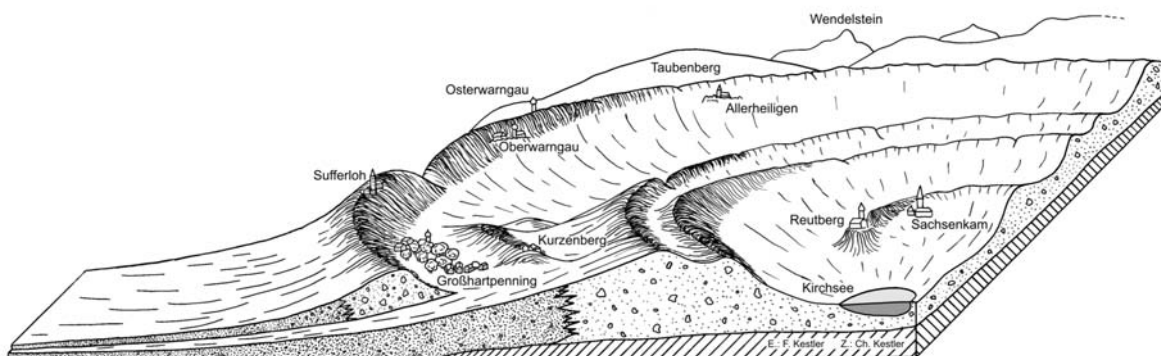


Abb. 4-7: Generalisiertes und überhöhtes Blockbild der „glazialen Serie“ von den Schotterflächen über die peripheren Moränenwälle bis zum Zungenbecken des würmeiszeitlichen Tölzer Lobus. Blickrichtung nach Osten (E.: F. Kestler; Z.: C. Kestler).

An diesem Standpunkt wird ebenfalls deutlich, dass die Endmoränen nur in ihrer Gesamterscheinung einen Wall bilden, während hier im Detail die typische Kuppen- und Kesselandschaft hervortritt.

Der Standpunkt ist ferner dafür prädestiniert, einen Aspekt der ganzheitlichen Abrundung zu verdeutlichen, nämlich die *Entwicklung der Kulturlandschaft in Anpassung an die natürlichen Gegebenheiten*. Da ist einmal die von W und N geschützte Ortslage von Großhartpenning direkt hinter dem Endmoränenwall. Die Kirche wurde durch den im Mangfalltal abgebauten Naturstein Kalktuff erbaut. Ortsnamen wie *Hartpenning*, *Ried*, *Reith*, *Sufferloh*, *Reutberg*, *Tannried* weisen auf Rodungen in einem ehemals waldreicheren Gebiet hin.

Schließlich ist ein Unterschied in der Bodennutzung zwischen Jungmoränen- und Altmoränenlandschaft feststellbar. Während auf Jungmoränen ausschließlich Grünlandwirtschaft betrieben wird, soweit sie nicht ohnehin bewaldet sind, treten auf den pedologisch begünstigten Altmoränengebieten bereits Ackerflächen auf (ausführlichere Darstellung dieser ganzheitlichen Aspekte in Kap. 4.4.1).

4.2.2.2 Geopunkt 6: Findlinge am Schindelberg

Über *mehrere Rückzugsmoränenwälle* und Trockentäler hinweg wird vom Kirchseebecken aus mit dem 805m hohen *Schindelberg* die höchste Erhebung der Schindelberg-Tannrieder-Wallgruppe (W2-Stadium) angesteuert. Diese höchste Moränenerhebung östlich der Ammer (KALLENBACH 1964, S. 38) und auch des Tölzer Lobus steht stellvertretend für die am kräftigsten ausgebildete Rückzugswallgruppe. Diese ist wie alle anderen Endmoränenwälle des Exkursionsgebietes im Westteil am höchsten aufgeschüttet (Kap. 2.4.4.3.2).

Material 3

Findlinge („Irrblöcke“ oder „Erratika“)



Bild 1: Granitfindlinge aus den Zentralalpen auf dem Schindelberg.



Bild 2: „Künftige“ Findlinge auf der Oberfläche des Vernagtferners (Hinteres Ötztal).



Bild 3: Granitfindling aus der Altmoräne in Pallnkam (nördlich von Holzkirchen)



Bild 4: Hausgroßer Findling in Südschweden.

Findlinge wurden durch Gletscher von ihrem Ursprungsgebiet über große Entfernungen in „fremde“ Gebiete transportiert.

Alle Aufnahmen: F. Kestler

Sie befindet sich an der Schnittstelle zum benachbarten Wolfratshausener Lobus, so dass sie als Mittelmoräne von beiden Seiten aufgebaut wurde und beidseitig entsprechend steil abfällt. Sie erhebt sich 120 m über den ca. 800 m Luftlinie entfernten Kirchsee.

Eine besondere Attraktion am Schindelberg stellen die mächtigen *Granitfindlinge* dar, da große kristalline Erratika im Bereich des würmzeitlichen Isar-Loisach-Gletschers sehr selten sind. Eine zusätzliche Besonderheit ist deren Lage nahe der Kammlinie des Moränenwalls. Die Blöcke dokumentieren als Fernmoräne die Transportkraft des Gletschers.

Zur weiteren Veranschaulichung werden Fotos eingesetzt. Diese zeigen einen Findling aus der Altmoräne bei Otterfing, einen haushohen Findling in Schweden sowie eine Felschuttmasse auf der Oberfläche des rezenten Vernagtferners als mögliche Ausgangssituation für weit transportierte erratische Blöcke (*Material 3* - das Foto von den Findlingen am Schindelberg ist vor allem für diejenigen Personen gedacht, die diesen Geopunkt nicht erreichen).

Obwohl jegliche Hinweistafel fehlt, besitzt das Geotop „Findlinge am Schindelberg“ den Schutzstatus eines Naturdenkmals (vgl. Kap. 1.5.2.2, Abb. 1-4).

4.2.2.3 Geopunkt 7: Kirchsee (Zungenbecken, Moorbildungen)

Nach der Abfahrt vom Schindelberg wird der Kirchsee auf der Ostseite großräumig bis zum Kloster Reutberg umfahren. Da am Geopunkt 7 umfassende, komplexe und an-



Abb. 4-8: Kirchsee mit dem Schindelberg-Moränenwall im Hintergrund (Aufnahme: F. Kestler am 29. Juli 2004, ca. 10 Uhr, Blickrichtung n. W).

spruchsvolle Inhalte thematisiert werden, bietet sich davor das Kloster Reutberg mit seinen Einkehrmöglichkeiten als Standpunkt für die Mittagspause an.

Anschließend nähert man sich dem See (Abb. 4-8) auf einem Feldweg von Süden her. Nachdem die Sachsenkammer Wallgruppe beim Klos-

ter Reutberg überquert wird, eröffnet sich die Gelegenheit, im *Zungenbecken* mehrere Phänomene in unmittelbarer Nachbarschaft zu beobachten und zu erkunden.

Zunächst ist das *Zungenbecken* zu nennen, geprägt von einer *flachwelligen Grundmoränenlandschaft*, die von Toteisbildungen (Abb. 4-9) durchsetzt ist.



Abb. 4-9: Eiszerfallslandschaft mit Toteislöchern im Zungenbeckenbereich westlich des Kirchsees (Aufnahme: F. Kestler am 6. Oktober 2004, ca. 10 Uhr, Blickrichtung NE).

Anhand der Karten zum Deglaziationsprozess kann die jeweilige Situation zu den Stadien W4 und W5 nachvollzogen werden (*Blatt 4* des Teilnehmer-Handouts, s. Anhang 9, die Abbildungen sind identisch mit Abb. 2-10 u. 2-11 aus Kap. 2). Wie bereits bei Geopunkt 4 angekündigt, können nun die Umstände der Genese des Teufelsgrabens präzisiert werden. Die Sonderstellung des Teufelsgrabens drückt sich in der im Vergleich zu den übrigen Schmelzwasserrinnen sehr viel stärkeren Tiefenerosion aus. Diese lässt sich nunmehr mit Hilfe der Karten auf Blatt 4 erklären, da gerade während des Rückzugs des Tölzer Lobus vom W4- zum W5-Stadium die Mangfallumlenkung in den Leitzach-Gars-Talzug stattfand, die durch den gleichzeitigen Rückzug des Inngletschers möglich wurde. Da der Teufelsgraben in die Mangfall mündet, ergab sich für den Teufelsgraben eine Tieferlegung der Erosionsbasis auf das Niveau des Leitzach-Gars-Talzugs. Die Kartenausschnitte W4 und W5 sind bewusst so gewählt, dass alle dafür relevanten Zusammenhänge erfasst werden.

Auf dem Weg zum Kirchseeufer bestehen ausgezeichnete Möglichkeiten die *postglaziale Moorbildung als weiteren Aspekt der ganzheitlichen Abrundung* vor Augen zu führen. Im Naturschutzgebiet der Kirchseefilzen sind vom Nieder- und Übergangsmoor bis zum Hochmoor alle Entwicklungsstadien der Moorbildung vorhanden (ausführliche Darstellung in Kap. 4.4.2). Zuerst trifft man auf das Niedermoor und überquert dabei den Kaltenbach, dessen Verengungsquelle als Geotop registriert ist und den Schutzstatus eines Naturdenkmals besitzt (Kap. 1.5.2.2, Abb. 1-5).

Die verschiedenen Moorarten werden vom Exkursionsleiter überblicksartig erläutert. Anschließend erhalten die Exkursionsteilnehmer Gelegenheit, wieder selbst aktiv zu werden. Sie sollen versuchen, mit einer überschaubaren Bestimmungshilfe (*Material 4*) einige

Material 4

Moorpflanzen



Bild 1: Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*) auf nährstoffarmen, sauren Hochmoor-Bulten, giftig, Eiszeitrelikt, mit **Sphagnum-Torfmoos**.



Bild 2: Scheidiges Wollgras oder Moor-Wollgras (*Eriophorum vaginatum*) auf nährstoffarmen sauren, Hochmoorböden (Fam. d. Sauergräser).



Bild 3: Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*) in nährstoff- und basenreichen Niedermooren, Heilpflanze (Familie der Enziangewächse).



Bild 4: Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*) auf neutralem feuchten Boden, mit **rostromem Kopfriete** (*Schoenus ferrugineus*) im Niedermoor.



Bild 5: Braune Segge (*Carex nigra*), häufig in Niedermooren, Vernässungsanzeiger (Familie der Sauergräser).



Bild 6: Gewöhnliche Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*) auf nährstoffarmen, sauren Hochmoor-Bulten (Familie der Heidekrautgewächse).

Alle Aufnahmen: F. Kestler

typische Moorpflanzen selbst zu identifizieren. Die Wirksamkeit dieses selbsttätigen Lernens ist nach Ansichten der kognitiven Theorien besonders groß (Kap. 3.3).

4.2.2.4 Geopunkt 8: Sachsenkamer Rückzugsmoränenwall

Der Geopunkt 8 dient unter anderem einer Zusammenfassung des Teilabschnittes II.

Der Standort befindet sich an der Außenseite der schmalen Sachsenkamer Wallgruppe (W4-Stadium), wo sich ein relativ breites Schotterfeld als Übergang zur Kirchsee-Piesenkam Wallgruppe (W3-Stadium) einschaltet. Die räumliche Trennung von zwei Rückzugsstadien ist also hier besonders deutlich zu erkennen.

Einige typische Charakteristika bezüglich der *Ausprägung der gestaffelten Rückzugswälle* lassen sich an dieser Stelle gut zeigen.

Dies ist einmal die Zunahme des mittleren Abstandes zwischen den einzelnen Wallgruppen zum Zungenbecken hin. Beim Tölzer Lobus trifft dies vom W3-Stadium bis zum W5-Stadium zu. Man muss also von einem nach innen zunehmend rascheren Gletscher-rückzug ausgehen. Die Abnahme der mittleren Höhen der Wallgruppen vom W2-Stadium bis W5-Stadium liegt zum einen an der abnehmenden Verweildauer an den jeweiligen Stillstandsphasen und zum anderen an der zunehmenden Übertiefung des gesamten Geländes zum Zungenbecken hin.

Ein generalisiertes *Profil* aller Stadien von W1 bis W5 verschafft einen Überblick zur Ausprägung und zu den gegenseitigen Lagebeziehungen der einzelnen Rückzugsmoränenwälle (*Blatt 5* des Teilnehmer-Handouts, siehe Anhang 10, das Profil ist mit Abb. 2-6 in Kap. 2 identisch).

4.2.3 Teilabschnitt III: „Wege der eiszeitlichen Schmelzwasserströme“

Im nordöstlichen Teil des Tölzer Lobus sind die Geopunkte 9 bis 12 nun in umgekehrter Richtung zum Teilabschnitt II in einem Profil vom Zungenbecken ins Vorland angeordnet. Diese Anordnung folgt der *Hauptabflussrichtung der Schmelzwasserströme*, deren Dynamik die inhaltliche Leitlinie für diesen Teilabschnitt bildet.

4.2.3.1 Geopunkt 9: Piesenkamer Umfließungsrinne

Am Ortsausgang im NNW von Piesenkam eröffnet sich ein guter Blick in die hier sehr prägnant ausgeprägte *periphere Umfließungsrinne* der Kirchsee-Piesenkamer Wallgruppe (W3-Stadium). Sie wird beiderseits von einem bogenförmigen Moränenzug eingerahmt, so

dass durch den geschwungenen Talverlauf entlang des ehemaligen Eisrandes die periphere Entwässerungsrichtung klar ersichtlich ist (Abb. 4-10).



Abb. 4-10: Periphere Umfließungsrinne bei Piesenkam. Standpunkt auf W3-Stadium mit Blick auf W2-Stadium jenseits des Trockentales (Aufnahme: F. Kestler am 6. Oktober 2004, ca. 16.30 Uhr, Blickrichtung nach NE).

Das Gefälle der Piesenkamer Umfließungsrinne ist entlang des ehemaligen Eisrandes nach NW gerichtet und mündet schließlich im Teufelsgraben, von wo aus die Schmelzwässer den Weg ins Vorland fanden. Diese Konstellation während des W3-Stadiums wird den Exkursionsteilnehmern zusätzlich durch eine Karte veranschaulicht (*Material 5*).

4.2.3.2 Geopunkt 10: Warngauer Tal (Niederterrassen)

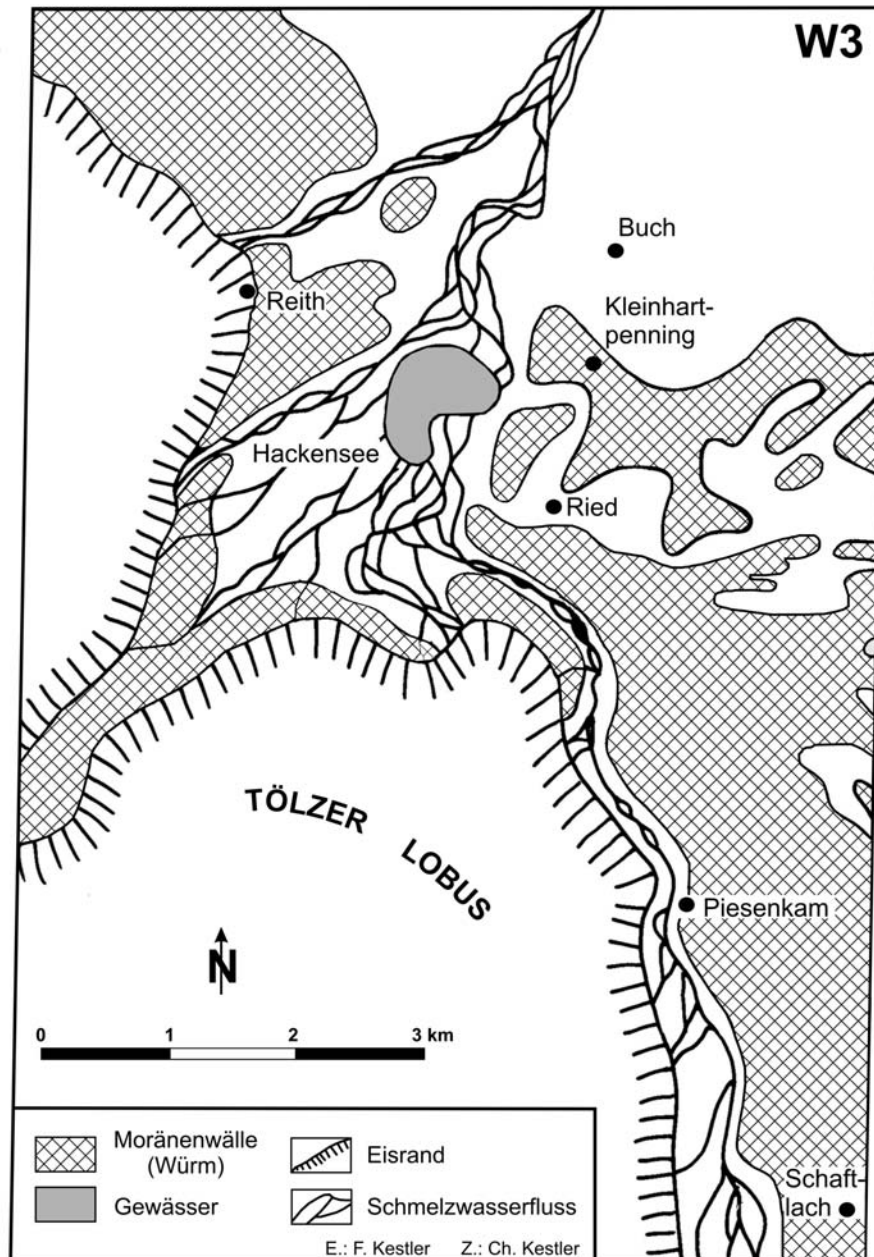
Von Piesenkam ins Warngauer Tal steht letztmalig die Überquerung eines würmzeitlichen Moränenrückzugswalles an. Es handelt sich um die relativ breite Schindelberg-Tannrieder Wallgruppe (W2-Stadium), auch „Staudacher Kessel-Wall“ (STEPHAN 1966, S. 177) genannt. Die Teilnehmer erhalten den Auftrag, bereits erworbenes Wissen anzuwenden, indem sie während der Überquerung des Moränenwalls nach Toteisbildungen Ausschau halten.

Der Geopunkt 10 befindet sich östlich von Tannried auf der *Oberen Niederterrasse* W_1G2_2 , also auf dem Hauptniveau der südlichen Münchener Schotterebene. Das Hauptniveau ist hier mit der Schindelberg-Tannrieder Wallgruppe verbunden. Die Eisrandlage und die Verteilung der Schmelzwässer während dieses W2-Stadiums sind in einer den Exkursi-

onsteilnehmern ausgehändigten Karte dargestellt (Blatt 6 des Teilnehmer-Handouts, s. Anhang 11, die Abbildung entspricht Abb. 2-9 in Kap. 2).

Material 5

Piesenkamer Umfließungsrinne



Während des W3-Rückzugsstadiums (Kirchsee-Piesenkamer Wallgruppe) war den Schmelzwasserströmen der direkte Abfluss durch die ältere Schindelberg-Tannrieder Wallgruppe (W2-Stadium) versperrt. So mussten sie sich entlang des Gletscherrandes ihren Weg bahnen. Die entstandene periphere Umfließungsrinne markiert den ehemaligen Eisrand, bevor sie im Teufelsgraben mündete.

Nach W zum Warngauer Sportflugplatz hin ist eine Terrassenkante erkennbar, die auf das nächstniedrigere Niveau überleitet. Es handelt sich um die *Mittlere Niederterrasse W,G2₃*, die in genetischem Zusammenhang mit der Kirchsee-Piesenkamer Wallgruppe (W3-Stadium) steht. Exemplarisch kann von diesem Standpunkt aus die „normale“ stratigraphische Lagerung glazifluvialer Schotterflächen demonstriert werden, nämlich dass in der Regel das niedrigere Terrassenniveau das jeweils jüngere ist.

Aus der Verknüpfung der Schotterniveaus mit den einzelnen Rückzugsmoränenwällen ergibt sich die chronologische Zuordnung zu den *unterschiedlichen Höhenlagen* der hier beobachtbaren Terrassen.

Ein Rückgriff auf das bei Geopunkt 4 verwendete Blockbild (*Blatt 3*, s. Anhang 8), in dem auch die Verknüpfung der glazifluvialen Schotterterrassen mit unterschiedlichen Moränenwallgruppen idealtypisch dargestellt ist, dürfte das Verständnis zusätzlich erleichtern.

Insgesamt vermittelt das weite Warngauer Tal bereits den landschaftlichen Charakter der durch verwilderte Abflussgerinne (sog. „braided river“-Dynamik) aufgeschütteten Münchener Schotterebene. Zur Veranschaulichung der Entstehungssituation wird ein Foto von verwilderten Abflussgerinnen eines isländischen Gletschers eingesetzt (*Material 6*).

Material 6

Schmelzwasserströme



Zahlreiche Schmelzwasserströme, die das Zungenende eines Gletschers verlassen bilden ein verwildertes, verzweigtes Flusssystem. Die mit großen Mengen Geröll befrachteten Schmelzwässer sind in der Lage, ausgedehnte flache Schotterebenen aufzuschütten.

Gletscherzunge des Skaftafellsjökull in Island (Aufnahme: F. Kestler)

Der Weg zum nächsten Geopunkt führt „zentrifugal“ entlang des durch die Schmelzwässer geschaffenen breiten Warngauer Tales aus dem ehemals vergletscherten Bereich hinaus. Das sanfte gleichmäßige Abfallen dieser glazifluvialen Schotterebene wird dabei gerade nach dem anstrengenden „auf und ab“ über die Jungmoränenwälle recht deutlich spürbar, indem man auf einem „schnurgeraden“ Feldweg ohne große Anstrengung den nächsten Exkursionsstandpunkt erreicht.

4.2.3.3 Geopunkt 11: Ehemaliges Gletschertor südlich von Lochham

Der würmzeitlich vergletscherte Bereich wird schließlich durch das *ehemalige Gletschertor* südlich von Lochham verlassen, wo der Unterschied zur Profillinie von Teilabschnitt II am deutlichsten wird. Während man hier den äußeren Endmoränenwall in fast ebenem Gelände passieren kann, wurde zu Beginn des Teilabschnittes II der äußere Endmoränenwall an einer seiner höchsten Stellen überschritten.

Das *Gletschertor* südlich von Lochham ist neben dem Gletschertor im Teufelsgraben am Hackensee der zweite wichtige nördliche Auslass des Tölzer Lobus. Gerade weil hier wie dort die Entwässerungsrinne nach der Deglaziation trocken fiel, sind die Gletschertore noch fast unverändert erhalten. Deutlich sichtbar ist das allmähliche Abfallen des Endmoränenwalles zum Gletschertor hin. Zur Illustration des Sachverhaltes im Sinne des aktualistischen Prinzips wird den Teilnehmern das Foto eines aktiven Gletschertores präsentiert (*Material 7*).

Material 7

Gletschertor



In Phasen geringer Gletscherbewegungen ergeben sich unter dem Gletscher stabile Abflussbahnen für die Schmelzwässer, die zum Ausschmelzen tunnelartiger Passagen führen. Die höhlenartige Austrittsstelle des subglazialen Schmelzwasserbaches am vorderen Ende der Gletscherzunge (hier z.T. mit Moränenmaterial bedeckt) nennt man Gletschertor.

Zungenende des „Kleinen Vernagtferners“ am Schwarzkögele, Hinteres Ötztal, Österreich.
Foto: F. Kestler

Die *ganzheitliche Abrundung* kann an diesem Standpunkt durch einen weiteren Aspekt ergänzt werden. Der *Zusammenhang zwischen Relief und Verkehrserschließung* (ausführlicher in Kap. 4.4.3) wird vom Geopunkt 11 aus besonders plausibel. Ein Blick nach SE zeigt, dass nicht nur der von den Exkursionsteilnehmern benutzte Feldweg durch den Einschnitt des ehemaligen Gletschertores verläuft, sondern noch ein weiterer Fahrweg, die Bundesstraße B 318 Holzkirchen – Tegernsee sowie die Eisenbahnlinie Holzkirchen – Schaftlach mit ihren Fortsetzungen nach Bad Tölz oder Tegernsee (Abb. 4-11). Dabei kommt nicht nur der Vorteil des geringen Gefälles zum Tragen, sondern zusätzlich der geologische Untergrund, der bautechnisch eine nicht aufwändige und sackungssichere Trassenanlage ermöglicht.



Abb. 4-11: Das Aussetzen des Endmoränenwalles südlich von Lochham an der Stelle, wo sich ehemals ein Gletschertor befand. Den Verlauf der Bundesstraße hinter der Eisenbahntrasse kann man anhand der Autos erkennen (Aufnahme: F. Kestler am 28. Juli 2005, ca. 19.30 Uhr. Blickrichtung nach SE).

Die gezielte Nutzung solcher Unterbrechungen des Moränenwalles durch die Anlage von Verkehrswegen kommt besonders deutlich in der Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 8136 Holzkirchen (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1985b) zum Ausdruck, die an dieser Stelle ebenfalls als Medium eingesetzt wird. Analoge Zusammenhänge zwischen Relief und Verkehrserschließung in der näheren Umgebung dürften für ortskundige Exkursionsteilnehmer leicht zu verifizieren sein.

4.2.3.4 Geopunkt 12: Ortsrand Holzkirchen (Panorama nach S)

Die *Darstellung des Gesamtzusammenhangs* beschließt die Exkursion. Dazu wird ein Standpunkt gewählt, von dem aus zahlreiche Landschaftselemente gut sichtbar sind, die zu einer Synthese beitragen.

Nach S wird das Panorama im Hintergrund durch den Alpenrand mit dem Alpentor bei Bad Tölz bestimmt. Davor dominiert der würmeiszeitliche Endmoränenwall von Warngau

über Sufferloh bis Hartpenning, der sich im E an den Taubenberg anschmiegt. Die Verknüpfung der vorgelagerten Schotter mit den Endmoränen durch flache Übergangskegel ist von hier aus besonders deutlich sichtbar. Auch die zentrifugale Abflussrinne durch das soeben passierte ehemalige Gletschertor befindet sich noch im Blickfeld.

Erdzeitalter	Periode (Beginn in Jahren vor heute)	Entwicklung des Lebens	Holozän (Postglazial) (ca. 10 000)		
Erdneuzeit	Quartär (ca. 2,5 Mio.)	Entwicklung des Menschen; mehrfacher klimabedingter Florenwandel	Eiszeitalter (Pleistozän)	Spätwürm (ca. 15 000)	
	Tertiär (ca. 65 Mio.)	Entfaltung der Blütenpflanzen, Vögel und Säugetiere; Saurier ausgestorben		Würm-Kaltzeit (ca. 115 000)	
Erdmittellalter (Mesozoikum)	Kreide (ca. 144 Mio.)	Saurier in Riesenformen, Aussterben der Ammoniten		Riß-Würm-Warmzeit (ca. 130 000)	Hochwürm (ca. 25 000)
	Jura (ca. 213 Mio.)	Meeres-, Flug- und Dinosaurier; Auftreten des Urvogels Archäopteryx		Riß-Kaltzeiten	Frühwürm (ca. 115 000)
	Trias (ca. 248 Mio.)	Reptilien in vielen Ordnungen, v.a. Saurier; Ammoniten; erste Säugetiere		Mindel-Riß-Warmzeit (ca. 380 000)	
Erdaltertum (Paläozoikum)	Perm (ca. 286 Mio.)	Trilobiten sterben aus		Mindel-Kaltzeit	
	Karbon (ca. 360 Mio.)	„Steinkohle“-Wälder		Günz-Mindel-Warmzeit	
	Devon (ca. 408 Mio.)	Erste Landtiere		Günz-Kaltzeit	
	Silur (ca. 438 Mio.)	Erste Landpflanzen		Donau-Günz-Warmzeit (ca. 790 000)	
	Ordovizium (ca. 505 Mio.)	Erste Fische		Donau-Kaltzeiten	
	Kambrium (ca. 590 Mio.)	Nur Meeresorganismen (Algen und Trilobiten)	Biber-Donau-Warmzeit		
			Biber-Kaltzeiten (ca. 2,5 Mio.)		

Tab. 4-1: Gliederung der Erdgeschichte unter besonderer Berücksichtigung des Eiszeitalters (Pleistozäns) sowie des Würmglazials (Zeitangaben für die präquartären Abschnitte nach MURAWSKI/ MEYER 2004; Zeitangaben für das Quartär nach HABBE 1989, JERZ 1993 und RÖGNER 2004).

Im Sinne des räumlichen Transfers (Lernübertragung auf andere ähnlich strukturierte Räume) wird an dieser Stelle hervorgehoben, dass alles, was die Teilnehmer während dieser Exkursion kennen gelernt haben, in Grundzügen nicht nur für den ganzen Isar-Loisach-Gletscher (*Blatt 7* des Teilnehmer-Handouts, s. Anhang 12; Abbildung identisch mit Abb. 2-1 in Kap. 2), sondern auch auf den gesamten Moränengürtel nördlich der Alpen übertragen werden kann. Letzteres wird mit Hilfe der Geologischen Karte von Bayern 1:500 000 (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1981) demonstriert.

Inhaltlich wird die Exkursion durch eine Einordnung der erfahrenen Sachverhalte in die Chronologie der Erdgeschichte abgeschlossen. Dazu wird eine vereinfachte *stratigraphische Tabelle* verwendet, welche diejenigen Abschnitte hervorhebt, die bezüglich des erkundeten Landschaftsausschnittes von Bedeutung sind (Tab. 4-1 bzw. *Blatt 8* des Teilnehmer-Handouts, s. Anhang 13). Erst in diesem Zusammenhang werden die Kenntnisse über prähistorische Glaziale strukturiert dargestellt.

4.3 Eingesetzte Medien

Die Medien dienen während der Exkursion in erster Linie als *Förderer des Verständnis- und Lernprozesses* sowie für den *lernpsychologisch wichtigen Transfer* (Kap. 3.2.3 und 3.3). Die Gesteins- und Pflanzenbestimmungstabellen (Material 2 und 4) fungieren primär als *Arbeitsmittel*.

Nicht thematisiert werden hier zwei Medien, die den Kern der Lehrveranstaltung bilden, jedoch oft gar nicht als Medium wahrgenommen werden. Dies ist zum einen der Exkursionsleiter als personales Medium und zum anderen die reale Natur- und Kulturlandschaft mit der eine originale Begegnung stattfindet.

Die Medien i.e.S. kommen in einer Abfolge zu Einsatz, die das gewählte induktive Verfahren unterstützen (vgl. Kap. 3.1.3). Dies bedeutet eine *Reihenfolge von den konkreten, wirklichkeitsnahen zu den abstrakten, wirklichkeitsferneren Medien*.

Eine Klassifikation nach diesen Kriterien könnte folgende Kategorien für die während der Exkursion eingesetzten Medien umfassen:

1. Fotos von Moränengesteinen bzw. Moorpflanzen als Arbeitsmittel zum eigenständigen Bestimmen (*Material 2 und 4*).
2. Fotos von im Original während der Exkursion nicht zugänglichen Objekten zur Realisierung des aktualistischen Prinzips: Endmoränenwall eines rezenten Gletschers (*Material 1*), Obermoräne eines rezenten Gletschers (*Material 3*), aktuelle verwilderte Abflussgerinne (*Material 6*), aktuelles Gletschertor (*Material 7*).
3. Blockbild zur lokalen „glazialen Serie“ (*Blatt 3*).
4. Profil zu den Rückzugsmoränenwällen (*Blatt 5*).
5. Elementar-analytische Karten zur Lage der End- und Rückzugsmoränenwälle und Entwässerungsbahnen sowie zur Darstellung des Deglaziationsprozesses (*Blatt 2, 4, 6 und 7, Material 5*).
6. Topographische Karte mit Exkursionsroute (*Blatt 1*).
7. Geologische Karten von Bayern 1:500 000 und 1:25 000, Blatt 8136 Holzkirchen.
8. Stratigraphische Tabelle (*Blatt 8*).

Die elementar-analytischen Karten der Kategorie 5 werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht weiter differenziert. Ihr unterschiedlicher Maßstab impliziert aber unterschiedliche Grade von Konkret- bzw. Abstraktheit. Im Sinne eines aufbauenden Kartenverständnisses werden die konkreteren, großmaßstäbigeren Karten bevorzugt in der ersten Hälfte der Exkursion, die abstrakteren, kleinmaßstäbigeren Karten vorzugsweise in der zweiten Hälfte der Exkursion verwendet.

Die Reihenfolge des Einsatzes der Medien nach den genannten Kategorien während des Exkursionsablaufes von Geopunkt 1 (G01) bis Geopunkt 12 (G12) ist Tab. 4-2 zu entnehmen.

Eine strikte Einhaltung der Prämisse, im Verlauf der Exkursion von den konkreten zu den abstrakten Medien fortzuschreiten, würde in der Tabelle einen *diagonalen Verlauf der Markierungen von links oben nach rechts unten* ergeben. Die Haupttendenz der vorliegenden Verteilung zeigt in diese Richtung.

		Medienkategorie							
		Konkret	→	→	→	→	→	→	→
Geopunkt (lt. Kap. 4.2), bei dem das Medium eingesetzt wird.		1. Fotos in Bestimmungstafeln	2. Fotos von aktuellen „Fernobjekten“	3. Blockbild	4. Profil	5. Elementar-analytische Karten	6. Topographische Karten	7. Geologische Karten	8. Stätigraphische Tabelle
		G01		◆					◆
G02	◆								
G03	◆								
G04							◆		
G05				◆		◆			
G06			◆						
G07	◆					◆			
G08					◆		◆		
G09						◆			
G10			◆	◆		◆			
G11			◆				◆	◆	
G12								◆	◆

Tabelle 4-2: Überblick zum Einsatz der Medien aus den unterschiedlichen Kategorien im Verlaufe der Exkursion.

Allerdings ist auch ersichtlich, dass es nicht praktikabel und sinnvoll ist, sich sklavisch an eine Abfolge von konkreten zu abstrakten Medien zu halten, sondern die Medien sind passend zur inhaltlichen Struktur einzusetzen.

Jedenfalls sollte der Einstieg in keinem Fall über komplexe, abstrakte Medien erfolgen, was einer systematisch-wissenschaftlichen Einführung gleichkommt. Dies hätte sicher eine Frustration und Demotivierung der teilnehmenden Laien zur Folge (BIRKENHAUER 2003, S. 98). Umgekehrt ist es durchaus förderlich, konkrete anschauliche Medien nicht nur zu Beginn, sondern auch zu einem späteren Zeitpunkt einzusetzen, sobald es sich inhaltlich anbietet (z.B. Fotos in *Material 6* bzw. *7* bei Geopunkt 10 bzw. 11).

4.4 Ganzheitliche Abrundungen

Unter *ganzheitlicher (holistischer) Abrundung* versteht man den Ansatz, möglichst alle relevanten Gesichtspunkte der landschaftskundlichen Zusammenhänge darzustellen. (BIRKENHAUER/ KRUHL/ LAGALLY 2004, S. 10).

Die ganzheitliche Denkweise verlangt, dass *Wissen verknüpft werden muss*. Es ist ein bekanntes Ergebnis lernpsychologischer Forschung, dass neue Informationen nur dann nachhaltig behalten werden, wenn sie mit dem vorhandenen Wissen verbunden und darin verankert werden (MIETZEL 1998, S. 222ff; VESTER 1979, S. 143).

Eine ganzheitliche Betrachtung ist ferner gleichbedeutend mit einer *lebensnahen Erfassung der Wirklichkeit*, indem der Zusammenhang zwischen glazial geprägter Landschaft und menschlicher Nutzung aufgezeigt wird. Der Nutzen für die Gesellschaft offenbart sich in der Bedeutung glazialmorphologischer Kenntnisse für die Anlage von Siedlungen, Verkehrswegen und Einrichtungen zur Wasserversorgung oder für die landwirtschaftliche Nutzung. Damit zeigt sich in der ganzheitlichen Betrachtungsweise auch die *gesellschaftliche Relevanz* des Themas.

Die Erfassung sämtlicher denkbaren Betrachtungsweisen dürfte nicht nur im Rahmen dieser Exkursion ein zu hohes Ziel sein. So werden exemplarisch drei holistische Aspekte herausgegriffen (Kap. 4.4.1 bis 4.4.3) und in den Geopunkten 5, 7 und 11 im Exkursionsablauf integriert. Weitere ganzheitliche Perspektiven dienen der Vorbereitung des Exkursionsleiters, um im Bedarfsfall darauf zurückgreifen zu können (Kap. 4.4.4).

4.4.1 Natur- und Kulturlandschaft (Geopunkt 5)

Der Zusammenhang zwischen Natur- und Kulturlandschaft äußert sich außerordentlich sichtbar in der Lage der Siedlungen und in den land- und forstwirtschaftlichen Nutzungsmustern.

Viele *Siedlungen* wurden im Schutze eines Endmoränenwalls errichtet, wie Groß- und Kleinhartpenning, Sachsenkam, Piesenkam und Warngau.

Eine Art der Ortsnamensgebung ist die nach den dort wohnenden Personengruppen. Solche sogenannten *Insassennamen* enden in erster Linie auf „ing“ oder „ingen“ (Darching, Föching, Hartpenning, Otterfing). Dieses Suffix drückt die Zugehörigkeit von Personen zu einer anderen Person aus (BERGER 1993, S. 12ff). Im Falle von Hartpenning bedeutet es nichts anderes als „die Siedlung des Penno (Benno) am Wald“. Auch wenn man sich selten allein auf sprachwissenschaftliche Deutung von Ortsnamen verlassen kann (NIEMEIER 1977, S. 171), zeigen echte „ing-Namen“ die kulturlandschaftlichen Urzellen an, die als Inseln menschlicher Kultur in dem umgebenden, noch riesigen Waldland bestanden (BIRKENHAUER 1996, S. 116f). Die Urzellen müssen „bereits 50 Jahre nach der bajuwarischen Landnahme Grundzüge im Bild damaliger Kulturlandschaft gebildet haben“ (BIRKENHAUER 1996, S. 129). Sie bestehen bereits seit der Zeit um 600 n. Chr. und damit erheblich früher als z.B. Hartpenning (804 n. Chr.) urkundlich belegt werden kann.

Die Verteilung der Urzellen wurde durch physiogeographische Gegebenheiten bestimmt. So wurden bevorzugt Gebiete im pedologisch begünstigten *Altmoränengürtel* (Darching, Föching und Otterfing) oder in unmittelbarer Nähe desselben auf der *Grundmoräne* (Hartpenning) mit den Urzellen inwertgesetzt (Unter Verwendung der Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 8136 Holzkirchen und BIRKENHAUER 1996, S. 120 und 129).

Die ursprünglichste Art der Ortsnamensgebung in der Form von *Stellenbezeichnungen* gibt Hinweise auf die natürliche Umgebung, Situation oder auch Nutzungsart zum Gründungszeitpunkt.

Der auch in globaler Sicht einschneidendste anthropogene Eingriff in die Naturlandschaft, die *Waldrodung* in der mittelalterlichen Hauptrodungsperiode (MÜLLER 1979, S. 12f) spiegelt sich auch hier in vielen Ortsbezeichnungen wieder. Die Namensbestandteile „hart“ (Hartpenning), „loh“ (Sufferloh), „ried“ (Ried, Tannried) und „reut“ (Reutberg) weisen auf eine Rodung in einer ursprünglich stärker bewaldeten Umgebung hin. Das mittelhochdeutsche „hart“ steht meist für einen „Wald, der zur Waldweide dient“ (REITZENSTEIN 1991, S. 171) oder hier vermutlich noch zutreffender für „waldreicher Höhenzug“ (FÖRSTER 1999, S. 162). Das althochdeutsche „loh“ steht für „Gebüsch, Wald, Gehölz“ (BERGER 1993, S. 67). Die Wörter „Ried“ und „Reut“ sind Substantivbildungen zum mittelhochdeutschen „riet“ und althochdeutschen „riuti“ mit der Bedeutung „abholzen, roden“, wobei ersteres auch für „Sumpf- oder Schilfgelände“ stehen kann (BERGER 1993, S. 225; REITZENSTEIN 1991, S. 59).

Größtenteils noch durchgehend bewaldet ist die am höchsten aufragende Schindelberg-Piesenkamer Moränenwallgruppe. Die vollständige Bewaldung des Taubenberges ist in seinem Mittelgebirgsrelief, seinem feuchteren Klima und den Besitzverhältnissen begrün-

det, da große Teile von der Stadt München als Trinkwasserschutzgebiet bewirtschaftet werden.

Die Verschiedenheiten in der *Bodennutzung* zwischen Jungmoränen- und Altmoränenlandschaft sind hauptsächlich auf die Bodenart und Neigungsunterschiede zurückzuführen.

Auf der *Jungmoräne* dominieren Parabraunerden, örtlich auch Braunerden aus überwiegend sandig-kiesigem Substrat. Es handelt sich um einen mittel- bis tiefgründigen, meist sandig-lehmigen Moränenverwitterungsboden mit lehmig-tonigem Bt-Horizont. Er ist für die Nutzung als Acker und Grünland geeignet. Bei Ackernutzung ab mittlerer Hangneigung, d.h. ab 10% Gefälle (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN 1994, S. 58) ist die Erosionsgefährdung hoch. Dies gilt ebenso für die in kleineren Arealen auftretende Pararendzina in der Form flachgründiger, sandig-lehmiger Kiesverwitterungsböden (GROTTENTHALER 1986, S. 194ff und 200ff; BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1986b).

Die Parabraunerden und Braunerden aus *Altmoräne* und älteren Bodenresten sind mittel- bis tiefgründige Lehmböden, häufig mit kryoturbat eingemischtem Interglazialboden. Sie sind bei schwacher Neigung für die Nutzung als Acker geeignet (RÜCKERT 1986, S. 228ff). Auf Hochterrassen und Altmoränen sind auch Bereiche mit Braunerde aus Lößlehm anzutreffen. Es handelt sich um tief- bis sehr tiefgründigen, schluffigen Lehmboden. Er ist für die Nutzung als Acker oder Grünland geeignet. Allerdings ist die Erosionsanfälligkeit hoch. Da in unserem Gebiet der Jahresniederschlag über 1000 mm liegt, sind bei Ackernutzung bereits ab 5% Hangneigung Erosionsschutzmaßnahmen erforderlich (FETZER 1986, S. 139ff).

Auf den *Niederterrassen* herrscht Parabraunerde, örtlich Braunerde mit mittlerer bis großer Entwicklungstiefe vor. Die Parabraunerden auf den tiefergelegenen Teilen der Niederterrasse (z.B. im Wangauer Tal) weisen eine geringere Entwicklungstiefe auf. Die aus carbonatreichem Schotter entstandenen Böden sind z. T. tiefreichend humos. Landwirtschaftlich sind sie als Acker- oder Grünland nutzbar. Auf Ackerböden besteht bei Austrocknung Deflationsgefahr, ansonsten ist auf ebenen Flächen keine Erosionsgefahr gegeben (GROTTENTHALER 1986, S. 176-181; BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1986b).

Die insgesamt geringere Eignung der *Jungmoränenlandschaft* als Ackerland äußert sich in der *fast ausschließlichen Nutzung* derselben als *Grünland oder Wald*. Dabei stehen die Wälder vorzugsweise auf den höheren Endmoränenwällen, die sich durch niedrigere Temperaturen und höhere Niederschläge vom Umland abheben. Diese Ungunst für landwirtschaftliche Nutzung wird durch die hohe Reliefenergie noch verstärkt.

Auf *Altmoränen* sowie *Hoch- und Niederterrassen* ist aus den genannten pedologischen und reliefbedingten Gründen *häufiger Ackerland* anzutreffen. Der Anteil an Ackerflächen war im Gürtel der Altmoränen und Schotterflächen früher vermutlich noch höher. Dort sind unter Wald und Grünland vielfach fossile *Wölbäcker* noch deutlich erkennbar



Abb. 4-12: Ehemalige Wölbäcker (Hochäcker) im Altmoränengürtel zwischen Holzkirchen und Roggersdorf (Aufnahme: F. Kestler am 20. Juni 2005, ca. 20.30 Uhr, Blickrichtung nach W).

(Abb. 4-12). Diese Hinterlassenschaft von Flurwüstungen sind sichere Zeugnisse ehemaligen Ackerbaus.

Eine „kulturelle“ Nutzung des würmeiszeitlichen Endmoränenwalles sei noch am Rande erwähnt. In Hartpenning findet das alljährliche Sonnwendfeuer traditionell auf einer weit hin sichtbaren Kuppe des als Grünland bewirtschafteten Endmoränenwalles statt. Für die Besucher aus einem überregionalen Einzugsbereich wird die flache Außenseite des Endmoränenwalles als Parkplatz zur Verfügung gestellt.

4.4.2 Postglaziale Moorbildung (Geopunkt 7)

Die Moore zählen in mehrfacher Hinsicht zur ganzheitlichen Abrundung:

- Die räumliche Verbreitung der rezenten Moore hängt mit den glazialmorphologischen Landschaftsverhältnissen zusammen.
- Als nacheiszeitliche holozäne Bildung sind Moore ein Ausdruck dafür, dass die Landschaftsentwicklung durch den Rückzug der Gletscher nicht abgeschlossen wurde. Sie hat sich vielmehr u.a. durch die Moorbildung fortgesetzt und dauert weiterhin an.
- Moore lassen verschiedene Nutzung durch den Menschen zu.
- Moore sind wertvolle und schützenswerte Feuchtbiotope.

Die klimatischen *Voraussetzungen für Moorbildung* sind im humiden Klima mit seiner positiven Wasserbilanz im gesamten Alpenvorland gegeben. Zur Vermoorung kommt es aber erst dann, wenn der Abfluss bzw. das Versickern des überschüssigen Wassers erschwert ist und der Grundwasserspiegel ansteigt.

Völlig moorfrei ist der Südteil der Münchener Schotterebene. Im Gebiet der Altmoränen sind nur die Voraussetzungen für vereinzelte, kleine und flachgründige Vorkommen gegeben.

Die Entstehungsräume für Moore liegen daher fast ausnahmslos in den *Jungmoränengebieten*, wo in den glazialen Hohlformen, meist auf wasserstauenden, tonig schluffigem Untergrund die hydromorphologischen Voraussetzungen gegeben sind (LAFORCE/SCHUCH 1985, S. 92). Nicht von ungefähr erhielt diese Landschaftseinheit im „Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands“ die Bezeichnung „*Voralpines Hügel- und Moorland*“ (MEYNEN et al. 1962, S. 77).

„Unter Mooren versteht man im geologischen Sinne eine Lagerstätte von Torf mit einer Mächtigkeit von mindestens 20-30 cm. Ist die Torfschicht geringer ... so spricht man von Anmooren.“ (WALTER 1979, S. 271). Torf ist eine organische, sedentäre (von unten nach oben aufwachsende) Ablagerung, die überwiegend aus abgestorbenem Pflanzenmaterial besteht, das meist auf Grund eines durch Wassersättigung verursachten Sauerstoffmangels nicht vollständig abgebaut wurde (KOPPISCH 2001, S. 8).

Nach der Herkunft des Wassers im Moorboden unterscheidet man zwei *hydrogentische Haupttypen*. Die *Niedermoore* (geogene oder topogene Moore) sind an einen hohen Grundwasserspiegel gebunden und nehmen deshalb die tiefsten Teile des Reliefs ein, die von Verlandung und Versumpfung betroffen sind. Die *Hochmoore* (ombrogene Moore) werden ausschließlich durch auf die Oberfläche fallende Niederschläge gespeist und erheben sich über die Umgebung (ELLENBERG 1978, S. 422ff; SUCCOW/JOOSTEN 2001, S. 234f).

In Bayern haben sich an vielen Stellen durch Verlandung und Versumpfung von Seen aus Niedermooren Übergangs- und Hochmoore entwickelt, so dass diese drei Moortypen dominieren (JERZ 1993, S. 141; LAFORCE/SCHUCH 1985, S. 93). In der Umgangssprache werden in Oberbayern Niedermoore als *Moos* (z.B. das Wampen-Moos im W und E des Kirchsees) und Hochmoore als *Filz* (z.B. Kirchsee-Filzen) bezeichnet. Manchmal blieb die Bezeichnung „See“ im topographischen Namen auch nach der Verlandung erhalten, wie im SW von Sachsenkam, wo der Egelsee von einem Hochmoor eingenommen wird (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1986a).

Im Gebiet südlich des Kirchsees kann die ganze Entwicklungsreihe der Moore aufgezeigt werden. Der Kirchsee selbst weist starke Verlandungserscheinungen auf. Er hat aktuell eine Größe von 0,5 km², während er 1931 noch 0,8 km² groß war (SIMON 1931, zit. nach

KALLENBACH 1964, S. 80). Einen guten Einblick liefert Geopunkt 7, wo man nach der Durchquerung eines Nieder- und Übergangsmoores die Kirchsee-Filzen erreicht, die ein besonders schönes naturnahes Beispiel für diese nacheiszeitlichen holozänen Bildungen sind (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1986a).

Das Grundwasser der *Niedermoores* kann viele mineralische Stoffe enthalten und nährstoffreich sein. Solche Moore sind deshalb eutroph oder minerotroph (WALTER 1979, S. 271). In Niedermoores spielen Röhrichte (Teichbinse und Schilfgesellschaften) und im seichteren Bereich Großseggenrieder (*Carex*-Arten) die Hauptrolle (ELLENBERG 1978; S. 427 und 402ff).

Hochmoore sind wegen des nährstoffarmen Regenwassers oligotroph. Der Aufbau von Hochmooren wird von Sphagnum-Torfmoosen bewirkt. Diese brauchen „bei ausreichender Wasserversorgung erstaunlich wenig Nährstoffe“ (ELLENBERG 1978, S. 437). Die oberen Enden wachsen in die Höhe, am unteren sterben sie ab und vertorfen. So entsteht schließlich ein sich uhrglasförmig über die Oberfläche wölbendes Hochmoor, aus der kleine Erhebungen, sog. „Bulten“ herausragen (Abb. 4-13 und 4-14). Die Bulten werden von



Abb. 4-13: Kirchsee-Hochmoor mit Bulten bei Geopunkt 7 (Aufnahme: F. Kestler am 29. Juli 2004, ca. 10 Uhr, Blickrichtung SW).



Abb. 4-14: Kirchsee-Hochmoor mit Bulten bei Geopunkt 7 (Aufnahme: F. Kestler am 6. Oktober 2004, ca. 16 Uhr, Blickrichtung NO).

Wollgräsern oder Zwergsträuchern, z.B. der Besenheide (*Calluna vulgaris*) oder der Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*) besiedelt (ELLENBERG 1978, S.436ff). Blütenpflanzen auf Hochmooren sind selten und anspruchslos. Sie müssen zudem jedes Jahr ihre Sprossbasis höher legen, sonst werden sie von den Torfmoosen, die 3,5-10 cm pro Jahr wachsen, überwuchert. Am ehesten gelingt dies auf den relativ trockenen Bulten (WALTER 1979, S. 274f).

Einige charakteristische Pflanzen für Hoch- und Niedermoores wurden für eine Bestimmungstafel (*Material 4*, Zusammenstellung unter Verwendung von OBERDORFER 1994)

zusammengestellt, mit deren Hilfe die Exkursionsteilnehmer die Pflanzen bestimmen und somit Rückschlüsse auf den vorliegenden Moortyp vornehmen können.

Die meisten Moore wurden durch anthropogene Nutzung stark verändert. Sie unterlagen *Kultivierungsmaßnahmen* zur land- und forstwirtschaftlichen Nutzung und vielfach einem sehr intensiven *Torfabbau*.

Durch Entwässerung kommt das Wachstum der Torfmoose zum Stillstand. Aufgrund von Bearbeitung und Düngung haben sich die Torfmächtigkeit und die Größe der Moorflächen beträchtlich verringert. Etwa die Hälfte der Moore in Bayern steht unter landwirtschaftlicher Nutzung. Viele der einst kultivierten Moorflächen wurden aufgeforstet (JERZ 1993, S. 141). Bis nach dem 2. Weltkrieg fand verbreitet ein teilweise sehr intensiver Torfabbau statt. Torf wurde früher als Brennmaterial und Einstreu im Stall verwendet (Brenn- und Streutorf). Heute findet er nur noch als Düngetorf im Gartenbau und als Badetorf im medizinischen Bereich Verwendung (JERZ 1993, S. 158f).

Unberührte oder naturnahe Moorkomplexe gehören zu den selten gewordenen Naturräumen. Moore gelten als Lebensraum zahlreicher, bedrohter Pflanzen- und Tierarten. Sie besitzen dabei eine große Bedeutung als Refugium vieler Eiszeitreliktpflanzen (JERZ 1993, S. 142). Dies liegt zum einen daran, dass sich der Moorboden wegen des hohen Wassergehaltes sehr langsam erwärmt. Auf diesen kalten Standorten können sich nordisch-arktische Florenelemente, z.B. als Relikte der Glazialzeit, erhalten. Außerdem sind sie auf dem Hochmoor vor der Konkurrenz der raschwüchsigen anspruchsvolleren Arten geschützt (WALTER 1979, S. 275). Verschiedene Moore stehen deshalb heute *als Feuchtbiootope unter Naturschutz*. Das Kirchsee- und Ellbach-Moor zählen zu den schönsten und wertvollsten Naturschutzgebieten dieser Art in Bayern (JERZ 1993, S. 142).

4.4.3 Relief und Verkehrserschließung (Geopunkt 11)

Die Reliefverhältnisse begünstigen verkehrsgeographisch den nördlichen Teil des Exkursionsgebietes, da die Münchener Schotterebene bei Holzkirchen am weitesten nach Süden reicht.

Schon seit frühester Zeit wurde der Raum von Fernverbindungen passiert. Eine Römerstraße von Salzburg nach Augsburg führte von SE nach NW an Otterfing vorbei über die Niederterrasse. Im frühen Mittelalter bestand eine N-S-Verbindung entlang der Endmoränen des Inngletschers, die mit Hilfe der ältesten Siedlungen des Gebiets zu verfolgen ist (DIEPOLDER 1969, zit. nach GROTTENTHALER 1985, S. 11).

Die Entwicklung von Holzkirchen zum Eisenbahnknotenpunkt hängt maßgeblich mit den verkehrsgeographisch günstigen Reliefverhältnissen zusammen. Bereits in den Jahren

1853 bis 1857 wurde die Eisenbahn München - Holzkirchen - Rosenheim gebaut, welche den Endmoränenwall des Inngletschers genau dort passiert, wo durch die Mangfallumlenkung ein Durchbruch geschaffen wurde. Die heutige Fernstrecke München-Rosenheim über Grafing wurde erst 1871 fertig gestellt. Im Jahre 1862 wurde die Bahnlinie nach



Abb. 4-15: Der Teufelsgraben als Verkehrshindernis (Aufnahme: F. Kestler am 28. Juli 2005, 20 Uhr).

Miesbach in Betrieb genommen. Sie verläuft nach Mitterdarching im Mangfall- und Schlierachtal.

Schließlich wurde im Jahre 1874 die Bahnlinie nach Bad Tölz eröffnet. Gerade die letztere folgt in der Trassenführung dem Warngauer Trockental durch das Gletschertor bei Lochham (Abb. 4-11; Geopunkt 11) und nimmt dadurch im Vergleich zur kürzesten Verbindung von Holzkirchen nach Bad Tölz über Großhartpenning einen Umweg in Kauf.

Auch der kleinräumige Verlauf lokaler Nebenstraßen orientiert sich häufig am Relief. Dabei werden ehemalige Schmelzwasserrinnen nicht nur als willkommene Verlaufstrassen verwendet (Abb. 2-7, Kap. 2), sondern solche Trockentäler können lokal sogar ein Verkehrshindernis darstellen, falls sie quer zur Bedarfsrichtung und zudem sehr tief eingeschnitten sind. Dies ist in einigen Abschnitten des Teufelsgrabens der Fall (Abb. 4-15).

4.4.4 Weitere holistische Aspekte

Neben den erläuterten und fest in den Exkursionsablauf integrierten holistischen Aspekte (Kap. 4.4.1 bis 4.4.3) sind noch weitere denkbar.

Die *hydrologischen Verhältnisse* im Bereich des Tölzer Lobus sind charakteristisch für die Moränengebiete des Alpenvorlandes in Oberbayern.

Die Wasserscheide zwischen Inn und Isar verläuft mitten durch das Zungenbecken. Sie liegt zwischen Ellbach- und Kirchseemoor und trennt den Lau-Bach als Zulauf des Kirchsees (Inngebiet) vom Langebruckbach als Zufluss des Ellbach (Isargebiet). Diese hydrographische Zweiteilung ergab sich durch den postglazialen Durchbruch der Isar nach NW und die postglaziale Umlenkung der Mangfall in das Rosenheimer Becken (KALLENBACH 1964, S. 75).

Der zum Inngebiet gehörige NE des Tölzer Lobus wird durch keinen oberirdischen Abfluss entwässert. Man kann davon ausgehen, dass im Exkursionsgebiet vom mittleren Jah-

resniederschlag von ca. 1300 bis 1500 mm etwa ein Drittel verdunstet, so dass die restlichen zwei Drittel als Grundwasser abfließen (KALLENBACH 1964, S. 81 und 88).

Das vorhandene *Grundwasser* lässt sich in mindestens zwei Grundwasserstockwerke gliedern. Zum einen in das oberflächennahe Wasser und zum anderen in das durch den tonig-mergeligen Flinz (Aquiclud) der Molasseschichten in 25-85 m Tiefe gestaute Grundwasser. Bei letzterem ist der Deckenschotter als Grundwasserleiter (Aquifer) anzusehen. Lokal kann dazwischen durch Seetone oder mergelige Horizonte gestautes Grundwasser vorhanden sein (KALLENBACH 1964, S. 82).

Insgesamt zeichnet sich das Gebiet aufgrund der überwiegend wasserdurchlässigen Quartärablagerungen durch eine geringe Oberflächenentwässerung aus. Das vorhandene Grundwasser liegt sehr tief, weist aber gerade deshalb einen hohen Reinheitsgrad aus. Beim Durchgang durch die carbonatreichen Quartärablagerungen erhält das Wasser einen hohen *Härtegrad*. Das Trinkwasser für die Gemeinde Holzkirchen weist nach Auskunft der Gemeindewerke 16 – 18⁰d (deutsche Härtegrade) auf. Ein solches Wasser wird als „etwas hart“ bezeichnet und der Gebrauch als „tragbar“ beurteilt (MURAWSKI/ MEYER 2004, S. 229).

Die *Wasserversorgung der Gemeinden* erfolgt hauptsächlich aus *Tiefbrunnen* und nur zu einem geringen Teil aus Quellen im Moränengebiet. Von kleineren Quellen im Moränengebiet erhalten Sachsenkam, Kloster Reutberg und Oberwarngau Trinkwasser. Holzkirchen, Föching und Hartpenning erhalten ihr Trinkwasser aus Tiefbrunnen im Teufelsgraben, wobei der Grundwasserspiegel in ca. 80m Tiefe liegt (mündliche Auskunft der Gemeindewerke Holzkirchen). Der Hochbehälter ist bei Großhartpenning auf dem äußeren Endmoränenwall in unmittelbarer Nachbarschaft zu Geopunkt 5 platziert.

Früher erfolgte die Versorgung oft aus Hochquellen der Flyschzone entlang des Alpennordrandes. Die Hochquellen haben eine gleichmäßige, ausreichende Schüttung, doch musste ihr Wasser bis zu 17km weit zugeleitet werden (KALLENBACH 1964, S. 82; GROTTENTHALER 1985, S. 167ff). Einige Gemeinden wie Schaftlach, Piesenkam, Waakirchen und Reichersbeuern werden noch aus Hochquellen der Flyschzone versorgt.

Eine Besonderheit stellen die Wassergewinnungsanlagen der Stadt München im nahen Mangfalltal dar. Dort ist zum einen ein ergiebiger Grundwasserstrom in den quartären Tal-schottern vorhanden und zum anderen werden am westlichen Talhang West-Ost verlaufende Schotterrinnen angeschnitten, wo ihr Grundwasser in äußerst starken Hangquellen austritt. Diese Verhältnisse haben zusammen mit der Möglichkeit, das Grundwasser mit natürlichem Gefälle nach München leiten zu können, dazu geführt, dass auch heute noch der Grundbedarf an Trinkwasser für dieses große Versorgungsgebiet aus dem Mangfalltal erfolgt (FRANK 1985, S. 133ff).

Im Bereich des Exkursionsgebietes sind außerdem einige wirtschaftlich nutzbare Ablagerungen zu finden.

Der tertiäre Untergrund enthält *Energierohstoffe*. Bei Holzkirchen-Darching wurde 1968 die Förderung von Erdgas und -öl aus ca. 4400 m Tiefe aufgenommen (LANGE 1985, S. 147f). Im Frühjahr 2004 konnte die Förderung nach der üblichen Stilllegung während der winterlichen Frostperiode mangels Druck nicht mehr fortgesetzt werden (Holzkirchner SZ vom 22./23.5.04). Der Abbau von Pechkohle kam bei Miesbach bereits 1912, bei Hausham 1966 zum Erliegen (GROTTENTHALER 1985, S. 148f).

Die quartären Ablagerungen sind wichtige *Rohstoffquellen des Sektors „Steine und Erden“*. Insbesondere die würmeiszeitlichen glazifluvialen Schotter haben im Bausektor als Kieslagerstätten große Bedeutung. Der Lößlehm auf Altmoränen wurde früher in einer Ziegelei am Ortsrand von Holzkirchen verarbeitet. Ebenso wurden in der Vergangenheit alt- und mittelpleistozäne Nagelfluhen zum Hausbau verwendet. Noch beliebter war Kalktuff als Naturbaustein. Dieser wurde jahrhundertlang im Mangfalltal abgebaut. Er ist in bergfrischem Zustand leicht zu bearbeiten, härtet bei Austrocknung nach und besitzt wegen des hohen Porenvolumens gute wärmedämmende Eigenschaften (GROTTENTHALER 1985, S. 149f). Die Kirchen von Oster- und Oberwarngau, Piesenkam, Großhartpenning, Mitterdarching sowie St. Laurentius in Holzkirchen (vgl. Abb. 2-12 und 2-13, Kap. 2) wurden ebenso wie die Stallungen älterer Bauernhäuser aus diesem Naturstein errichtet.

4.5 Erfüllung der Gütekriterien durch die Geopunkte

Die Auswahl der Geopunkte erfolgte nach den in Kap. 3.2.2.2 formulierten Gütekriterien. Jedoch ist der Idealzustand, dass nämlich jeder einzelne Geopunkt sämtliche Gütekriterien optimal erfüllt, kaum vollständig realisierbar.

Je nach Geopunkt werden unterschiedliche Gütekriterien im Vordergrund stehen und manchmal werden einige Merkmale sogar unterdurchschnittlich ausgeprägt sein. Die Prägnanz eines Phänomens kann bei einem Geopunkt optimal ausgebildet sein, während nur ein bescheidener ästhetischer Genuss geboten wird oder auch umgekehrt. Dies muss nicht unbedingt ein Nachteil sein, sondern trägt sogar zur Vielfalt bei, wenn in der Reihe von Geopunkten die Art der Qualitäten wechselt. Im Hinblick auf die Gesamtkonzeption ist es vielmehr entscheidend, dass alle für den Gesamtzusammenhang erforderlichen Aspekte durch die Festlegung der Geopunkte erfasst werden.

Da somit bereits vorher feststeht, dass bei den einzelnen Geopunkten die verschiedenen Gütekriterien unterschiedlich ausgeprägt sind oder einige sogar ganz fehlen, soll dies durch eine „Mängelliste“ bereits im Vorfeld offen gelegt werden. Damit eröffnet sich eine sehr

willkommene Kontrollmöglichkeit, inwieweit sich die Einschätzung des Exkursionsleiters mit derjenigen der Teilnehmer deckt.

In Tab. 4-3 werden zehn Geopunkte vom Exkursionsleiter nach denselben Kategorien beurteilt, wie es auch von den Exkursionsteilnehmern verlangt wird (vgl. Kap. 5.2.2 und Item Nr. 15 im Fragebogen/ Anhang 5).

Exkursionsobjekt	EPA-Bewertungskategorien			Gesamturteil
	Ästhetischer Reiz	Prägnanz	Interessantheit	
Nummern wie in der Karte zur Exkursionsroute (Blatt 1 bzw. Abb. 4-1)	Das Objekt war unattraktiv (1) schön (5)	Es hat meine Erkenntnis nicht gefördert (1) deutlich gefördert (5)	Das Objekt war Langweilig (1) anregend (5)	Das Objekt war ungeeignet (1) geeignet (5)
1 Blick auf Endmoräne	5	5	4	5
2/ 3 Kiesgruben Jung-/ Altmoräne	2	5	4	5
4 Teufelsgraben	3	4	5	5
5 Überblick von der Endmoräne	5	3	4	4
6 Schindelberg (Findlinge)	3	4	5	5
7 Kirchseemoor	5	5	4	5
8 Rückzugswall Sachsenkam	4	5	4	4
9 Umfließungsrinne Piesenkam	4	5	3	4
10 Schotterebene Warngau	3	3	4	4
11 Gletschertor Thann	3	4	5	5

Tab. 4-3: Evaluierung der Geopunkte durch den Exkursionsleiter.

Der Exkursionsleiter ist einerseits durch überdurchschnittliches Fachinteresse motiviert und unterliegt andererseits auch den „Selbstwirksamkeitserwartungen“ (engl. self-efficacy)

(MIETZEL 1998, S. 169ff). Im Vertrauen auf die eigenen Fähigkeiten sind die Erwartungen an die getroffene Auswahl entsprechend positiv.

Es wäre also nicht sonderlich verwunderlich, wenn die vorstehenden Bewertungen im Durchschnitt höher lägen als jene der Exkursionsteilnehmer.

4.6 Streckencharakteristik

Die Berücksichtigung der Streckencharakteristik ist notwendig und sinnvoll, da die Exkursion mit dem Fahrrad durchgeführt wird. Dies impliziert eine spezielle Art der „Landschaftserfahrung“ und fordert von den Teilnehmern eine gewisse körperliche Anstrengungsbereitschaft.

Die *Art der Landschaftserfahrung* unterscheidet sich von einer Busexkursion durch eine lückenlose und unmittelbare Geländebegegnung, indem die Landschaft nicht nur an den Haltepunkten wahrgenommen wird. Die Distanzen zwischen den einzelnen Geopunkten werden langsamer und bewusster erlebt.

Die Wahrnehmung von Reliefunterschieden wird durch ganzheitliche Aspekte intensiviert, wenn Höhenunterschiede und Steigungen mit eigener Muskelkraft überwunden werden müssen. Gerade der Unterschied zwischen bewegter Jungmoränenlandschaft und ausgeglichenerem Altmoränenrelief hinterlässt so einen nachhaltigeren Eindruck.

Selbst das teilweise geringe Gefälle glazifluvialer Schotterflächen, dessen Tendenz visuell oft schwer erkennbar ist, wirkt sich bei der Befahrung mit dem Rad spürbar aus. Schließlich werden die Vorteile der verkehrsgeographischen Nutzung von gefällsschwachen Passagen, besonders bei der Fahrt auf der Niederterrasse von Geopunkt 10 zu Geopunkt 11, fühlbar erlebt.

In Hinblick auf die *körperliche Belastung der Teilnehmer* sind die Länge der Gesamtstrecke, die Art der Fahrwege und die zu überwindenden Steigungen maßgeblich.

Die Länge der *Gesamtstrecke* beträgt 48 km. Davon entfallen

- 9 km auf stärker befahrene Landstraßen,
- 24 km auf asphaltierte Radwege und mäßig befahrene Nebenstraßen und
- 15 km auf gut befahrbare Feld- und Waldwege (mit Ausnahme eines ca. 250 m langen vernässten Teilstückes zwischen Geopunkt 4 und 5).

Die reine *Fahrzeit* beträgt ca. 3 Stunden. Unter Einbezug der Aufenthalte an den Geopunkten sowie der Pausen ergibt sich eine Exkursionsdauer von insgesamt ca. 8 Stunden. Bei

den Exkursionen mit den Schulklassen wird auf Geopunkt 6 (Schindelberg) verzichtet. Dies verkürzt die Streckenlänge um 7 km und die Dauer um ca. 1 Stunde.

Der niedrigste Geländepunkt der Exkursionsroute liegt im Teufelsgraben bei 671 m, der höchste am Schindelberg bei 805 m. Da mehrere Moränenwälle zu überqueren sind, sind jedoch Höhenunterschiede von insgesamt ca. 350 m zu überwinden.

Die Streckenführung ist so angelegt, dass die steigungsreichen Abschnitte in der ersten Hälfte der Exkursion zu bewältigen sind. Aufgrund der anzunehmenden Ermüdung enthält die Strecke nach Geopunkt 6 nur noch moderate Steigungen.

5. Planung der empirischen Untersuchung

Für die Exkursion als wichtiges Instrument der Geodidaktik (Kap. 1) wird am konkreten Beispiel des Tölzer Lobus (Kap. 2) nach didaktisch-methodischen Kriterien (Kap. 3) eine Exkursion für die Praxis erarbeitet (Kap. 4). Diese *Exkursion* soll einer *Bewertung durch Teilnehmer* unterschiedlicher Provenienz unterzogen werden.

Aufgrund dieser wesentlichen Zielsetzung ist die Studie innerhalb der empirischen Forschung dem Teilbereich der *Evaluationsforschung* zuzuordnen. Das spezielle Interesse der Evaluationsforschung liegt gerade in der Bewertung von Konzepten und Maßnahmen mit dem Ziel, über praktische Handlungsalternativen zu entscheiden (WOTTAWA/ THIERAU 2003, S. 14).

Jedoch unterscheidet sich die vorliegende Studie in gewissen Punkten von einer Evaluation. Die häufig auftraggeberorientierte Evaluation ist in ihrem Erkenntnisinteresse begrenzt, indem lediglich der Erfolg oder Misserfolg einer Maßnahme interessiert. Dabei wird der Evaluationsforschung gelegentlich vorgeworfen, dass sie von vornherein so angelegt sei, dass das gewünschte Ergebnis leichter bestätigt wird. Schließlich wird nach Abschluss einer solchen Studie nicht immer die Untersuchungsmethode offen gelegt, sondern lediglich das positive Ergebnis. Bei negativen Evaluationsergebnissen werden diese oft gar nicht publik gemacht (BORTZ/ DÖRING 2003, S. 102ff).

Das vorliegende Projekt orientiert sich in diesen Punkten an den *Standards der empirischen Grundlagenforschung*. Eine Selbstverständlichkeit ist dabei die Offenlegung der Untersuchungsmethode.

Um die vorliegende Untersuchungs idee in den bereits bestehenden Wissensstand einordnen zu können, folgt eine Übersicht zu bereits vorhandenen Untersuchungsergebnissen.

5.1 Stand der Forschung

Der erste Ansatz, die normativen Beiträge zur Exkursionsdidaktik durch *empirische Untersuchungen* zu ergänzen, geht auf FÜLDNER/ GEIPEL (1969) zurück, die nach einer 16-tägigen Ostalpenexkursion die Exkursionsobjekte durch 30 Teilnehmer bewerten ließen.

Die Evaluation ergab, dass Studentinnen die Objekte im Durchschnitt besser bewerteten als Studenten, sich aber zwischen der Rangvergabe für die Einzelobjekte durch männliche und weibliche Exkursionsteilnehmer eine recht gute Übereinstimmung ergab. Die Bewertung wurde zudem stark von äußeren Einflüssen wie Unterbringung, Wetter und dem allgemeinen „Betriebsklima“ bestimmt.

Aufschlussreich war ferner die Untersuchung zu *geschlechtsspezifischen Bewertungsdifferenzen* bezüglich der einzelnen Teilthemen der Exkursion. Während stadt- und siedlungsgeographische Studienobjekte eine Höherbewertung durch Studentinnen erfuhren, wurden die Industrieobjekte von männlichen Teilnehmern besser bewertet. Landschaftsbegegnungen wurden etwa gleich eingeschätzt, mit einer leichten Tendenz zur Höherbewertung durch männliche Teilnehmer (FÜLDNER in GEIPEL/ FÜLDNER 1969).

Dieser Versuch hat in der Folge einige modifizierte, aber ähnliche Untersuchungen angeregt. Die Erlebniskontrolle einer 2-tägigen Exkursion des Geographischen Instituts der TH Darmstadt durch 30 Teilnehmer ergab ähnlich wie bei der vorstehenden Untersuchung eine durchschnittliche Höherbewertung der Objekte um 7,3% durch die Studentinnen bei weitgehender Übereinstimmung der Rangkorrelation zwischen den Geschlechtern. Ähnlich bewertet wurden Objekte der physischen Geographie, mit einer Tendenz zur Höherbewertung durch weibliche Teilnehmer.

Ein deutlich größerer Einfluss wurde durch die gewählte Fächerkombination festgestellt, indem die „Politologen“ die Objekte im Schnitt um 34% schlechter bewerteten als die übrigen Teilnehmer (SCHICK 1970).

Die Analyseverfahren für Exkursionsabläufe wurde von KOHL/ SCHULZE (1971) methodisch noch etwas verfeinert. Um bei der Objektbewertung zu differenzierteren Ergebnissen zu gelangen, sollte jedes einzelne Exkursionsobjekt nicht nur durch eine Bewertungszahl evaluiert werden, sondern nach den *drei Kriterien der fachwissenschaftlichen, fachdidaktischen und emotional-stimmungsmäßigen Relevanz*.

Es wurde eine 14-tägige Exkursion in den Nord-Ostsee-Raum von 24 Teilnehmern bewertet. Bestätigt wurden wiederum die durchschnittliche Höherbewertung durch weibliche Teilnehmer und die gute Übereinstimmung in der Rangkorrelation durch beide Geschlechter.

Interessante Modifikationen stellten sich anhand einer zwei Monate nach Exkursionsende wiederholten Befragung heraus. Die Bewertungshöhen hatten sich angeglichen, indem die männlichen Teilnehmer ihre Bewertung gesteigert haben, vor allem im wissenschaftlichen Bereich, während die weiblichen Teilnehmer ihre Bewertung gesenkt haben, vor allem im emotional-stimmungsmäßigen Bereich. Geomorphologisch-geologische Objekte werden unter unmittelbarem Eindruck der Exkursion nahezu gleichrangig eingestuft mit

einer tendenziell höheren Einstufung durch die weiblichen Teilnehmer. Nach einem zeitlichen Abstand erfolgte eine Höherbewertung durch die Männer.

Diese Anregungen und Weiterentwicklungen wurden mit Hilfe des allgemeindidaktischen Begriffsinstrumentariums für die „Strukturanalyse“ des Unterrichts aus der lerntheoretischen Didaktik (HEIMANN 1962; SCHULZ 1980) neu zusammengestellt. Am Beispiel einer Schüler- und einer Studentenexkursion wurden Formen der statistischen Auswertung vorgeschlagen und demonstriert (FÜLDNER 1971). Das Wesentliche dieser Analysemethoden hat HENKEL (1981) noch einmal zusammengefasst.

Eine weitere empirische Arbeit befasst sich mit dem *Einfluss von Exkursionen auf Motivation und Lernerfolg*. Es konnte eine Steigerung des Lernerfolges durch die Exkursion als Unterrichtsform festgestellt werden. Überraschenderweise zeigte sich jedoch keine Motivationsverbesserung (WATZKA 1977, S. 393ff).

Der Vorschlag einer Exkursionsbewertung nach fachdidaktischen, fachwissenschaftlichen und emotional-stimmungsmäßigen Kriterien (KOHL/ SCHULZE 1971) wurde von KNIRSCH (1979, S. 83ff) aufgegriffen.

Bewertet wurde eine *Erkundungswanderung* als Sonderform der Exkursion durch teilnehmende Studenten und Lehrer. Im Mittelpunkt der Evaluation standen die *angewandten Arbeitsverfahren* (Befragung, Kartierung). Der didaktische Wert der praktizierten Arbeitsmethoden wurde positiv bewertet, der fachwissenschaftliche Erkenntnisgewinn wurde verhältnismäßig niedrig eingestuft, während die sozial-emotionale Dimension einhellig als sehr positiv beurteilt wurde. Allerdings stützen sich die Ergebnisse nur auf eine statistische Grundgesamtheit von 10 Teilnehmern.

Außerdem wurden Arbeitsmethoden, die bei einer Erkundungswanderung im Sinne eines Erforschens praktiziert wurden, von 32 Schülern einer 7. Jahrgangsstufe eingeschätzt. Es wurde eine hohe positive Einstellung gegenüber der Anwendung wissenschaftlicher Verfahren bei der Geländearbeit festgestellt (KNIRSCH 1979, S. 86-12).

Seitdem werden die zahlreichen Beiträge zur Exkursionsdidaktik wieder durch normative Aussagen dominiert, meist hergeleitet aus Ergebnissen der Lernpsychologie und der Allgemeinen Didaktik. (vgl. Kap. 1.5.3 und 3.2.2).

Jüngere empirische Studien befassen sich mit der Bedeutung von geographischen Exkursionen in verschiedenen Schularten sowie mit den Gründen für den Einsatz dieser Aktionsform (RINSCHKE 1995, 1997).

5.2 Fragestellungen und Hypothesenbildung

Das zentrale Anliegen dieser empirischen Studie ist es, *Handlungsanleitungen für die optimale Gestaltung von geowissenschaftlichen Exkursionen* zu überprüfen und zu erkunden.

Die Untersuchung konzentriert sich dafür auf zwei wesentliche Bereiche:

- Das didaktisch-methodische Konzept der Exkursion (vgl. Kap. 3)
- Die Auswahl geeigneter Geopunkte für die Exkursion (vgl. Kap. 3.2.2.2 und 4.2)

Für beide Bereiche wird mittels der Evaluation durch die Exkursionsteilnehmer eine Erfolgskontrolle durchgeführt.

5.2.1 Evaluierung des didaktisch-methodischen Konzeptes

Die didaktisch-methodische Gestaltung erfolgte auf der Grundlage der derzeit vertretenen Theorien (Kap. 3), aus denen Hypothesen hergeleitet werden, die im Rahmen der Studie empirisch zu überprüfen sind (vgl. Kap. 5.3.1).

Bezüglich der *didaktischen Aspekte* ist folgende Hypothese zu überprüfen:

Hypothese 1 (H₁):

Der ausgewählte Inhalt ist aufgrund seines allgemeinen Bildungswertes lernenswert.

(vgl. dazu Kap. 3.1)

Im Sinne einer Qualitätskontrolle soll festgestellt werden, ob die didaktische Brauchbarkeit des ausgewählten Inhaltes gewährleistet ist. Dafür erscheint es wenig sinnvoll, ungeeignete Inhalte für eine Kontrollgruppe auszuwählen, um durch eine vergleichende Bewertung mit geeigneten Inhalten für eine Experimentalgruppe die Forschungshypothese zu überprüfen.

Ähnlich wie bei dem aus der industriellen Produktion stammenden Qualitätsmanagement soll das *Erreichen des vorher festgelegten Zieles* kontrolliert werden. Fragen zum Untersuchungsdesign stellen sich demnach bei dieser Art von Hypothesen nicht (WOT-TAWA/ THIERAU 2003, S. 43ff und 128f).

Das Ziel gilt als erreicht, wenn die betreffenden Fragen *im Durchschnitt in „Schlüsselrichtung“* beantwortet werden. Darunter versteht man eine Beantwortung im Sinne der Forschungshypothese. Die Bewertung erfolgt mithilfe einer fünfstufigen Rating-Skala, deren Kategorien mit 1 bis 5 kodiert werden (Kap. 5.4.1.2). Den Antworten in Schlüssel-

richtung werden die Kategorien 4 und 5 zugeordnet, während die Kategorien 1 und 2 das Gegenteil verkörpern. Die Kategorie 3 repräsentiert den neutralen Standpunkt.

H_1 wird durch zwei Subhypothesen überprüft:

Subhypothese 1a (H_{1a}):

Der Inhalt besitzt fachliche Repräsentanzeigenschaften.

(vgl. dazu Kap. 3.1.1)

Die Subhypothese H_{1a} wird anhand der Items 3, 13, 23 und 28 des Fragebogens (Anhang 4 und 5) überprüft. Der empirische Stichprobenmittelwert dieser Fragen wird mit μ_f bezeichnet.

Subhypothese 1b (H_{1b}):

Die Gesellschaftsrelevanz des Inhalts ist gegeben.

(vgl. dazu Kap. 3.1.2)

Die Subhypothese H_{1b} wird anhand der Items 6, 9, 19, 27 und 29 des Fragebogens (Anhang 4 und 5) überprüft. Der empirische Stichprobenmittelwert dieser Fragen wird mit μ_g bezeichnet.

Zur Prüfung der Forschungshypothesen wird jeweils eine konkurrierende Hypothese, die sog. Nullhypothese H_0 formuliert. Sie beinhaltet die Aussage, dass der in der Forschungshypothese (auch „Alternativhypothese“) H_{1a} bzw. H_{1b} formulierte Sachverhalt „null und nichtig“ ist (BORTZ 1993, S. 106).

In unserem Falle heißt dies, dass die entsprechenden Stichprobenmittelwerte höchstens den neutralen Wert 3 erreichen. Die statistische Nullhypothese bildet mit der statistischen Alternativhypothese je ein komplementäres Paar:

Test der Subhypothese 1a: $H_0: \mu_f \leq 3$ und $H_{1a}: \mu_f > 3$

Test der Subhypothese 1b: $H_0: \mu_g \leq 3$ und $H_{1b}: \mu_g > 3$

Es handelt sich um *unspezifische, gerichtete Hypothesen*, d.h. es wird die Richtung des Unterschiedes vorhergesagt, aber nicht dessen spezifische Größe. Sie werden durch einseitige Tests (empirisches Stichprobenergebnis) auf Signifikanz geprüft.

Das *Signifikanzniveau* wird wie allgemein üblich auf 5% festgesetzt. Bei einem Niveau von 1% spricht man von „sehr signifikant“, bei 0,1% von „höchst signifikant“ (BÜHL/ZÖFEL 2005, S. 113).

Aus *didaktisch-methodischer Sicht* ist folgende Hypothese zu überprüfen

Hypothese 2 (H₂):

Eine induktive Führungslinie ist adressatengemäßer als eine deduktive Führungslinie.

(vgl. dazu Kap. 3.1.3)

Die Forschungshypothese H₂ wird anhand der Items 8, 20 und 30 des Fragebogens (Anhang 4 und 5) überprüft. Mittels dieser Fragen wird das induktive bzw. deduktive Verfahren direkt durch die Probanden beurteilt. Dies kann unabhängig vom erfahrenen Treatment erfolgen. Der Stichprobenmittelwert der genannten Items in die „Schlüsselrichtung“ Induktion sei μ_i . Analog zum Verfahren bei H₁ erhält man als statistische Nullhypothese H₀ und Forschungshypothese H₂:

Test 1 der Hypothese 2: H₀: $\mu_i \leq 3$ und H₂: $\mu_i > 3$

Zusätzlich wird die Forschungshypothese H₂ anhand der Items 5, 11, 16, 24, 26 und 31 des Fragebogens (Anhang 4 und 5) überprüft. Diese messen die unbewussten Auswirkungen der induktiven bzw. deduktiven Behandlung. Durch einen Vergleich der Mittelwerte μ_E und μ_{K1} der Experimentalgruppe S5 und der Kontrollgruppe K₁ („deduktives Treatment“ T₁, vgl. Kap. 5.3.5) wird die Hypothese in einem zweiten Test überprüft. Das statistische Hypothesenpaar hat dann folgende Form:

Test 2 der Hypothese 2: H₀: $\mu_{K1} \geq \mu_E$ und H₂: $\mu_{K1} < \mu_E$

Bezüglich *methodischer Aspekte* ist folgende Hypothese zu prüfen:

Hypothese 3 (H₃):

Das verwendete „Lehr-Lern-Arrangement“ ist adressatengerecht.

(vgl. dazu Kap. 3.2 und 3.3)

Die Hypothese H_3 wird durch drei Subhypothesen überprüft:

Subhypothese 3a (H_{3a}):

Das erkundende Verfahren in laiengerechter Sprache ist adressatengemäßer als das darbietende Verfahren in der Fachsprache.

(vgl. dazu Kap. 3.2.2)

Analog zu H_2 wird H_{3a} auf zwei Arten geprüft. Einmal über die explizite Bewertung dieses Lehrverfahrens mittels der Items 12, 18 und 21 des Fragebogens (Anhang 4 und 5). Der Stichprobenmittelwert in „Schlüsselrichtung“ des erkundenden Verfahrens sei μ_k . Dies ergibt folgendes Hypothesenpaar:

Test 1 der Subhypothese 3a: $H_0: \mu_k \leq 3$ und $H_{3a}: \mu_k > 3$

Die zweite Prüfung erfolgt über einen Vergleich der Mittelwerte μ_E und μ_{K2} der Experimentalgruppe $S5$ und der Kontrollgruppe K_2 („darbietendes Treatment“ T_2 , vgl. Kap. 5.3.5) anhand der Items 5, 11, 16, 24, 26 und 31 des Fragebogens (Anhang 4 und 5). Man erhält folgendes Hypothesenpaar:

Test 2 der Subhypothese 3a: $H_0: \mu_{K2} \geq \mu_E$ und $H_{3a}: \mu_{K2} < \mu_E$

Subhypothese 3b (H_{3b}):

Die unmittelbare Geländeerfahrung ist anregender als die Vermittlung in geschlossenen Räumen und bewirkt eine positivere Bewertung der Geopunkte.

(vgl. dazu Kap. 3.2.1)

Die Subhypothese H_{3b} wird in einem ersten Test durch die direkte Bewertung von Item 14 (s. Anhang 4 und 5), dessen Mittelwert mit μ_g bezeichnet wird, überprüft.

Eine zweite Überprüfung findet durch einen Vergleich der Stichprobenmittel μ_E und μ_{K3} der Experimentalgruppe $S5$ und der Kontrollgruppe K_3 („virtuelles Treatment“ T_3 , vgl. Kap. 5.3.5) bei der Beurteilung der Geopunkte statt. Man erhält folgende zwei Hypothesenpaare:

Test 1 der Subhypothese 3b: $H_0: \mu_g \leq 3$ und $H_{3a}: \mu_g > 3$

Test 2 der Subhypothese 3b: $H_0: \mu_{K3} \geq \mu_E$ und $H_{3b}: \mu_{K3} < \mu_E$

Subhypothese 3c (H_{3c}):

Medien und die Berücksichtigung lernpsychologischer Aspekte fördern und erleichtern das Verständnis.

(vgl. Kap. 3.2.3 und 3.3)

Die Subhypothese H_{3c} wird anhand der Items 4, 7, 10, 17, 22 und 25 im Fragebogen (Anhang 4 und 5) geprüft. Das zugehörige Stichprobenmittel sei μ_m . Man erhält das Hypothesenpaar:

Test der Subhypothese 3c: $H_0: \mu_m \leq 3$ und $H_{3c}: \mu_m > 3$

Zusätzlich ist von den verwendeten Medien dasjenige zu nennen, das am besten beim Verständnis geholfen hat (Item 32).

Ebenso ist anzugeben, ob künftig eine Geländebegegnung mit Hilfe von Broschüren, mit einem Exkursionsleiter oder anhand eines Lehrpfades präferiert wird (Item 33).

Die offenen Fragen (Item 34 und 35) erlauben eine freie Meinungsäußerung zu positiv oder negativ empfundenen Aspekten der erlebten Exkursion.

5.2.2 Evaluierung der einzelnen Geopunkte

Theorie und empirischen Befunde zur Bewertung von Exkursionsobjekten sind für eine fundierte Hypothesenbildung noch unzureichend. Die Untersuchung dient hier der *Erkundung didaktischer Kriterien für die Auswahl von Geopunkten* (vgl. Kap. 3.2.2.2).

Deswegen werden für diesen Teil der Studie lediglich *Fragestellungen* formuliert. Dies geschieht mit dem Ziel, Hypothesen zu entwickeln oder zumindest die Voraussetzungen zu schaffen, um erste Hypothesen formulieren zu können.

Hauptfragen:

- Welche Geopunkte werden hoch, welche niedrig bewertet?
- Können auf Grund der Evaluation bestimmte „Geopunkt-Typen“ ausgeschieden werden?

Bei der erstgenannten Hauptfrage dürfte eine unterdurchschnittliche Bewertung einzelner Geopunkte z.B. auf das Fehlen eines oder mehrerer Gütekriterien zurückzuführen sein. Eine derartige „Fehlliste“ aus Sicht des Exkursionsleiters wurde in Kap. 4.5 erstellt.

Zur weiteren Differenzierungen der Hauptfrage werden folgende *Unterfragen* erkundet:

- Gibt es geschlechterspezifische Unterschiede in der Bewertung?
- Wie beeinflussen Bildung und Interesse die Bewertung?
- Wie werden die Geopunkte bei Selbsterkundung ohne Exkursionsleiter beurteilt?
- Welche Rolle spielen äußere Einflüsse auf die Bewertung (z.B. Witterung)?
- Ergibt sich eine phasenhafte Gliederung, d.h. spielt die Reihenfolge der Geopunkte eine Rolle für deren Bewertung?

5.2.2.1 Evaluierung nach vorgegebenen Kriterien

Jeder einzelne Geopunkt soll nicht nur mit einer Bewertungszahl (FÜLDNER/ GEIPEL 1969; SCHICK 1970), sondern differenzierter beurteilt werden. Die differenzierte Bewertung für Exkursionsobjekte nach den Kriterien der fachwissenschaftlichen, fachdidaktischen und emotional-stimmungsmäßigen Relevanz zielt bereits in diese Richtung (KOHL/ SCHULZE 1971). Durch das Erfragen der fachdidaktischen Dimension ist sie aber noch zu stark auf Lehramtsstudenten aus der Geographie ausgerichtet.

Aufgegriffen wird aber die Idee zur getrennten Bewertung nach kognitivem und emotionalem Erleben, wie bereits von FÜLDNER (1971) praktiziert. Durch Aufgliederung des kognitiven Erlebens erhält man noch eine dritte Dimension.

Als grobes Orientierungsraster für die Festlegung der Einzeldimensionen wird hier das *dreidimensionale System des „semantischen Raumes“* verwendet, das aus sprachvergleichenden Untersuchungen entstand, dem aber universelle Gültigkeit unterstellt wird (OSGOOD/ SUCI/ TANNENBAUM 1957, zit. nach BORTZ/ DÖRING 2003, S. 184f).

Das vereinfachend als „*EPA-Struktur*“ bezeichnete Modell zur individuellen Bedeutungserfassung von Worten oder Objekten umfasst folgende Dimensionen:

- *Evaluation* (E-Dimension := affektive Bewertung, z.B. angenehm – unangenehm),
- *Potency* (P-Dimension := Macht; z.B. stark – schwach) und
- *Activity* (A-Dimension := Aktivität; z.B. erregend – beruhigend).

Jedes Exkursionsobjekt wird also zunächst bezüglich dieser *drei Einzeldimensionen* und dann durch einen *Gesamteindruck* bewertet, wobei letzterer nicht mit dem Mittelwert der drei Einzeldimensionen übereinstimmen muss (Tab. 5-1).

EPA - Bewertungskategorien			Gesamturteil
Ästhetischer Reiz	Prägnanz	Interessantheit	
Das Objekt war	Das Objekt hat meine Erkenntnisse	Das Objekt war	Das Objekt war
unattraktiv	nicht gefördert	langweilig	ungeeignet
(1)	(1)	(1)	(1)
.....
schön	deutlich gefördert	anregend	geeignet
(5)	(5)	(5)	(5)

Tab. 5-1: Die vier Bewertungsdimensionen, nach denen jeder der in Item 15 des Fragebogens (Anhang 5) genannten Geopunkte zu beurteilen ist.

Die Beurteilung der Einzeldimensionen als auch das Gesamturteil soll in einer Bewertungszahl auf einer fünfteiligen Rating-Skala von 1 bis 5 erfolgen, um die bei den übrigen Items verwendete Praxis fortzuführen.

Die in Kap. 3.2.2.2 formulierten Gütekriterien für Geopunkte können dem an die „EPA-Struktur“ angelehnten Kategorienmodell zugeordnet werden:

- Die *E-Dimension* wird durch das Gütekriterium „Landschaftsästhetischer Reiz“ verkörpert. Sie wird im Fragebogen mit den Schlagworten „*ästhetischer Reiz/Schönheit*“ kategorisiert.
- Die *P-Dimension* wird am ehesten ausgedrückt durch die Gütekriterien „Prägnanz“ und „Ensemblewirkung“. Diese Dimension wird im Fragebogen mit den Schlagworten „*Prägnanz/ Erkenntniswert*“ erfasst.
- Die *A-Dimension* findet sich in den Gütekriterien „Authentizität“ und „Aktivierungspotential“ wieder. Sie wird im Fragebogen durch die Schlagworte „*Anregend/ Interessant*“ gekennzeichnet.

Das Gütekriterium „Zugänglichkeit“ ist objektiv überprüfbar und bedarf deswegen keiner Bewertung durch die Probanden.

Von den 12 Geopunkten sollen nur 10 bewertet werden, da die Geopunkte 2 und 3 bzw. 1 und 12 Ähnlichkeiten aufweisen. So werden Geopunkt 2 und 3 (Kiesgruben) gemeinsam bewertet und auf die Evaluation von Geopunkt 12 (Schlusszusammenfassung am Ortsrand von Holzkirchen, Panorama ähnlich wie bei Geopunkt 1) wird ganz verzichtet. Bei 10 Bewertungsobjekten sind somit pro Proband 40 Bewertungszahlen zu vergeben.

5.2.2.2 Evaluierung mittels Grid-Technik

Zur Ergänzung der Bewertung der einzelnen Geopunkte wird eine spezielle *qualitative Einzelfalluntersuchung* durchgeführt, die nach Kenntnis des Autors bisher in der Geodidaktik noch keine Anwendung fand (BIRKENHAUER/ KESTLER 2005). Durch diese soll erkundet werden, inwieweit die oben vorgegebenen Bewertungsdimensionen mit der subjektiven Umweltwahrnehmung eines Probanden übereinstimmen.

Es handelt sich um die so genannte *Grid-Technik* (BORTZ/ DÖRING 2003, S. 186 f.) oder *Repertory Grid-Technik* bzw. *Repgrid-Technik* (SCHEER/ CATINA 1993).

Dieses Verfahren entstand aus der *Theorie der Persönlichen Konstrukte* (KELLY 1955; Zusammenfassungen z.B. von CATINA/ SCHMITT 1993 oder SADER/ WEBER 2000, S. 45ff). Nach dieser Theorie entwickelt jedes Individuum durch Erfahrung Konstrukte.

Ein *Konstrukt* ist eine persönliche Interpretation der Realität, bei der jeweils eine bestimmte Klasse von ähnlichen Elementen (Objekten) von bestimmten anderen Elementen (Objekten) unterschieden wird. Das Ergebnis ist eine dichotome (bipolare) Einheit aus Ähnlichkeitsmerkmal (dem so genannte „Konstruktpol“) und differenzierendem Kriterium (dem so genannte „Kontrastpol“). Ein Konstrukt ist also eine *individuelle Wahrnehmungs- oder Bewertungsdimension*, mit der gleichzeitig Ähnlichkeiten und Unterschiede festgestellt werden.

Im Laufe seines Lebens entwickelt der Mensch eine begrenzte Anzahl von Konstrukten, die zusammen ein *persönliches Konstruktsystem* bilden. Es entspricht letztlich der Persönlichkeit des Menschen, indem es sein Denken, Fühlen und Verhalten steuert.

Auch wenn sich die Theorie der Persönlichen Konstrukte hauptsächlich mit der individuellen Wahrnehmung der sozialen Umwelt beschäftigt (wobei als Elemente Personen eingesetzt werden), bezieht sich das „Konstruieren“ grundsätzlich auf alle menschlichen Lebensbereiche. „Was als Element Verwendung findet, ist grundsätzlich in das Ermessen des Untersuchers gestellt“ (SCHEER 1993, S. 29).

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Studie wäre es deshalb interessant, die wichtigsten Dimensionen (Konstrukte) zu ermitteln, mit denen eine Person die *natürliche Umwelt der Geopunkte* wahrnimmt.

Beim *Standardverfahren zur Konstruktgewinnung* (SCHEER 1993, S. 26) werden je drei Objekte, so genannte Triaden, miteinander verglichen (*Triadenvergleich*). In der hier geplanten Untersuchung werden die *Geopunkte als Objekte* verwendet.

Der Proband soll dabei angeben, in welcher Hinsicht sich zwei der Objekte ähneln und sich vom dritten unterscheiden. Welche Kriterien für den Vergleich herangezogen werden,

bleibt dem Probanden überlassen. Das Ergebnis der Auswertung beschreibt dann ein bipolares Konstrukt aus dem gemeinsamen Merkmal von zwei Objekten und dem unterscheidenden Merkmal zum dritten Objekt. Das Konstrukt repräsentiert eine subjektive Wahrnehmungs- oder Bewertungsdimension des Probanden (Abb. 5-1).

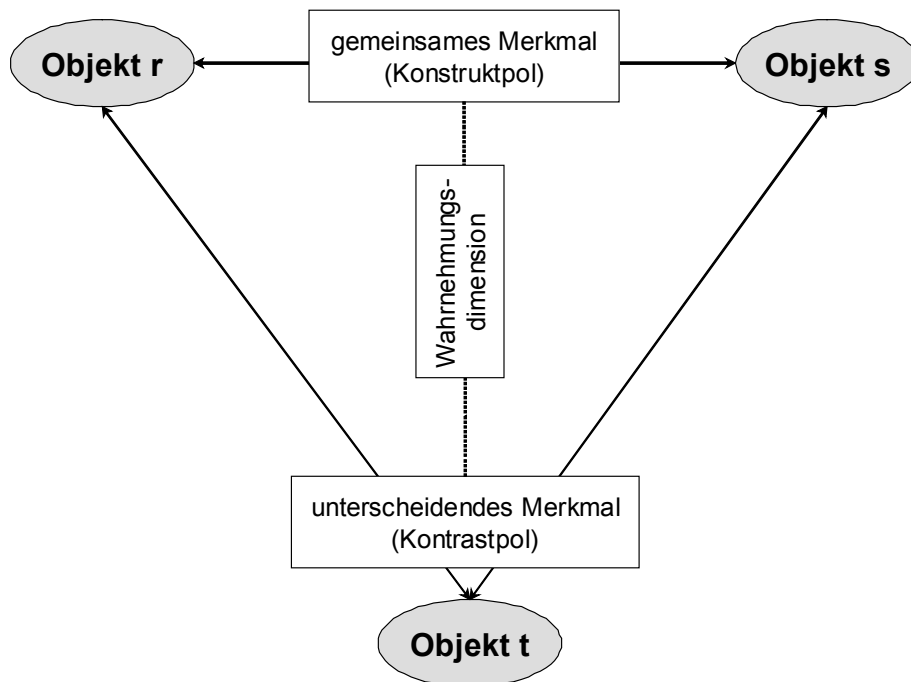


Abb. 5-1: Ermittlung einer Wahrnehmungsdimension aus einem „Triadenvergleich“. Der Proband gibt ein gemeinsames Merkmal von Objekt r und Objekt s an und ein Merkmal, das diese vom Objekt t unterscheidet ($r \neq s$, $r \neq t$, $s \neq t$). (E. u. Z.: F. Kestler).

Durch weitere Triadenbildungen werden zusätzliche Wahrnehmungsdimensionen gewonnen. Nachdem das individuelle Konstruktsystem eines Probanden ermittelt wurde, kann das eigentliche *Grid* erstellt werden (Tab. 5-2).

Dazu sollen alle Objekte hinsichtlich der gefundenen Wahrnehmungsdimensionen anhand einer Rating-Skala bewertet werden. Die Ergebnisse werden üblicherweise in ein *Raster oder Gitter* (engl. „grid“) eingetragen. So entsteht eine zweidimensionale Matrix von Konstrukt-Objekt-Verknüpfungen, die im deutschen Sprachraum auch *Kelly-Matrix* genannt wird (SCHEER/ CATINA 1993, S. 9).

	W_1	W_2	...	W_j	...	W_m
O_1	B_{11}	B_{12}				B_{1m}
O_2	B_{21}	B_{22}				
...						
O_i				B_{ij}		
...						
O_n	B_{n1}					B_{nm}

Tab. 5-2: Standardform eines Grids bzw. einer Kelly-Matrix. Jedes Objekt O_i ($1 \leq i \leq n$) wird hinsichtlich der ermittelten Wahrnehmungsdimensionen W_j ($1 \leq j \leq m$) beurteilt. Dabei steht B_{ij} für die Bewertung des Objektes O_i bezüglich der Wahrnehmungsdimension W_j .

Auch wenn die „normale“ Bewertung der einzelnen Geopunkte durch alle Probanden ebenfalls in einer formalen „Gitterstruktur“ erfolgt (vgl. Item 15 im Fragebogen, Anhang 5), spricht man nicht von „Grid-Technik“, da dort die Bewertungsdimensionen vorgegeben sind.

Die Erhebung der Grids erfolgt *einzelnen mit freiwilligen Probanden*. So kann eine sorgfältige Instruktion gewährleistet werden. Da die Konstrukte qualitativ, die Grids aber quantitativ ausgewertet werden, handelt es sich eigentlich um ein Diagnose-Instrument, das qualitative und quantitative Strategien verbindet.

5.3 Methodisches Verfahren

Bereits zu Beginn von Kap. 5 wurde die Untersuchung aufgrund der speziellen Fragestellung dem Bereich der Evaluationsforschung zugeordnet. Auch für dieses Spezialgebiet steht der gesamte Kanon empirischer Forschungsmethoden zur Verfügung.

5.3.1 Art der Untersuchung

Entscheidend für die Wahl der Untersuchungsart ist der Stand der wissenschaftlichen Theorie und Forschung (BORTZ/ DÖRING 2003, S. 53ff und 112ff).

Wie bereits in Kap. 5.2.1 ausgeführt, erlaubt die Theorie zur Exkursionsdidaktik und -methodik die Herleitung von gut begründeten Hypothesen. Damit ist die *Evaluation des didaktisch-methodischen Konzeptes* nach den Kriterien einer *explanativen (hypothesenprüfenden) Untersuchung* anzulegen (Abb. 5-2).

Die Forschungshypothese unterstellt in unserem Fall, dass eine solchermaßen konzipierte Exkursion von den Probanden höher bewertet wird als Alternativkonzepte. Zur Überprüfung werden Unterschiedshypothesen formuliert. Die Überprüfung erfolgt durch Signifikanztests aus dem Bereich der Interferenzstatistik.

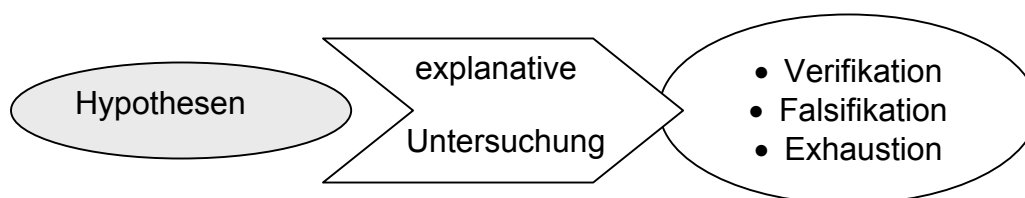


Abb. 5-2: Ausgangspunkt und Ziel einer explanativen Untersuchung. Verifikation ist der Richtigkeitsnachweis, Falsifikation die Widerlegung der Forschungshypothese. Durch eine Exhaustion, d.h. eine Einschränkung des Allgemeingültigkeitsanspruches kann u.U. die Falsifikation der gesamten Forschungshypothese verhindert werden.

Für die *differenzierte Bewertung von Geopunkten* sind Theorie und insbesondere die bisherigen empirischen Befunde noch nicht ausreichend, um begründete Hypothesen zuzulassen (Kap. 5.2.2). Dies erfordert eine *explanative (hypothesenerkundende) Untersuchung*, um neue Hypothesen zu entwickeln oder zumindest die Grundlage dafür zu schaffen.

Die Auswertung erfolgt mit Methoden der explorativen und deskriptiven Datenanalyse (Abb. 5-3).

Durch die explanative Untersuchung wird einerseits die deduktive Funktion, durch die explorative Untersuchung die induktive Funktion der empirischen Forschung abgedeckt.

Die vorliegenden Untersuchungen basieren auf *endgültigen Bewertungen*, nachdem das *Treatment* („Behandlung“, die die Probanden erhalten – in diesem Falle durch die Teilnahme an der Exkursion) stattgefunden hat. Im Gegensatz zur formativen, begleitenden Evaluation wird dieses Evaluationsmodell als *summative Evaluation* bezeichnet (WOTTAWA/ THIERAU 2003, S. 62ff).

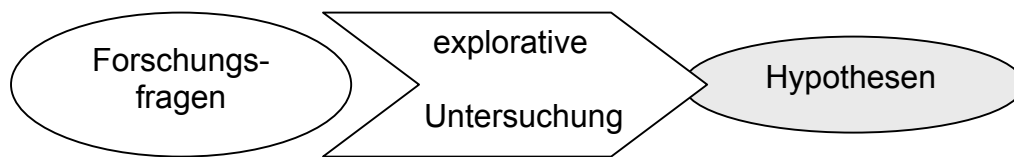


Abb. 5-3: Ausgehend von Forschungsfragen können durch die explorative Datenanalyse Hypothesen (oder zumindest die Grundlagen dafür) hergeleitet werden.

Die Tatsache, dass es sich um eine *Felduntersuchung* in natürlich belassener Umgebung und nicht um eine Laboruntersuchung handelt, beeinflusst natürlich die Validität der Studie. Die bei Feldstudien nur bedingt mögliche Kontrolle störender Einflussgrößen geht zu Lasten der internen Validität. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt allerdings darin, dass die Ergebnisse die unverfälschte Realität charakterisieren, was eine *hohe externe Validität* zur Folge hat (Kap. 5.3.4).

5.3.2 Stichprobengröße

Die Größe der Stichprobe ist für die explorative Untersuchung unerheblich. Für die explanative Untersuchung ist bei unspezifischen Hypothesen keine verbindliche Größenangabe möglich. Allerdings steigt die Wahrscheinlichkeit für die Bestätigung der Forschungshypothese mit der Stichprobengröße (BORTZ/ DÖRING 2003, S. 75). Aus diesem Grunde soll im Vergleich zu den unter 5.1 genannten älteren Untersuchungen ein deutlich größerer Stichprobenumfang erreicht werden.

In den genannten Untersuchungen wurde jeweils eine mehrtägige Exkursion von einer relativ kleinen Teilnehmergruppe evaluiert, so dass infolge der schmalen empirischen Basis nur vorsichtige Deutungsversuche unternommen werden konnten. FÜLDNER (in GEIPEL/ FÜLDNER 1969, S. 96) bemerkt dazu: „Leider werden sich die Betrachtungen zu Exkursionen einer strengen mathematisch-statistischen Analyse von Natur aus verschließen müssen, ist doch jede Fahrt im Grunde unwiederholbar und die Anzahl der Teilnehmer begrenzt (Busgröße!). Eine echte Erweiterung der empirischen Basis ist somit nicht herbeizuführen.“

Der Verfasser hält es allerdings für gerechtfertigt, eine eintägige Exkursion als *wiederholbar* zu betrachten, sofern *wesentliche Rahmenbedingungen unverändert* bleiben.

Auch wenn eine Exkursion wie jede Lehrveranstaltung ein einmaliger Prozess ist, der unter Berücksichtigung des gesamten komplexen Faktorengefüges im einzelnen nicht ge-

nau wiederholbar ist, können allerdings insbesondere bei einer eintägigen Exkursion die hauptsächlichen Rahmenbedingungen stabil gehalten werden.

Dies wird zunächst gewährleistet durch einen primär *gebundenen Exkursionsablauf*. Dieser beinhaltet die Fixierung der *Route* einschließlich der Geopunkte, *dasselbe Begleitmaterial* und immer *denselben Exkursionsleiter*. Unterschiede ergeben sich vorzugsweise im jeweiligen Kommunikationsverlauf. Der Leiter ist also angehalten, die Kommunikation so zu lenken, dass der *thematische Leitfaden im Vorwiegenden gleich* bleibt.

Schließlich sind es bei einer (Landschafts-)Exkursion gerade die statischen Objekte selbst, die durch ihre Aussagekraft Fragestellungen und Erkenntnisse auslösen. Diese *Objekte sind für alle Teilnehmergruppen identisch*.

Somit bleibt der einzelne Exkursionsteilnehmer immer noch die am meisten variierende Komponente.

Auch die Gefahr, dass die Objekte am Ende der Exkursion im Vergleich zu den Objekten zu Beginn überbewertet werden, ist bei einer eintägigen Exkursion mit einer geringeren Zahl und zeitlich enger verknüpften Objekten erheblich geringer als bei einer großen Exkursion mit einer Bewertung von zahlreichen, z. T. zwei Wochen zurückliegenden Objekten (z.B. 74 Objekte bei KOHL/ SCHULZE 1971 oder 30 Objekte bei GEIPEL/ FÜLDNER 1969). Dadurch rechtfertigt sich auch die Erhebung direkt am Ende der Exkursion.

Auf der Basis dieser Vorüberlegungen kann eine *mehrfach durchgeführte eintägige Exkursion durch mehrere Teilnehmergruppen bewertet* werden, so dass eine größere statistische Masse erzielt wird. Diese wiederum ermöglicht Aussagen auf der Grundlage von Signifikanztests.

Die vorliegende Untersuchung verwendet wie viele empirische Studien zur Geographiedidaktik (z.B. HAUBRICH 1977; I. HEMMER 1992; M. HEMMER 1996, 2000; OBERMEIER 1997; OESER 1987; SCHLEICHER 2002) hauptsächlich quantitative Verfahren.

5.3.3 Stichprobenauswahl

Die Erhebung erfolgt mit Hilfe von *Schüler-, Studenten- und Erwachsenenengruppen*. Eine Repräsentativität für die Gesamtbevölkerung ist damit nicht gegeben, sie ist jedoch auch nicht beabsichtigt.

Eine völlig randomisierte Stichprobe (Auswahl der Probanden nach dem Zufallsprinzip) ist für die beabsichtigte Untersuchung ohnehin nicht umsetzbar, da nach Belieben ausgewählte Probanden nicht gezwungen werden können, an der Exkursion teilzunehmen.

Der Auswahlmodus hat einen gewissen Grad an *Homogenität bei bestimmten Merkmalen* in den verschiedenen Gruppierungen zur Folge.

Dies gilt bei den *Studenten der Geographie* bezüglich der Altersgruppe, dem Bildungsstand und dem Fachinteresse. Die Beliebtheit von Studierenden als Versuchspersonen liegt wegen der einfachen Rekrutierbarkeit an der Universität als „anfallende“ Stichprobe auf der Hand. In den USA beträgt der studentische Anteil in empirischen Untersuchungen ca. 80 %, obwohl diese Gruppe nur 3% der Gesamtbevölkerung ausmacht (JANSSEN 1979, zit. nach BORTZ/ DÖRING 2003, S. 78).

Die *Gymnasiasten* sind zumindest in Bezug auf Alter und Bildungsstand homogen. Als natürlich gewachsene und sich gegenseitig beeinflussende Gruppe wird sie als „Klumpenstichprobe“ bezeichnet.

Die heterogensten Gruppen werden durch die *erwachsenen Laien* gebildet, die aufgrund der freiwilligen Teilnahme aber wenigstens im Fachinteresse einheitliche Züge aufweisen dürften. Zur Vereinfachung wird für diese Gruppe in der Folge die Bezeichnung „Erwachsene“ verwendet. Damit soll den Studenten und den volljährigen Gymnasiasten der Erwachsenenstatus nicht abgesprochen werden. Im Unterschied dazu handelt es sich bei den hier als Erwachsene bezeichneten Probanden in der Regel um Personen, die bereits in das Berufsleben eingetreten sind.

Alle Probandengruppen sind also mit spezifischen Besonderheiten gekennzeichnet, so dass hier eine *quasiexperimentelle Untersuchung* vorliegt (BORTZ/ DÖRING 2003, S. 57ff). Während bei einer experimentellen Untersuchung auf der Basis einer reinen Zufallsstichprobe die Störvariablen neutralisiert werden, kann das hier einfach nicht der Fall sein. Denn organisationstechnisch sind quasiexperimentelle Bedingungen unvermeidbar. Die Konsequenz ist, dass eine Beeinträchtigung der internen Validität in Kauf genommen werden muss.

5.3.4 Gültigkeitsanspruch

Bei der *Gültigkeit bzw. Aussagekraft* der erwarteten Untersuchungsergebnisse wird zwischen *interner Validität* (Eindeutigkeit der Ergebnisinterpretation) und *externer Validität* (Generalisierbarkeit der Ergebnisse) unterschieden.

Durch die Kombination der Varianten „quasiexperimentell“ und „Feld“ (Kap. 5.3.1 und 5.3.3) liegt eine „*quasiexperimentelle Felduntersuchung*“ vor, die sich durch niedrige interne, aber hohe externe Validität auszeichnet (BORTZ/ DÖRING 2003, S. 56ff).

Die Validität hängt zusätzlich von weiteren untersuchungsspezifischen Merkmalen ab:

Die *interne Validität* wird gefährdet, wenn die Teilnehmer der Kontrollgruppe erfahren, dass ihnen absichtlich eine ungünstige Behandlung zuteil wird. Sie könnten empört reagieren („Resentful Demoralization“), sich überproportional angestachelt fühlen („Compensa-

tory Rivalry“) oder versuchen, die Reaktionen der Experimentalgruppe zu antizipieren („Treatment Diffusion“) (COOK/ CAMPELL 1979). Um solche Reaktionen von vornherein zu vermeiden, ist das Forschungsanliegen deutlich herauszustellen. Zu betonen ist insbesondere, dass nicht die Qualität der Teilnehmer bewertet wird, sondern nur die Exkursion selbst.

Die *externe Validität* kann unter dem „Hawthorne-Effekt“ leiden. Darunter versteht man ein verändertes Verhalten, sobald sich das Bewusstsein einstellt, Proband einer wissenschaftlichen Untersuchung zu sein (ROETHLISBERGER/ DICKSON 1964). Ein sog. „*Stichprobenfehler*“ wird vermieden, wenn bei quasiexperimentellen Gruppen die Ergebnisse nicht auf die Gesamtbevölkerung verallgemeinert werden. Im vorliegenden Fall können die Ergebnisse nur auf solche Teile der Bevölkerung übertragen werden, die eine überdurchschnittliche Bildung erfahren (Gymnasiasten, Studenten) oder interessiert sind (besonders die erwachsenen Laien).

Ferner gefährdet mangelnde instrumentelle Reliabilität des Untersuchungsinstruments (Kap. 5.4.2.2) die interne Validität, sowie eine mangelnde instrumentelle Validität des Erhebungsinstruments (Kap. 5.4.2.3) die externe Validität.

5.3.5 Untersuchungsdesign

Die Frage nach einem *Versuchsplan* (Untersuchungsdesign) stellt sich immer bei explanativen Untersuchungen, da sie Wirkungen von Maßnahmen überprüfen sollen. Das gilt für die Hypothesen 2 und 3 (Kap. 5.2).

Um sicherzustellen, dass die Wirkung auf die entsprechende Maßnahme zurückzuführen ist, ist eine Kontrolltechnik unverzichtbar, die den auf die Maßnahme zurückgehenden Effekt erfassen kann. Neben der *Experimentalgruppe* oder *Treatmentgruppe*, auf die die gesamte Maßnahme angewendet wird, ist eine *Kontrollgruppe ohne oder mit modifizierter Maßnahme* unabdingbar. Der Vergleich der Stichprobenmittelwerte von Experimental- und Kontrollgruppe dient der Prüfung von Unterschiedshypothesen.

Die interne Validität wäre noch zu steigern, wenn etwaige Unterschiede, die bereits vor den Treatments bestanden, durch einen Pretest ausgeschlossen würden. Da hier jedoch ein Pretest mit Probanden ohne Exkursionsteilnahme nicht sinnvoll ist und außerdem grundsätzliche Unterschiede innerhalb der spezifischen Teilnehmergruppen (Gymnasiasten, Studenten der Geographie und interessierte erwachsene Laien) ohnehin nicht anzunehmen sind (Kap. 5.3.3), muss darauf verzichtet werden. Die durchgeführte Pilotstudie dient allein der Optimierung des Fragebogens als Messinstrument (Kap. 5.4.1.5, 5.4.2.2 und 5.4.2.3).

Die entscheidende Bewertung bei einer summativen Evaluation findet durch einen Posttest statt, nachdem das Treatment abgeschlossen ist.

Damit erfolgt die explanative Untersuchung durch ein „Zwei-Gruppen-Posttest-Design“ bzw. einen „Kontrollgruppenplan mit Posttest“ (Abb. 5-4).

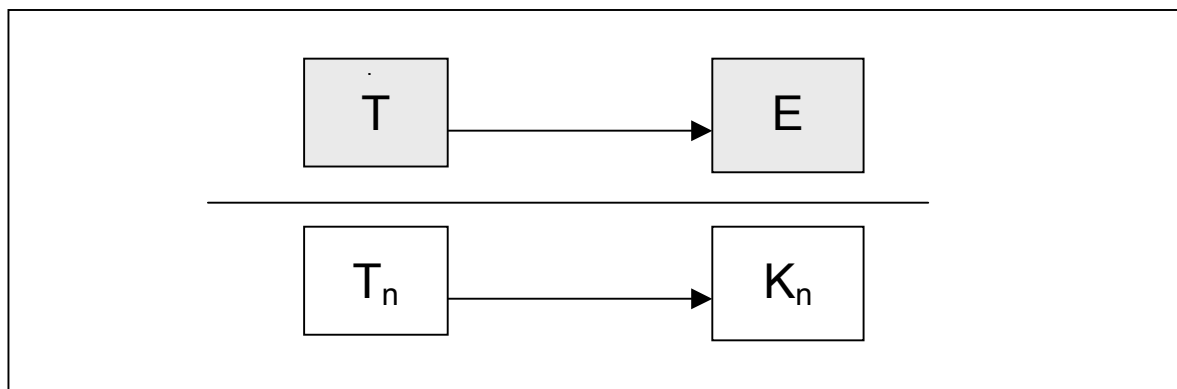


Abb. 5-4: Übersicht zum Untersuchungsdesign zur Prüfung der Hypothesen 2 und 3 (T: = Gesamt-Treatment, E: = Posttest bei der Experimentalgruppe, T_n : = modifizierte Treatments ($n = 1, 2, 3, 4$), K_n : = Posttest bei den zugehörigen Kontrollgruppen ($n = 1, 2, 3, 4$)).

Um die Wirksamkeit einzelner Teilaspekte des Gesamt-Treatments zu überprüfen, werden *verschiedene Kontrollgruppen* verwendet, welche jeweils ein genau in diesem Teilaspekt modifiziertes Treatment erhalten:

- Die *Kontrollgruppe* K_1 dient der Prüfung der Hypothese 2, indem mit dieser Gruppe die Exkursion mit „*deduktivem Treatment*“ T_1 durchgeführt wird.
- Die *Kontrollgruppe* K_2 dient der Prüfung der Hypothese 3a, indem mit dieser Gruppe die Exkursion mit „*darbietendem Treatment*“ T_2 organisiert wird. Dies bedeutet, dass an jedem Geopunkt unmittelbar ein vollständiger Vortrag des Exkursionsleiters (die sog. „Bergpredigt“, vgl. WIRTH 1966/ 1969, S. 278) erfolgt.
- Die *Kontrollgruppe* K_3 dient der Prüfung der Hypothese 3b, indem diese Gruppe den Exkursionsinhalt innerhalb eines Vortages an der Universität erfährt. Die Geopunkte werden durch Dias präsentiert („*virtuelles Treatment*“ T_3).
- Die *Kontrollgruppe* K_4 dient keiner Hypothesenprüfung, sondern mit ihr ist ein exploratives Anliegen verbunden. Die Teilnehmer dieser Kontrollgruppe sollen die Geopunkte mit Hilfe des Begleitmaterials eigenständig erkunden („*Selbsterkundungs-Treatment*“ T_4). Erwartet werden Hinweise über den Einfluss eines fachdidaktischen Exkursionsleiters und ob sich die Geopunkte für einen selbstführenden Lehrpfad eignen.

Für die explorative Untersuchung zur Detailbewertung der Geopunkte wäre eine „One-Shot-Studie“ ohne Kontrollgruppe völlig ausreichend. Da diese aber gemeinsam mit der explanativen Untersuchung erfolgt, werden natürlich auch die Kontrollgruppenergebnisse für die Erkundung neuer Hypothesen mit einbezogen.

5.3.6 Art der Datenerhebung

Das Ziel der empirischen Untersuchung ist die Evaluation der Exkursionsgestaltung. Die Bewertung erfolgt durch die Exkursionsteilnehmer. Folglich ist der *Mensch* nicht vorrangig das Untersuchungsobjekt, sondern das *zentrale Erhebungsinstrument*.

Die menschliche Urteilsfähigkeit wird hierbei nicht zur Selbsteinschätzung („subject centered approach“), sondern zur Bewertung von Fremdobjekten („stimulus centered approach“) genutzt (TORGERSON 1958, zit. nach BORTZ/ DÖRING 2003, S. 154).

Für das Gewinnen der Daten wird die in den empirischen Human- und Sozialwissenschaften häufigste Methode, die *Befragung*, verwendet. Man schätzt, dass ungefähr 90% aller Daten auf diese Art gewonnen werden (BUNGARD 1979, zit. nach BORTZ/ DÖRING 2003, S. 237).

Die *schriftliche Befragung* wird der mündlichen Befragung (Interviewtechnik) nicht nur aus ökonomischen Gründen vorgezogen. Das schriftliche Verfahren erfordert zwar mehr Vorarbeit, erleichtert aber die Auswertung. Zudem wirkt sich die anonyme Erhebungssituation günstig auf die Bereitschaft zu ehrlichen Angaben aus. Der entscheidende Nachteil der Fragebogentechnik, die unkontrollierte Erhebungssituation, wird weitgehend ausgeräumt, indem die Probanden unter standardisierten Bedingungen bei Anwesenheit des Fragebogenautors schriftlich befragt werden. Die Fragebogenkonstruktion erfolgt nach den Prinzipien der klassischen Testtheorie.

Die vorliegende empirische Studie erfordert also die Kombination von drei wichtigen, in den Human- und Sozialwissenschaften gebräuchlichen Erhebungsarten, nämlich „*Urteilen*“, „*Befragen*“ und „*Testen*“ (BORTZ/ DÖRING 2003, S. 137ff). Die Datenerhebungsmethode „*Zählen*“ wird nur für kleine Teilbereiche des Fragebogens, wie etwa für sozialstatistische Angaben verwendet.

5.4 Fragebogenkonstruktion

Die schriftliche Befragung als Art der Datenerhebung verlangt die *Konstruktion eines geeigneten Fragebogens*.

Fragebögen sind indessen nicht mit Tests zu vergleichen, denn diese gelten im engeren Sinne als standardisiertes Instrument für Leistungs- und Persönlichkeitsuntersuchungen

zum Zwecke der Individualdiagnose (LIENERT/ RAATZ 1998, S. 1). In diesem Falle wäre der Proband gleichzeitig das Untersuchungsobjekt, während im vorliegenden Falle ein Fremdobjekt, nämlich die Exkursionsgestaltung untersucht wird. Der Proband ist selbst der Beobachter und nicht der Beobachtete. Man spricht von *Fremdbeurteilung* (MUMMENDEY 1995, S. 17).

Der für diese Untersuchung konstruierte Fragebogen dient vielmehr der *Auswertung von Gruppenmittelwerten* für Forschungszwecke.

5.4.1 Erstellung des Fragebogens

Die Erstellung des Fragebogens erfolgt in mehreren Schritten. Es ist eine Bearbeitungsanleitung für die Probanden (Fragebogen-Instruktion) zu erstellen, der Aufgabentypus (Item-Format) muss festgelegt werden und es ist eine systematische Sammlung von Items erforderlich, aus der nach einer Revision und Analyse die endgültige Form hervorgeht.

5.4.1.1 Fragebogen-Instruktion

Die Bearbeitungsanweisungen (s. Fragebogen im Anhang) an die Probanden erzeugen „eine starke Vor-Einstellung auf die zu erledigende Aufgabe hin“ (MUMMENDEY 1995, S. 68).

Um die Probanden zusätzlich zu konstruktiver Mitarbeit zu motivieren, wird betont, dass die Untersuchung allein zu Forschungszwecken ausgeführt wird und nicht der Erstellung von Individualdiagnosen dient. Es sind keine Konsequenzen für das Individuum zu befürchten.

Zur Lösung eines eventuell empfundenen Druckes wird ausdrücklich hervorgehoben, dass es bei dieser Untersuchung keine richtigen und falschen Antworten gibt, da es sich nicht um einen Leistungstest handelt. Jede persönliche Antwort ist „richtig“.

Der Hinweis auf den gewährleisteten Datenschutz mit der damit verbundenen Anonymität soll ein ehrliches Antwortverhalten erleichtern.

5.4.1.2 Item-Format und Skalenart

Unter *Items* versteht man Fragen, die zu beantworten sind oder Behauptungen, die nach Zustimmung bzw. Ablehnung verlangen.

Zur Erkundung von Beurteilungen sind *Behauptungen* besser geeignet, da sie Positionen prononcierter und differenzierter erfassen als Fragen (BORTZ/ DÖRING 2003, S. 255).

Für das Aufgabenformat werden hauptsächlich *gebundene Frageformen mit Antwortvorgaben* verwendet, um durch eine quantifizierte Erfassung der Bewertung die mathematisch-statistische Auswertung zu ermöglichen. Diese in der modernen Fragebogenkonstruktion vorherrschende Itemvariante ist mit einer leichteren und objektiveren Auswertung verbunden.

Um die Bewertungen für die statistische Auswertung zu quantifizieren, wird die in Urteilsverfahren weit verbreitete Likert-Skala benutzt (LIKERT 1932, zit. nach BORTZ/DÖRING 2003, S. 222). Es handelt sich um eine *5-stufige Rating-Skala*, bei der davon ausgegangen wird, dass die Kategorien der Skala äquidistant sind und deswegen mit den Skalenwerten von 1 bis 5 belegt werden können. Die bei einer ungeraden Kategorienzahl enthaltene neutrale Mittelkategorie ermöglicht zwar Verfälschungen durch die „zentrale Tendenz“ (Kap. 5.5), lässt andererseits aber auch neutrale Bewertungen zu und zwingt nicht zu profilierten Urteilen wie dies bei geraden Kategorienzahlen der Fall wäre. Im Übrigen ist die Anzahl der Stufen bei polytomen Rating-Skalen für die Ergebnisse meist belanglos (MUMMENDEY 1995, S. 56).

Als verbale Charakterisierung der fünf Abstufungen werden folgende sprachliche Formulierungen verwendet:

- (1) völlig falsch
- (2) ziemlich falsch
- (3) unentschieden
- (4) ziemlich richtig
- (5) völlig richtig

Diese verbale Verankerung einer 5-stufigen Rating-Skala wurde nach einer Untersuchung *von den Beurteilern als weitgehend äquidistant aufgefasst* (ROHRMANN 1978, zit. nach BORTZ/DÖRING 2003, S. 178).

Bei der vorliegenden Skala erhält von jeweils zwei verschiedenen Antworten diejenige die größere Zahl, die eine größere Zustimmung zum Item ausdrückt. Aufgrund der so ermöglichten „größer-kleiner-Relation“ spricht man von einer *Ordinalskala*. Wenn man zusätzlich davon ausgeht, dass die Größe des Zahlenunterschieds auch die Stärke des Unterschieds auf inhaltlicher Ebene wiedergibt, liegt eine *Intervallskala* vor. Die Annahme dieses höheren Skalenniveaus ist deshalb so wichtig, weil nur unter dieser Annahme die rechnerische Bildung von Differenz- oder Mittelwerten empirische bedeutsam ist, d.h. entsprechend interpretiert werden darf (KÄHLER 2004, S. 29ff). Die Behandlung von Likert-Skalen als Intervallskalen ist in der sozialwissenschaftlichen Forschung bewährt und üblich (I. HEMMER 1992, S. 169).

Die beiden Mehrfachauswahlfragen (Item 32 und 33) am Ende des Fragebogens werden mit Mitteln der deskriptiven Datenanalyse ausgewertet.

Um auch Spontaneität und Kreativität der Exkursionsteilnehmer zu nutzen, wird die Evaluation durch zwei Fragen zur freien Aufgabenbeantwortung (Item 34 und 35) ergänzt.

5.4.1.3 Item-Sammlung

Die Item-Sammlung zur *Erfassung des didaktisch-methodischen Konzeptes* soll alle wesentlichen Elemente abdecken, die den formulierten Hypothesen zugrunde liegen (Kap. 5.2.1). Gemäß der „Facettentheorie“ (WOTTAWA/ THIERAU 2003, S. 100) werden die verschiedenen Aspekte der Exkursionsdidaktik in den sechs Hypothesen zu einzelnen „Facetten“ kombiniert. Es wird jeweils ein Bedarf von ca. 6 Items, insgesamt also von *ca. 36 Items* angenommen.

Der vorläufige Item-Pool sollte „mindestens das Dreifache der letztlich erforderlichen Itemzahl bereitstellen“ (MUMMENDEY 1995, S. 61). Eine erste Rohsammlung erbrachte 125 Items. Sie bildet folglich eine ausreichende Grundlage für die Fragebogenkonstruktion (s. Anhang 1).

Die *Bewertung für die einzelnen Geopunkte* wird anhand der bereits entworfenen Item-Struktur durchgeführt (Kap. 5.2.2). Da sich pro Geopunkt 4 Wertungs-Kategorien ergeben, fallen bei 10 Geopunkten insgesamt *40 Item-Rohwerte* an.

5.4.1.4 Item-Revision

In einer „zweiten Lesung“ wird der Item-Pool zunächst einer Revision nach *sprachlichen Gesichtspunkten* unterzogen. Die Revision wird nach den allgemeinverbindlichen Regeln zur Formulierung von Feststellungen in Fragebögen durchgeführt (EDWARDS 1957, zit nach MUMMENDEY 1995, S. 63f). Das Ziel sind verständliche, kurze und prägnante Formulierungen. Wird von mehreren Items derselbe Aspekt eines Merkmals erfasst, wird das geeignetere Item ausgewählt.

Bei der Revision wird ebenfalls darauf geachtet, die *Fragerichtung systematisch zu variieren*, um Antworttendenzen zu vermeiden (Kap. 5.5). Dazu sollten möglichst viele, maximal die Hälfte der Items in umgekehrter Richtung formuliert werden (MUMMENDEY 1995, S. 65f). Bei einer Itemformulierung mit „positiver“ Richtung bzw. Polung ist eine Zustimmung gleichbedeutend mit einer Unterstützung der Forschungshypothese. Bei einer Item-Formulierung mit „negativer“ Polung wird die Forschungshypothese bei einer ablehnenden Antwort unterstützt.

Die Item-Sammlung wurde durch die erste Revision von 125 Items auf 41 Items reduziert (s. Anhang 2).

Bei der Item-Revision sollte auch die *Reihenfolge* der Fragen festgelegt werden. Es ist ungünstig, sehr ähnliche Fragen unmittelbar hintereinander zu präsentieren. Manche Probanden fühlen sich dann überwacht. Eine zusätzliche Störung ist durch die „Ähnlichkeits-hemmung“ zu erwarten. Danach ist die wechselseitige Hemmung zwischen zwei Gedächtnisleistungen besonders groß, wenn die Inhalte sich ähnlich sind (P. KÖCK 1994, S. 248). Bei der Korrektur der Reihenfolge geht es also vor allem darum, die zu den einzelnen Hypothesen gehörigen *Items gleichmäßig über den gesamten Fragebogen zu verteilen* (MUMMENDEY 1995, S. 66f).

5.4.1.5 Item-Analyse

Für die *Item-Analyse* wird der Fragebogen in seiner revidierten Form einer Probandengruppe zum Zwecke einer *Pilotstudie* zur Beantwortung vorgelegt (Anhang 3). Dabei geht es um die statistische Überprüfung der Qualität jedes Items. Als Kriterien gelten die Schwierigkeit und die Trennschärfe jedes Items.

Da es sich bei diesem Fragebogen um keinen Persönlichkeitstest zur exakten Differenzierung individueller Merkmale handelt, sondern um eine Evaluation auf der Basis von Gruppenmittelwerten, wird im Zweifelsfall den inhaltlichen Kriterien der Vorzug vor dem rein statistischen Ergebnis gegeben, denn bei Evaluationen gilt nicht selten: „Je exakter die Art des Meßverfahrens, umso geringer der praktische Nutzen.“ (WOTTAWA/ THIERAU 2003, S. 131).

Die *Pilotstudie* wurde am 4. April 2005 mit Hilfe von 25 Probanden im Rahmen eines Kompaktseminars durchgeführt. Vor der Beantwortung des Fragebogens wurde mit den Probanden die Exkursion in „virtueller“ Form durchgeführt. Die Präsentation der Geopunkte erfolgte mit Hilfe von Dias.

Neben der statistischen Item-Analyse war die Pilotstudie gleichzeitig ein Probelauf zur *benötigten Bearbeitungszeit* und insbesondere für die *adressatengerechte Item-Formulierung*. Sobald mindestens ein Proband bei einem Item Verständnisschwierigkeiten anzeigte, wurde vom Autor eine Alternativ-Formulierung erarbeitet. Es wurde dann diejenige Variante übernommen, die für die Mehrzahl der Teilnehmer der Pilotstudie verständlicher war. Auf diese Art und Weise wurden insgesamt 8 Items umformuliert (Item 11, 14, 16, 17, 20, 28, 30 und 40). Des Weiteren wurden 7 Items ausgeschieden, die inhaltlich als gleichwertig mit anderen Items beurteilt wurden (Item 7, 13, 15, 18, 27, 34 und 36).

Die Bearbeitungszeit betrug ca. 15 Minuten, so dass Ermüdungserscheinungen bei der Beantwortung nicht zu befürchten sind.

Eine Pilotstudie mit mehr als 100 Probanden, deren Stichprobengröße belastbare Korrelationsberechnungen erlaubt (MUMMENDY 1995, S. 72) und die alle mit der „Real“-Exkursion vorbehandelt wurden, würde den Aufwand der Hauptstudie erreichen. Dies ist jedoch angesichts der oben begründeten Prioritäten für die beabsichtigte Untersuchung nicht erforderlich.

Die *Schwierigkeit* einer Aufgabe ist durch den *Schwierigkeitsindex* gekennzeichnet, der dem prozentualen Anteil der auf diese Aufgabe entfallenden richtigen Antworten entspricht. Die Bezeichnung „richtige“ Antwort ist primär in Zusammenhang mit Intelligenz- und Leistungstests verständlich. Doch auch auf vorliegendem Fragebogen, bei dem es weder richtige noch falsche Antworten im eigentlichen Sinne des Wortes gibt, lässt sich die Definition sinngemäß übertragen. Hier zählt diejenige Antwort als „richtig“, die in „Schlüsselrichtung“ im Sinne der Forschungshypothese erfolgt. Dazu werden je nach Polung des Items die Häufigkeiten der Kategorien „ziemlich richtig“ und „völlig richtig“ bzw. „ziemlich falsch“ und „völlig falsch“ addiert. Fragen die oft in Schlüsselrichtung beantwortet werden, nennt man populär. Auf diese Weise wird hier die Bezeichnung „Schwierigkeit“ durch „Popularität“ und entsprechend „Schwierigkeitsindex“ durch „Popularitätsindex“ ersetzt (LIENERT/ RAATZ 1998, S. 73f).

Konventionellerweise werden Items mit einem Popularitätsindex über 80% (Frage, die von fast allen Probanden in Schlüsselrichtung beantwortet werden) und unter 20 % (Fragen, die von fast niemandem in Schlüsselrichtung beantwortet werden) ausgeschieden, falls nicht andere Gründe dagegen sprechen (MUMMENEY 1995, S. 73). In der Pilotstudie fielen insgesamt zehn Items nicht in das Popularitätsindexintervall [20; 80]. *Fünf* davon wurden *eliminiert* (Items 3, 24, 31, 37 und 44) und die restlichen fünf wurden *beibehalten*, da sie aus inhaltlichen Gründen unverzichtbar sind und einen Popularitätsindex von über 80 % aufwiesen, was bei der Evaluation eines Fremdobjektes durchaus brauchbare Interpretationen zulässt (Items 5, 10, 16, 22 und 29). So wurde etwa die Behauptung „Einfache selbstständige Anwendungen geowissenschaftlicher Arbeitsmethoden erleichtern das Verständnis“ (Item 16 der Pilotstudie) von 87 % und das Item „Die Landschaftsgeschichte ist nur für Wissenschaftler interessant“ (Item 29 der Pilotstudie) von 92 % der Probanden in Schlüsselrichtung beantwortet.

Die *Trennschärfe* gibt an, wie gut ein einzelnes Item das Gesamtergebnis repräsentiert. Als Gesamtergebnis wird bei dem vorliegenden Fragebogen der Durchschnittswert aller Items definiert, die jeweils einer der sechs Teilhypothesen zugeordnet werden. Die Korrelation zwischen dem Itempunktwert und dem zugehörigen Gesamtergebnis wird als *Trennschärfekoeffizient* definiert. Er kann Werte zwischen -1 und 1 annehmen (LIENERT/ RAATZ 1998, S. 78).

Je höher der Wert, desto besser kann das betreffende Item Personen mit Zustimmung bzw. Ablehnung zur jeweiligen Hypothese trennen. *Werte von 0,3 bis 0,5 werden als mit-*

telmäßig und Werte über 0,5 als hoch angesehen (BORTZ/ DÖRING 2003, S. 219). Items mit Trennschärfen unter oder um Null sind zu eliminieren. Ein Trennschärfekoeffizient um Null würde keine Differenzierung zwischen Hypothesenablehnung und -zustimmung zulassen. Negative Trennschärfekoeffizienten würden sogar bedeuten, dass die Antworten zu diesem Item das Gegenteil des Gesamtergebnisses repräsentiert.

Das Item 32 wies nur einen Trennschärfekoeffizienten von 0,019 auf und musste deshalb ausgeschieden werden. Für die übrigen Items lagen die Werte zwischen 0,207 (Item 6) und 0,895 (Item 24). Der Durchschnitt lag bei 0,492.

Nach Eliminierungen aller Items aufgrund der vorangegangenen Analysen stieg der Durchschnitt aller Trennschärfekoeffizienten auf 0,531. Damit wiesen die für die explanative Untersuchung verbliebenden Items im Durchschnitt eine hohe Trennschärfe auf.

Eine Dimensionsreduktion mittels einer Faktorenanalyse erscheint im vorliegenden Fall weder notwendig noch geeignet. Eine weitere Datenreduktion auf möglichst wenige Größen (sog. Faktoren bzw. Komponenten) soll den Informationsgehalt komprimieren (KÄHLER 2004, S. 178).

Aufgrund des komplexen Konstruktes der Exkursionsdidaktik wurden die Variablen ohnehin bereits auf die von den einzelnen Hypothesen verkörperten Teilaspekte verteilt. Der vielschichtige Untersuchungsgegenstand weist zahlreiche Dimensionen aus, die sich zudem oft überschneiden und miteinander verknüpft sind. Aus diesem Grund werden auch einzelne Items zur Prüfung unterschiedlicher Hypothesen verwendet.

Eine probeweise Durchrechnung einer Hauptkomponentenanalyse für den explanativen Teil des Fragebogens extrahiert entsprechend 14 Komponenten mit teilweise hypothesenübergreifenden Item-Zuordnungen, wobei der stärkste Faktor gerade einmal 16 % der Gesamtvarianz erklärt. Jedenfalls ergäbe sich im Vergleich zu den sechs Hypothesen etwa eine Verdoppelung der ausgegliederten Dimensionen. Eine wesentliche Zielsetzung der Faktorenanalyse besteht allerdings grundsätzlich darin, ein möglichst sparsames Modell zu liefern (KÄHLER 2004, S. 189).

Eine Anwendung der Faktorenanalyse auf die einzelnen Hypothesen führt dort zur Extraktion von 2 bis 3 Faktoren pro Hypothese. So werden etwa für die Subhypothese 1b („gesellschaftlicher Nutzen“) zwei Faktoren extrahiert, die als „emotionaler Gewinn“ (Item 10, 35 und 4) bzw. „Bedeutung für Nutzungsmuster“ (Item 21 und 40) interpretiert werden könnten. Diese Trennung ist auch gut im „Komponentendiagramm im rotierten Raum“ (Abb. 5-5) erkennbar, die auch zeigt, dass die Einordnung von Item 4 weniger eindeutig ist. Diese zwei Teildimensionen wurden bei den didaktisch-methodischen Überlegungen (Kap. 3.1.2) bewusst zu einem Aspekt zusammengefasst, was ja dann zur Herleitung der o.g. Hypothese führte. Somit wird diese Aufgliederung nachträglich empirisch-statistisch noch einmal bestätigt. Eine derartige Aufspaltung innerhalb der Untersuchung ist aber für die Überprüfung der aufgestellten Hypothesen nicht erforderlich.

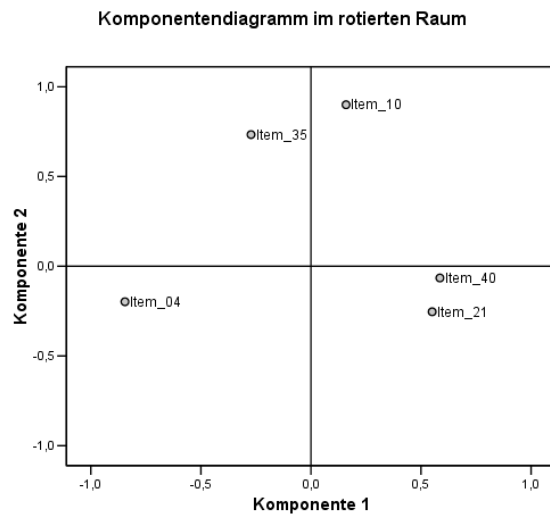


Abb. 5-5: Das Streudiagramm zu den Ladungen der Items von Subhypothese 1b zeigt deutlich die jeweils zwei verwandten Items.

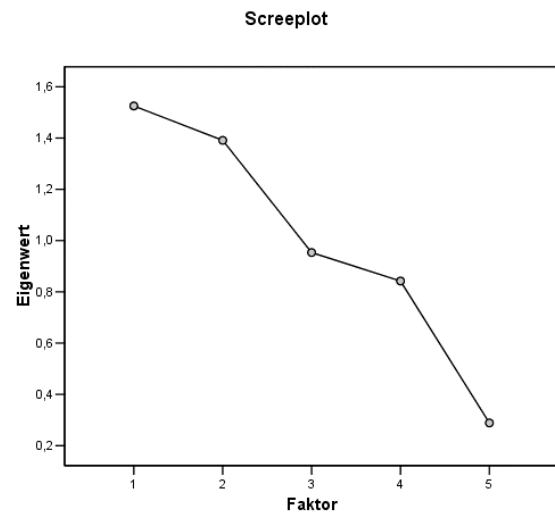


Abb. 5-6: Screeplot zu den Items von Subhypothese 1b ohne deutlichen Knick.

Im Übrigen ist etwa die Teilung der Subhypothese 1b in zwei Faktoren anstelle von 5 Items auch statistisch gar nicht so zwingend, wie der Screeplot, das Diagramm der Eigenwerte der Faktoren, offenbart (Abb 5-6). Es zeigt sich nach den zwei extrahierten Faktoren weder ein deutlicher Knick, noch bilden die übrigen Faktoren eine unbedeutende „Geröllhalde“ (engl. scree = das Geröll).

Als *Ergebnis der Item-Analyse* wurde die Zahl der Items des explanativen Fragebogens von 41 Items auf 28 Items reduziert. Diese sind im Anhang 4 nach Hypothesen geordnet zusammengestellt.

Damit umfasst der *endgültige Fragenbogen* (Anhang 5) zusammen mit den 4 statistischen Items, den 2 offenen Fragen und den 40 explorativen Items zur Geopunktbewertung insgesamt 74 Items.

5.4.2 Erfüllung der Gütekriterien

Der als Forschungsinstrument verwendete Fragebogen muss auch den Gütekriterien der sog. „Klassischen Testtheorie“ (GULLIKSEN 1950) genügen. Demnach muss ein guter Fragebogen *objektiv, reliabel und valide* sein.

Um die Brauchbarkeit des Fragebogens in dieser Hinsicht zu überprüfen („Testing the Test“) sind unterschiedliche Überlegungen und Kontrollen möglich.

Die Überprüfung der genannten Hauptgütekriterien erfolgte zusammen mit der Item-Analyse im Zuge der Pilotstudie.

5.4.2.1 Objektivität

Die *Objektivität* eines Tests bezeichnet den Grad, in dem die Ergebnisse unabhängig vom Untersucher sind. Ein Test wäre vollkommen objektiv, wenn verschiedene Untersucher bei denselben Probanden zu gleichen Ergebnissen gelangen würden. Je nach Phase der Testdurchführung unterscheidet man die Aspekte der Durchführung-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität (LIENERT/ RAATZ 1998, S. 7f).

Die *Durchführungsobjektivität* wird am meisten beeinträchtigt durch Verhaltensvariationen unterschiedlicher Testleiter. Die bei dieser Untersuchung vorhandene Personalunion zwischen Testautor und -leiter gewährleistet in dieser Hinsicht maximale Objektivität. Selbstverständlich verzichtet der Testleiter auf individuelle Hilfen und trägt dafür Sorge, dass Abschreiben oder Absprachen zwischen den Probanden unterbleiben.

Die *Auswertungs- und Interpretationsobjektivität* ist aufgrund der gebundenen Aufgaben des Fragebogens (Item 1 bis 33, Anhang 5) praktisch vollkommen verwirklicht. Für die beiden enthaltenen Fragen zur freien Aufgabenbeantwortung (Item 34 und 35 im Anhang 5) ist sie naturgemäß geringer.

5.4.2.2 Reliabilität

Die *Reliabilität* oder *Zuverlässigkeit* eines Testes bezeichnet den Grad der Genauigkeit, mit der ein gewisses Merkmal gemessen wird. Ein beobachtetes Testergebnis enthält im Vergleich zum wahren Wert immer einen Messfehler.

Der *Reliabilitätskoeffizient* ist definiert durch das Verhältnis von wahrer Varianz (mittlere Streuung der wahren Werte) zur beobachteten Varianz (mittlere Streuung der gemessenen, fehlerbehafteten Werte). Für den hypothetischen Fall einer fehlerfreien Übereinstimmung von beobachteten und wahren Werten wäre der Test vollkommen reliabel mit einem Reliabilitätskoeffizienten von 1 (= 100%).

Mit zunehmender Fehlervarianz nimmt die Reliabilität ab. Dabei sind zwei *Hauptfehlerquellen* zu nennen: Die *Ungenauigkeit des Tests* als Messinstrument, sowie die *Veränderlichkeit der Bedingungen* der Testdurchführung. Durch verschiedene empirisch-experimentelle und mathematisch-statistische Methoden besteht die Möglichkeit, die Fehlervarianz und somit die Reliabilität abzuschätzen.

Die *Fehlervarianz auf Grund der Ungenauigkeit des Tests* wird durch die Methode der Konsistenzanalyse oder Testhalbierungsmethode mit Hilfe eines Testvorgangs (Pilotstudie) überprüft. Die durch Veränderung der Bedingungen verursachte Fehlervarianz wird durch Retest- und Paralleltestmethode anhand von zwei Testdurchläufen erfasst (LIENERT/ RAATZ 1998, S. 173ff).

Eine *Abschätzung der bedingungsbezogenen Fehlervarianz* ist nicht nur angesichts der notwendigen zwei Testdurchgänge, sondern auch angesichts der Testkonstruktion und -organisation ökonomisch sehr aufwändig. Die Art der vorliegenden Untersuchung lässt eine von den Bedingungen abhängige Reliabilitätsschätzung als nicht sinnvoll erscheinen. Zum einen wird der Einfluss äußerer Bedingungen wie etwa des Exkursionswetters auf das Bewertungsverhalten grundsätzlich unterstellt und soll auch nachgewiesen werden. Zum anderen ließe sich die gesamte Bedingungsvariation bezüglich der Witterung durch eine Testwiederholung ohnehin nicht erfassen. Die Abschätzung anderer bedingungsbezogener Fehler durch Paralleltests ist durch die Untersuchungsanlage nicht realisierbar. Da der Test vorzugsweise Aufgaben mit einmaligem Charakter enthält, ist die Möglichkeit für die Konstruktion eines Paralleltests nicht gegeben.

Somit erfolgt eine von den Bedingungen der Testdurchführung unabhängige Reliabilitätskontrolle, nämlich eine *Konsistenzanalyse*. Dieser Reliabilitätskoeffizient liefert eine Aussage über die *Qualität des Tests als Messinstrument* und kommt der grundlegenden Idee der Reliabilität am nächsten.

Zu beachten ist dabei, dass ein Koeffizient, der ausschließlich die Genauigkeit des Tests als Messinstrument zugrunde legt, höhere Werte erreicht, als man unter Einbezug der Durchführungsbedingungen erhalten würde. Andererseits werden durch die relativ universell verwendbare Formel nicht sämtliche implizierte Hypothesen berücksichtigt, womit die Konsistenz mehr oder weniger unterschätzt wird.

Daneben wird der Reliabilitätskoeffizient durch Testlänge, Homogenitätsgrad, Repräsentativität der Stichprobe beeinflusst.

Der *Reliabilitätskoeffizient* wurde aus den Untersuchungsergebnissen der Pilotstudie (vgl. Kap. 5.4.1.5) berechnet. Da es sich um einen weitgehend homogenen Test mit gleich langen Teilen handelt, wird die Reliabilität mit der bekannten Formel für den *α -Koeffizienten von CRONBACH* (CRONBACH 1951, zit. nach LIENERT/ RAATZ 1998, S. 192) abgeschätzt.

Unter Einbezug aller nach der Item-Analyse verbliebenen Items für die explanative Untersuchung ergab sich für den CRONBACH-Koeffizienten $\alpha := r_{tt} = 0,719$. Werden die Items für die explorative Untersuchung mit einbezogen, erhöht sich der α -Koeffizienten auf 0,897. Falls ein Proband die Exkursion als „gelungen“ einschätzt, bedeutet der Koeffizient 0,897, dass dies mit 89,7 % Wahrscheinlichkeit durch den Test auch so gemessen wird. Somit erfüllt der Fragebogen das Kriterium der Reliabilität.

5.4.2.3 Validität

Die *Validität* oder *Gültigkeit* gibt an, inwieweit ein Test dasjenige misst, was er zu messen vorgibt. Die Tauglichkeit des Messinstruments ist gewährleistet, wenn drei unterschiedli-

che Aspekte der Validität beachtet werden. Es handelt sich um die inhaltliche Validität, die Konstruktvalidität und die kriterienbezogene Validität (LIENERT/ RAATZ 1998, S. 10ff und 220ff).

Die *Inhaltsvalidität* ist gegeben, wenn die Test-Items das zu bewertende Konzept in seinen wichtigsten Aspekten erschöpfend erfasst. Genau mit dieser Vorgabe wurde der Item-Pool auf der Basis der „Facettentheorie“ erstellt (Kap. 5.4.1.3). Die Erfüllung dieses Aspektes wurde durch ein Experten-Rating aus Fachdidaktikern, Pädagogen und Fachwissenschaftlern in einem „Konsens von Kundigen“ (LIENERT/ RAATZ 1998, S. 11) zugebilligt.

Die *Konstruktvalidität* liegt vor, wenn der Test das theoretische Konstrukt erfassen kann. Werden die aus der Theorie hergeleiteten Hypothesen vom Test bestätigt, kann dies als Indiz für Konstruktvalidität bewertet werden (BORTZ/ DÖRING 2003, S. 201).

Die *Kriteriumsvalidität* ist erfüllt, wenn die Vorhersagekraft des Tests an einem Außenkriterium gemessen werden kann. Ein solches manifestes Außenkriterium wäre etwa, dass sich der Exkursionserfolg durch eine überproportionale Nachfrage bei einer künftigen Ausschreibung zeigen würde. Da dafür aber zahlreiche andere Faktoren verantwortlich sein können, wäre dieses Außenkriterium nicht ausreichend valide. Die oft auftretende Schwierigkeit, ein adäquates und valides Außenkriterium zu finden, liegt meist daran, dass gerade der Fragebogen selbst das angemessenste Messinstrument darstellt (MUMMENDEY 1995, S. 77f; BORTZ/ DÖRING 2003, S. 199).

Aus diesem Grunde wird ein selbstkonstruiertes Außenkriterium in Gestalt des Items „Die Exkursion hat mein Interesse für geowissenschaftliche Inhalte gesteigert“ (Item 26 der Pilotstudie) in den Fragebogen integriert. Das Gesamtergebnis des Fragebogens wird mit dem Außenkriterium verglichen. Der Korrelationskoeffizient nach PEARSON ergab einen Wert von 0,406. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Der Fragebogen entspricht also auch dem Kriterium der Validität.

5.5 Potenzielle Verfälschbarkeit

Das „Messinstrument Mensch“ ist subjektiv und störanfällig. Durch absichtliche und unbewusste Verfälschungen können die Testergebnisse von der „wahren Merkmalsausprägung“ abweichen. Je nach Beurteilungsgegenstand sind spezielle *Fehlerquellen* in Erwägung zu ziehen.

Bei der *Beurteilung der Exkursionsdidaktik und -methodik* kommen hauptsächlich folgende Fehlerquellen in Betracht:

- *Selbstdarstellung*: Die Probanden wollen sich in Hinblick auf den bekannten Auswerter in bestimmter Weise selbst darstellen. Insbesondere soll durch sozial er-

wünschte Antworten ein guter Eindruck erzielt werden (BORTZ/ DÖRING 2003, S. 232f).

- *Zentrale Tendenz*: Bei unsicheren Probanden oder wenn extreme Ausprägungen des zu beurteilenden Objektes nicht verankert sind, besteht die Neigung, alle Objekte im mittleren Skalenbereich einzuordnen (KORMAN 1971, S. 180f).
- *Antworttendenzen*: Damit sind stereotype zustimmende („Ja-Sage-Tendenz“ oder „Akquieszenz“) oder ablehnende („Nein-Sage-Tendenz“) Reaktionsweisen gemeint, was zu Antworten im Extrembereich führt. Es handelt sich vermutlich um ein Persönlichkeitsmerkmal (BORTZ/ DÖRING 2003, S. 236). Die Güteeigenschaften werden durch Akquieszenz nur unerheblich beeinflusst (BUSE 1980).

Bei der *Bewertung der einzelnen Exkursionsstandorte (Geopunkte)* sind vorzugsweise folgende Fehlerquellen zu anzunehmen:

- *Halo-Effekt*: In Anspielung auf den ausstrahlenden Effekt um Sonne oder Mond wird damit die Tendenz bezeichnet, die Beurteilung mehrerer Merkmale eines Objektes von einem globalen Pauschalurteil abhängig zu machen (THORNDIKE 1920, zit. nach BORTZ/ DÖRING 2003, S. 182). Eine Reduzierung des Effektes kann erreicht werden, indem die Objekte skalenweise und nicht objektweise beurteilt werden. Deshalb wurde das Item 15 (Evaluierung der Geopunkte, Anhang 5) mit der Vorgabe versehen, bei der Bewertung spaltenweise vorzugehen.
- Urteilsverzerrungen, die durch die Reihenfolge der Objekte entstehen:
 - *„Primacy-Recency-Effekt“*: Stehen Objekte mit extremer Merkmalsausprägung am Anfang, wird der Kontrast bei den folgenden Objekten überbetont (BORTZ/ DÖRING 2003, S. 183).
 - *„Pro- und Retroaktive Hemmung“*: Der Behaltensvorgang der Objekte wird durch unbewusste Voraus- und Nachwirkzeiten vorangegangener und nachfolgender ähnlicher Objekte gestört. Da Objekte am Anfang und am Ende nur einseitig von dieser Störung betroffen sind, werden sie leichter behalten (MIETZEL 1998, S. 242ff).

Wie stark die einzelnen Fehlerquellen zu Buche schlagen, kann nicht vorausgesagt werden, insbesondere da die „wahre Merkmalsausprägung“ ohnehin nie exakt bestimmbar ist. Man darf aber davon ausgehen, dass sie den Wert der Untersuchung nicht grundsätzlich in Frage stellen.

Die Verwertbarkeit der Ergebnisse hängt hauptsächlich von der Kooperationsbereitschaft der Probanden und der Brauchbarkeit des Fragebogens ab.

6. Durchführung der Untersuchung

Für die konkrete Durchführung der Untersuchung sind neben der Konzeption der Exkursion (Kap. 4) und der Untersuchungsplanung (Kap. 5) die *Akquisition von Probanden*, die *Organisation des Exkursionsablaufes* sowie die *Erfassung der bei der Evaluation angefallenen Daten* erforderlich.

Sämtliche Untersuchungen und Exkursionen wurden im Frühjahr und Sommer des Jahres 2005 durchgeführt. An der Evaluation der Exkursion waren Gymnasiasten, Studenten und erwachsene Laien beteiligt.

6.1 Akquisition von Probanden

Die Gewinnung von Probanden war bei *Studenten* am einfachsten zu bewältigen, da diese im Rahmen ihres Studiums ohnehin an Exkursionen teilnehmen müssen. Für Studenten wurde die Exkursion mehrfach angeboten, wobei selbstverständlich jeder Student nur einmal an der Evaluation teilnehmen durfte.

Die Daten zu den Studentengruppen sind der Gesamtaufstellung zu allen Probandengruppen zu entnehmen (Tab. 6-1). Die relativ geringe Teilnehmerzahl bei Gruppe S2 erklärt sich durch eine kurzfristige, wetterbedingte Verschiebung des Exkursionstermins. Die Gruppe S6 sollte die Geopunkte selbstständig ohne Exkursionsleiter erkunden. Sie wurde am 25. Mai 2005 an der Universität eingewiesen und mit Material ausgestattet. Diese Studenten hatten dann über einen Monat zur Verfügung, um die Exkursion in Eigenregie zu absolvieren. Sie wurden am 29. Juni 2005 dazu befragt.

Um die Exkursion mit *Schülern* durchführen zu können, wurde mit den Fachleitern für Geographie der Gymnasien Tegernsee und Bad Tölz Kontakt aufgenommen. Beide Fachleiter nahmen daraufhin mit den von ihnen selbst betreuten 11. Klassen teil. Die geringe Teilnehmerzahl der Klasse vom Gymnasium Bad Tölz erklärt sich daraus, dass die Teilnahme für diese Schüler auf freiwilliger Basis erfolgte. Nach Auskunft der Lehrerin ließen sich die meisten Schüler durch die Streckenlänge und die schlechte Wettervorhersage (die dann leider auch zutraf) von der Exkursionsteilnahme abhalten.

Am aufwendigsten war die Akquisition von *erwachsenen Laien* als Probanden. Dazu wurde eine erste Exkursion für den 5. Juni 2005 im Veranstaltungsprogramm des ADFC (Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club), Kreisverband Miesbach und des Bundes Naturschutz, Ortsgruppe Holzkirchen aufgenommen. Gleichzeitig wurde die Veranstaltung im Rahmen der „BayernTour Natur 2005“ angeboten, einem vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz seit 2001 alljährlich initiierten und koordinierten Aktionswochenende für geführte Naturbegegnungen. Zu guter Letzt wurde die Exkursion noch in das Programm von Norbert Strauß, einem Veranstalter für geowissenschaftliche Studienreisen, eingereiht. Unmittelbar vor der Exkursion wurde diese in lokalen Informationsmedien wie Gemeindeblatt oder Holzkirchener SZ noch einmal gesondert angekündigt. Obwohl 17 Erwachsene teilnahmen, konnten nur 13 Teilnehmer den Fragebogen bearbeiten, da vier Teilnehmer aus beruflichen Gründen die Exkursion vorzeitig abbrachen.

Gruppenbezeichnung (S = Studenten, G = Gymnasiasten, E = erwachsene Laien)	Termin	Treatment/ Art der Gruppe	Anzahl der Probanden
S0	4. April 2005	Virtuelles Treatment/ Pilotstudie	25
G1	3. Juni 2005	Experimentalgruppe	20
G2	7. Juli 2005	Experimentalgruppe	10
S1	17. Mai 2005	Experimentalgruppe	16
S2	19. Mai 2005	Darbietendes Treatment/ Kontrollgruppe K ₂	9
S3	20. Mai 2005	Deduktives Treatment/ Kontrollgruppe K ₁	17
S4	30. Mai 2005	Virtuelles Treatment/ Kontrollgruppe K ₃	11
S5	17. Juni 2005	Experimentalgruppe	13
S6	29. Juni 2005	Selbsterfahrungstreatment/ Kontrollgruppe K ₄	17
E1	5. Juni 2005	Experimentalgruppe	13
E2	16. Juli 2005	Experimentalgruppe	8
Summe aller Probanden der Hauptstudie (Zahl der damit erfassten quantifizierbaren Rohdaten: 9782)			134
Gesamtsumme der Probanden (Pilot- und Hauptstudie) (Zahl der damit erfassten quantifizierbaren Rohdaten: 11 632)			159

Tab. 6-1: Übersicht zu allen beteiligten Probandengruppen jeweils mit Gruppenkodierung, Untersuchungs- bzw. Exkursionstermin, Teilnehmerzahl sowie die Gesamtsummen der Probanden und erfassten quantifizierbaren Rohdaten.



Abb. 6-1: Schaufenster für geowissenschaftliche Literatur mit Ankündigung der Exkursion in Holzkirchen. (Aufnahme: F. Kestler am 14. Juli 2005).

Ein zweites Mal wurde die Exkursion für den 16. Juli 2005 im Programm der Volkshochschule Holzkirchen-Otterfing aufgenommen, die zusammen mit allen weiteren Volkshochschulen im Landkreis Miesbach ein gemeinsames Programm publiziert. Auch Herr Strauß hat diese zweite Exkursion wieder in sein Programm aufgenommen. Kurzfristig angekündigt wurde die Exkursion in der Lokalpresse sowie durch Plakate in einigen ausgewählten Geschäften. Die „Bücherecke Holzkirchen“ hat die Veranstaltung im Vorfeld dazu genutzt, ein Schaufenster speziell für geowissenschaftliche

Sachliteratur zu gestalten (Abb. 6-1). Von den ursprünglich 16 angemeldeten Teilnehmern erschienen allerdings nur acht Teilnehmer. Der Grund war vermutlich die mäßige Wettervorhersage und ein kräftiger Gewitterregen, der kurz vor Beginn der Exkursion niederging.

6.2 Organisation des Exkursionsablaufes

Die Teilnehmer erhielten *Vorinformationen* zu Streckenlänge und -profil. Dabei wurde auf die Notwendigkeit eines geländegängigen, verkehrssicheren Fahrrades und eine mittlere körperliche Kondition hingewiesen. Die Nachteile einer Exkursionsdurchführung mit dem Fahrrad (Abb. 6-2) - größerer Aufwand der Teilnehmer, die Gefahr von Unfällen und Pannen, die Wetterabhängigkeit und schließlich das Hemmnis, dass die Geschwindigkeit an den konditionell schwächsten Teilnehmern ausgerichtet werden muss - wurde im Anbetracht der vermuteten Vorzüge (vgl. Kap. 4.6) in Kauf genommen.



Abb. 6-2: Erwachsenengruppe während der Fahrrad-Exkursion (Aufnahme: K. Gritschneder am 5. Juni 2005, ca. 12 Uhr).

Der Exkursionsleiter führte zudem Reparaturutensilien für denkbare Radpannen und eine Erste-Hilfe-Ausstattung für eventuelle Unfälle mit. Glücklicherweise wurde nur das Reparatur-Set für eine Radpanne bei der Schülergruppe G1 benötigt.

Für das Betreten der beiden noch benutzten und durch Schranken gesicherten *Kiesgruben* musste die *Einwilligung der jeweiligen Betreiber* eingeholt werden. Gegen eine Bege-

hung der Kiesgrube Sufferloh (Geopunkt 2) hatte die Firma Penzenstadler GmbH (Großseeham) nichts einzuwenden. Die Kiesgrube im Zeller Wald (Geopunkt 3) wird gerade mit Abraum und Bauschutt wieder verfüllt. Der Betreiber, Herr Gröbmair (Fuhr- und Baggerbetrieb Hans Gröbmair, Fraßhausen), erlaubte nicht nur den Besuch der Kiesgrube, sondern erklärte sich freundlicherweise auch bereit, den für die Exkursion benötigten Teil des Aufschlusses noch offen zu halten.

Während der Exkursion wurden *Medien* auf zwei verschiedene Arten eingesetzt. Zum einen wurden die Teilnehmer am Treffpunkt (Bahnhof Holzkirchen) mit dem vorbereiteten *Handout* (Blatt 1 bis 8, s. Anhang 6 bis 13) ausgestattet. Das Handout erwies sich jedoch im Zuge der ersten durchgeführten Exkursionen als zu umfangreich. Insbesondere zeigte sich, dass die Teilnehmer Schwierigkeiten hatten, bei ähnlichen Kartendarstellungen die Unterschiede rasch genug zu erfassen. Deshalb wurde das Handout für die Exkursionsgruppen S5, G1, G2, E1 und E2 auf 6 Blätter reduziert. Es entfielen die ursprünglichen Blätter 2 und 7. Die verbliebenen 6 Blätter wurden neu nummeriert.

Die nur als *Anschauungsmaterial* eingesetzten Medien (Material 1 bis 7) wurden vom Exkursionsleiter in 8facher laminiertes Ausfertigung mitgeführt und bei den bezüglichen Geopunkten an die Teilnehmer zur Veranschaulichung verteilt. Je nach Gruppengröße stand damit für je 1-3 Teilnehmer ein Ansichtsexemplar zur Verfügung. Die Laminierung



Abb. 6-3: Studenten mit der Bestimmungstafel für Moränen-Gesteine in der Kiesgrube Zeller Wald (Geopunkt 3) (Aufnahme: F. Kestler am 17. Juni 2005, ca. 11 Uhr).

schützte die Materialien dauerhaft vor Knicken, Feuchtigkeit und Fingerabdrücken, so dass für alle Gruppen eine gleichbleibende Qualität gesichert war.

Ebenfalls für Anschauungszwecke wurde die Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 8136 Holzkirchen (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1985b) und

die Geologische Karte von Bayern 1:500 000 (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1981) mitgeführt.

Für die einfachen Methoden zur Gesteins- und Mineralienbestimmung in den Kiesgruben wurden ein Geologenhammer, ein Messer (Ritzversuch) und ein Fläschchen mit verdünnter Salzsäure bereitgestellt.

Die für die Evaluierung benötigten *Fragebögen* wurden jeweils zusammen mit *Bleistiften und festen Schreibunterlagen* in dem am letzten Exkursionsstandort (Geopunkt 12) geparkten Pkw des Exkursionsleiters deponiert. Am Geopunkt 12 standen für den Fall von Regenwetter auch überdachte Sitzbänke zur Verfügung, um die Evaluation ungestört vornehmen zu können.

6.3 Evaluierung und Datenerfassung

Die mit den Fragebögen erfasste Evaluierung der Exkursion wurde in kodierter Form in das Statistikprogramm SPSS (vgl. Kap. 7.1) übertragen.

Jedem bearbeiteten Fragebogen wurde ein *alphanumerischer Code* zugeteilt, bestehend aus der Bezeichnung für die *Exkursionsgruppe* (vgl. Tab 6-1) und einer *Probandennummer*. So steht z.B. „E1-12“ für den 12. Probanden der ersten Exkursion mit erwachsenen Laien (E1).

Bei den *statistischen Fragen* wurde das Geschlecht mit „w“ für weiblich und „m“ für männlich kodiert (Item 1), das Interesse mit „N“ für Naturwissenschaften, „T“ für Technik, „K“ für Kultur und „S“ für Sonstiges (Item 2).

Bei den *Aufgaben mit Rating-Skalen* (Item 3 bis 31) wurden die jeweils fünf möglichen Antworten durch die Ziffern von „1“ bis „5“ verschlüsselt, wobei die Ziffern „4“ und „5“ für Antworten in Schlüsselrichtung verwendet wurden. Dazu musste bereits bei der Kodierung die Polung des jeweiligen Items berücksichtigt werden. So wird etwa beim positiv gepolten Item 20 („Zuerst sollte das erklärt werden, was unmittelbar im Gelände beobachtbar ist, bevor man allgemeine Zusammenhänge behandelt“) die Antwort „völlig richtig“ mit der Ziffer „5“ kodiert während beim negativ gepolten Item 26 („Der inhaltliche Aufbau war schwer nachvollziehbar“) die Antwort „völlig falsch“ mit der Ziffer „5“ kodiert wird. Auf diese Weise erübrigte sich eine nachträgliche Umkodierung der erfassten Daten.

Bei den *Mehrfach-Wahl-Aufgaben* wurden bei Item 32 („Welches Medium hat Ihnen beim Verständnis am meisten geholfen“) die amtlichen geologischen Karten mit „G“, die Profil-Darstellung mit „P“, die Straßenkarte zur Exkursionsroute mit „S“, das Blockbild mit „B“ und die zwei Karten zum Abschmelzvorgang mit „A“ kodiert. Bei Item 33 („Angenommen, Sie wollen zu einem ähnlichen Thema noch einmal ins Gelände. Welche der

folgenden Möglichkeiten würden Sie vorziehen“) steht „M“ für Broschüren oder Führer in Buchform (Materialien), „E“ für Exkursionsleiter und „L“ für Lehrpfad.

Für die Auswertung aller *Items mit gebundener Aufgabenbeantwortung* (Item 1 bis 33) wurde für die Hauptstudie ein so genannter *Fensterschlüssel* (LIENERT/ RAATZ 1998, S. 171) angefertigt. Es handelt sich um Deckblätter für den Fragebogen, bei denen an den Stellen, an die der Proband seine Antworten zu setzen hat, entsprechend große Fenster ausgestanzt wurden. Neben diesen Fenstern steht die jeweilige Kodierung der Antwort. Innerhalb der Hauptstudie wurden so insgesamt 9 782 Rohdaten erfasst.

Die *freien Antworten* zu Item 34 und 35 wurden nach Themen sortiert zusammengefasst (vgl. Kap. 7.5).

Für die *qualitative Einzelbefragung* zur Bewertung der Geopunkte mittels Grid-Technik (vgl. Kap. 5.2.2.2) konnten *vier Probanden* gewonnen werden. Es handelte sich um zwei Probanden aus der Studentengruppe S1 von 17. Mai 2005, um eine Probandin aus der Studentengruppe S6 vom 17. Juni 2005 und um einen Probanden aus der Erwachsenengruppe E1 vom 5. Juni 2005.

Für die Erhebung der Grids wird das hierfür übliche *Standardverfahren* angewendet (SCHEER 1993, S. 25ff). Das Verfahren besteht aus drei Schritten:

- (1) Festsetzung der Objekte.
- (2) Individuelle Gewinnung der Konstrukte durch Triadenvergleiche.
- (3) Bewertung aller Objekte bezüglich der evozierten Konstrukte in einem zweidimensionalen Raster (Grid).

Als *Objekte* werden die 10 Geopunkte aus Item 15 (s. Anlage 5) gemäß dem Interesse der Untersuchung vorgegeben.

Für die individuelle Gewinnung der Konstrukte wurden *zehn Triaden systematisch* so *ausgewählt*, dass alle Geopunkte jeweils mindestens zweimal vorkommen und dass je zwei Dreier-Gruppen in maximal einem Geopunkt übereinstimmen. Werden die Geopunkte mit derselben Nummerierung wie in Item 15 (Anlage 5) versehen – lediglich die „Kiesgruben-Geopunkte 2 und 3“ wurden zum Punkt 2 zusammengefasst – sollten die Probanden folgende Triaden vergleichen:

4 – 5 – 1	6 – 4 – 11	2 – 1 – 6
8 – 2 – 10	9 – 8 – 11	7 – 5 – 6
1 – 9 – 10	4 – 7 – 9	11 – 10 – 7
5 – 9 – 2		

Eine Berücksichtigung aller theoretisch möglichen Triaden bei 10 Geopunkten wäre weder vom Erkenntniszuwachs noch vom Aufwand her zu rechtfertigen. Die Anzahl aller mögli-

chen Dreier-Gruppen aus einer Menge von 10 Elementen lässt sich durch den Binomialkoeffizienten „10 über 3“ berechnen (KESTLER 2001, S. 26f). Das Ergebnis wären 120 verschiedene Triaden!

Bei 10 Triaden können maximal 10 individuelle Konstrukte oder Bewertungsdimensionen durch die in Kap. 5.2.2.2 beschriebene Triadenvergleichs-Methode evoziert werden.

Schließlich werden alle 10 Geopunkte hinsichtlich der gefundenen Bewertungsdimensionen auf einer 5-stufigen Rating-Skala eingeschätzt. Die Ergebnisse werden in einem Raster (Grid), der so genannten Kelly-Matrix, festgehalten.

Die Grids wurden in Einzelsitzungen erhoben. Die benötigte Zeit lag pro Proband bei etwa einer Stunde.

7. Ergebnisse der Untersuchung

Die Ergebnisse der Untersuchung resultieren aus der Auswertung von 9 782 quantifizierten Rohdaten und 268 freien Antworten der 134 Probanden der Hauptstudie sowie aus der Interpretation der Grids, die innerhalb der qualitativen Einzelbefragung von vier Probanden erhoben wurden.

Die Auswertung der erfassten Daten erfolgt nach den im Kapitel 5 geplanten Vorgaben. Nach jedem Teilabschnitt werden die Ergebnisse interpretiert und in einem kurzen Fazit zusammengefasst.

7.1 Statistische Datenanalyse

Die in der empirischen Untersuchung angefallenen quantifizierten Daten werden mit Hilfe des Statistik-Programms SPSS ausgewertet. Ursprünglich war SPSS die Abkürzung für ‚*Statistical Package for the Social Sciences*‘. Dies geht auf die Pionierzeit der Datenverarbeitung in den 60er Jahren zurück, als die Programme noch als Lochkartenpäckchen vorlagen. Die heutige PC-Version kann für alle Arten von statistischen Analysen verwendet werden, weshalb die Abkürzung nunmehr für ‚*Superior Performing Software Systems*‘ (LEHNERT 1994, S. 35) bzw. ‚*Statistical Products and Service Solutions*‘ (WITTENBERG/ CRAMER 2003, S. 1) steht.

Für die Dateneingabe stand zunächst die Version 12.0 zur Verfügung, die dann nach Ablauf der Lizenz durch die Version 13.0 ersetzt wurde. Auf letzterer fand die statistische Datenanalyse statt.

7.2 Ergebnisse zum didaktisch-methodischen Konzept

Bei der Entwicklung des didaktisch-methodischen Konzeptes der Exkursion wurden drei Hypothesen formuliert. Für die *explanativen Untersuchungen* (Kap. 5.3.1) wurden zwei davon in Subhypothesen aufgeteilt, so dass insgesamt *sechs Hypothesen* (Subhypothese 1a und 1b, Hypothese 2, Subhypothese 3a, 3b und 3c, vgl. Kap. 5.2.1) zu überprüfen sind.

Ferner werden die Hypothese 2 und die Subhypothesen 3a und 3b auf zwei verschiedene Arten getestet. Somit sind zur Überprüfung der sechs Forschungshypothesen insgesamt *neun Hypothesentests* durchzuführen.

Da sich während der Untersuchung deutliche Hinweise auf generelle Bewertungsunterschiede durch die beteiligten Gruppen ergaben, wurden diese vermuteten Differenzen für explorative Zwecke durch *sieben weitere Tests* überprüft (Tab. 7-1).

		Tests für die explanativen Untersuchungen	Zusatz-Tests für explorative Zwecke	
Hyp. 1	Subhypothese 1a	Einstichproben-t-Test	-	
	Subhypothese 1b	Einstichproben-t-Test	-	
Hypothese 2		Einstichproben-t-Test und Mann-Whitney-U-Test	2 Mann-Whitney- U-Tests	drei t-Tests
Hypothese 3	Subhypothese 3a	Einstichproben-t-Test und Mann-Whitney-U-Test	2 Mann-Whitney- U-Tests	
	Subhypothese 3b	Einstichproben-t-Test und Mann-Whitney-U-Test	-	
	Subhypothese 3c	Einstichproben-t-Test	-	

Tab- 7-1: Übersicht zu allen durchgeführten Tests zur Untersuchung des didaktisch-methodischen Konzeptes der Exkursion.

Es handelt sich um *Unterschiedshypothesen*, da die Forschungshypothesen unterstellen, dass sich ein bestimmter Stichprobenmittelwert entweder von einem vorgegebenen Testwert oder von dem Stichprobenmittelwert einer anderen Gruppe unterscheidet. Die Nullhypothese unterstellt, dass ein solcher Unterschied nicht besteht. Unter der Annahme des Zutreffens der Nullhypothese wird die Wahrscheinlichkeit berechnet, mit der das vorliegende Stichprobenergebnis zufällig auftreten kann. Liegt diese Wahrscheinlichkeit unter 5%, so ist die *Sicherheitswahrscheinlichkeit* für das Zutreffen der Forschungshypothese und das Vorliegen eines eben nicht zufälligen Mittelwertunterschiedes größer als 95%. In diesem Falle gilt die Forschungshypothese als bestätigt.

Die Forschungshypothese wird also nur dann angenommen, wenn die Wahrscheinlichkeit für eine irrtümliche Annahme derselben bei höchstens 5% liegt. Deshalb wird dieser Wert auch mit *Irrtumswahrscheinlichkeit* (:= Signifikanzniveau) bezeichnet, also die Wahrscheinlichkeit, mit der man irrtümlich die falsche Entscheidung trifft. Aussagen, die mit einer *Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 5%* behaftet sind, nennt man *signifi-*

kant, solche mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von *höchstens 1%* heißen *sehr signifikant* und solche mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von *maximal 0,1%* *höchst signifikant* (vgl. Kap. 5.2.1).

Alle *sechs Forschungshypothesen* werden durch einen „*Einstichproben-t-Test*“ (BÜHL/ ZÖFEL 2005, S. 291f) überprüft. Dieser prüft, ob sich der aus der Stichprobe gewonnene Mittelwert von einem vorgegebenen Testwert unterscheidet, der die neutrale Position kennzeichnet.

Bei den *drei übrigen Hypothesentests* (jeweils der zweite Test bei Hypothese 2 und den Subhypothesen 3a und 3b) werden die Mittelwerte von je zwei Stichproben (Experimentalgruppe und Kontrollgruppe) verglichen. Die Stichproben sind unabhängig, da die Antworten eines Probanden unabhängig von den Antworten eines anderen Probanden erfolgen (BÜHL/ ZÖFEL 2005, S. 111). Die Variablen können zwar als intervallskaliert betrachtet werden (Kap. 5.4.1.2), allerdings ergab der *Kolmogorov-Smirnov-Test* zur Überprüfung der Verteilung der betreffenden Variablen (BÜHL/ ZÖFEL 2005, S. 312f) nur für Subhypothese 3b eine annähernde *Normalverteilung*. Deshalb wird zur Prüfung der Mittelwertunterschiede von zwei unabhängigen Stichproben aus Gründen der Vergleichbarkeit für alle drei Tests der *nichtparametrische (verteilungsfreie) U-Test nach Mann und Whitney* verwendet (BÜHL/ ZÖFEL 2005, S. 293ff).

Für die *sieben zusätzlichen Tests für explorative Zwecke* werden je zwei weitere Gruppenvergleiche zu Hypothese 2 und Subhypothese 3a mit dem *Mann-Whitney-U-Test* durchgeführt, da bereits für den ersten Gruppenvergleich zu diesen Hypothesen dasselbe Prüfverfahren verwendet wurde. Die übrigen drei Tests dienen dem paarweisen Vergleich der Methodenbewertungen durch Gymnasiasten, Studenten und erwachsenen Laien. Da die dazu relevanten Variablen nach dem Kolmogorov-Smirnov-Test eine annähernde Normalverteilung aufweisen, kommt für diese drei Stichprobenvergleiche der *t-Test* zum Einsatz.

Insgesamt werden also sieben „Mann-Whitney-U-Tests“ und drei „t-Tests“ für zwei unabhängige Stichproben sowie sechs „Einstichproben-t-Tests“ durchgeführt (Tab. 7-1).

7.2.1 Didaktische Inhaltsauswahl

Die didaktisch sinnvolle Auswahl des Exkursionsthemas kann durch Verifikation der Hypothese 1 bestätigt werden (vgl. Kap.3.1.1, 3.1.2 und 5.2.1):

Hypothese 1 (H₁):

Der ausgewählte Inhalt ist aufgrund seines allgemeinen Bildungswertes lernenswert.

Überprüft wird Hypothese 1 durch je einen „Einstichproben-t-Test“ der relevanten Itemmittelwerte zu den beiden Subhypothesen 1a und 1b (vgl. Kap. 5.2.1 und Anhang 4) unter Einbeziehung der Evaluation durch alle 134 Probanden.

Subhypothese 1a (H_{1a}):

Der Inhalt besitzt fachliche Repräsentanzeigenschaften.

Subhypothese 1b (H_{1b}):

Die Gesellschaftsrelevanz des Inhalts ist gegeben.

Wie in Kap. 5.2.1 und 5.4.1.2 ausgeführt, wurden die Antworten auf die hypothesenrelevanten Items folgendermaßen mit Werten kodiert:

- Ablehnung der Hypothese: Kodierung 1 oder 2.
- unentschiedene Bewertung: Kodierung 3.
- Befürwortung der Hypothese: Kodierung 4 oder 5.

Die beiden „Einstichproben-t-Tests“ sollen überprüfen, ob der jeweilige Stichprobenmittelwert über dem vorgegebenen neutralen Wert 3 liegt und ob gegebenenfalls diese Abweichung signifikant ist.

Subhypothese 1a				Subhypothese 1b			
N	μ	σ	Standardfehler von μ	N	μ	σ	Standardfehler von μ
134	4,1623	0,53563	0,04627	134	4,1313	0,54541	0,04712

Subhypothese 1a	Testwert = 3					
	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
	25,120	133	0,000	1,16231	1,0708	1,2538

Subhypothese 1b	Testwert = 3					
	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
	24,012	133	0,000	1,13134	1,0381	1,2245

Tab. 7-2: Statistik zum Test von Subhypothese 1a oben links und von Subhypothese 1b oben rechts (N: = Probandenzahl, μ: = Mittelwert, σ: = Standardabweichung). Die Testergebnisse zu beiden Subhypothesen sind in den beiden unteren Tabellen aufgelistet (T: = T-Wert, df: = Freiheitsgrade). Die gemessene Mittelwertdifferenz liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 95% im Konfidenzintervall bzw. Vertrauensbereich (HARTUNG 1995, S. 129f).

Die Testergebnisse zeigen, dass die erreichten Mittelwerte von $\mu_f = 4,16$ (H_{1a}) bzw. $\mu_g = 4,13$ (H_{1b}) relativ deutlich über dem Vergleichswert 3 liegen (Tab. 7-2). Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,0% ist der Unterschied sogar höchst signifikant. *Damit ist Hypothese 1 verifiziert.*

Bei jeweils ausschließlicher Berücksichtigung der Ergebnisse der Gymnasiasten, der Studenten oder der erwachsenen Laien, die jeweils die Hypothese ebenfalls deutlich bestätigen, ergeben sich jedoch *graduelle Unterschiede in der Zustimmung durch die einzelnen Gruppen*. Bei beiden Subhypothesen ist der Mittelwert der erwachsenen Laien am höchsten ($\mu_f = 4,41$ und $\mu_g = 4,56$) und bei den Gymnasiasten am niedrigsten ($\mu_f = 3,73$ und $\mu_g = 3,60$), während die Studenten ($\mu_f = 4,24$ und $\mu_g = 4,18$) jeweils dazwischen liegen. Bei der Subhypothese zur Gesellschaftsrelevanz des Themas sind die Unterschiede deutlicher ausgeprägt als bei der Subhypothese zur Fachrelevanz.

Diese Differenzen dürften auf *bereits vorher vorhandene Interessenunterschiede* zurückzuführen sein. Zum einen ist aus mehreren Untersuchungen zum Schülerinteresse bekannt, dass Themengebiete wie „Entstehung der Oberflächenformen“ und „Gesteine und Mineralien“ am unbeliebtesten sind (BAYRHUBER et al. 2002; HEMMER, I./ HEMER M. 1996, 1997; OBERMAIER 1997, 2003). Zum anderen ist bei den Gymnasiasten nicht in jedem Einzelfall von einer völlig freiwilligen Exkursionsteilnahme auszugehen, was umgekehrt bei den erwachsenen Laien mit Sicherheit anzunehmen ist.

Fazit zu Hypothese 1:

Die didaktisch sinnvolle Inhaltsauswahl, also der Bildungswert des Inhaltes wurde auf der Basis einer Evaluation durch alle 134 Probanden der Hauptstudie *in höchst signifikanter Weise bestätigt.*

Die erzielten gruppenspezifischen Mittelwerte zeigen allerdings graduelle Unterschiede in der Zustimmung durch Gymnasiasten, Studenten und Erwachsene, die vermutlich auf bestehende Interessenunterschiede zurückzuführen sind.

7.2.2 Didaktisch-methodische Inhaltsstruktur

Zur didaktisch-methodischen Inhaltstrukturierung wurde Hypothese 2 formuliert (vgl. Kap. 3.1.3 und 5.2.1).

Hypothese 2 (H_2):

Eine induktive Führungslinie ist adressatengemäßer als eine deduktive Führungslinie.

In einem ersten Test wird überprüft, inwieweit das Stichprobenergebnis μ_i der für Hypothese 2 relevanten Items (vgl. Kap. 5.2.1 und Anlage 4) aller Probanden den vorgegebenen Wert 3 übersteigt. Die *Hypothese kann bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,0% (höchst signifikant) angenommen* werden, wobei der erreichte Mittelwert $\mu_i = 3,46$ nicht so deutlich vom vorgegebenen Wert abweicht, wie bei den Subhypothesen 1a und 1b. Dabei ist die Zustimmung zur Hypothese bei Studenten ($\mu_i = 3,49$) und erwachsenen Laien ($\mu_i = 3,45$) etwas deutlicher als bei Gymnasiasten ($\mu_i = 3,38$). Dies zeigt, dass auch bei älteren Teilnehmern die didaktische Induktion als Führungslinie vorzuziehen ist.

Eine Betrachtung der separaten Mittelwerte für die relevanten Items zeigt allerdings, dass bei Item 30 („Eine Darstellung des Ablaufes der erdgeschichtlichen Ereignisse ist erst am Ende der Exkursion sinnvoll und einsichtig“) der Mittelwert mit 2,94 unter dem vorgegebenen Wert 3 liegt (Tab. 7-3).

		Item 08	Item 20	Item 30
N	Gültig	134	131	133
	Fehlend	0	3	1
Mittelwert		3,92	3,58	2,94

Tab. 7-3: Die nach den relevanten Items zu Test 1 von Hypothese 2 aufgeschlüsselten Mittelwerte (N: = Probandenzahl).

Ein ausschließlich auf Item 30 angewandter „Einstichproben-t-Test“ ergibt ein Signifikanzniveau von 51,8%. Damit wird die in Item 30 getroffene Einzelaussage nicht bestätigt. Es ist also die „Nullhypothese“ anzunehmen, was hier nichts anderes bedeutet, als dass der Einsatz einer stratigraphischen Tabelle erst am Ende der Exkursion als nicht mehr oder nicht weniger sinnvoll und einsichtig bewertet wird als etwa deren Einsatz am Anfang der Exkursion.

Der erste Test von Hypothese 2 zeigt also, dass für kurze Einzelabschnitte der Exkursion (z.B. Item 20: „Zuerst sollte das erklärt werden, was unmittelbar im Gelände beobachtbar ist, bevor man allgemeine Zusammenhänge behandelt“) eine induktive Führungslinie bevorzugt wird, für die inhaltliche Gesamtstrukturierung der Exkursion jedoch nicht. Bezeichnet man ersteres als „Mikro-Induktion“ und letzteres als „Makro-Induktion“, so heißt das Fazit aus Test 1 zu Hypothese 2: *Mikro-Induktion ja, Makro-Induktion nicht unbedingt!*

Es ist übrigens auch aus der Lernpsychologie bekannt, dass durch *vorangestellte Übersichten* („advance organizer“) die Verbindung der neuen Informationen zu dem vorhanden Wissen vorbereitet und die Lernhaltung verbessert wird (MIETZEL 1998, S. 222ff). Al-

lerdings dürfen diese vorausgehenden Einordnungshilfen nicht als vollständige systematisch-wissenschaftliche Einführungen verstanden werden.

Im zweiten Test der Hypothese 2 werden die Mittelwerte der hypothesenrelevanten Items (s. Kap. 5.2.1 und Anlage 4) von *Experimentalgruppe* („*induktives Treatment T*“) und *Kontrollgruppe* („*deduktives Treatment T₁*“) verglichen. Um andere Unterschiede bei den Probanden weitgehend auszuschließen, wurden mit S5 (Experimentalgruppe) und K₁ (Kontrollgruppe) zwei Gruppen mit Studenten für den Vergleich herangezogen. Die zwei unabhängigen Stichproben werden mit dem *Mann-Whitney-U-Test* verglichen.

Ränge				
	Gruppen	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Hypothese 2-Test 2	S5	13	17,00	221,00
	K ₁	17	14,35	244,00

Statistik	
	Hypothese 2-Test 2
Mann-Whitney-U	91,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	0,410
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	0,432

Tab. 7-4: Die Ränge (oben) und die Statistik (unten) zum Mann-Whitney-U-Test für den Mittelwertvergleich der Stichproben der Experimentalgruppe S5 und der Kontrollgruppe K₁ zum zweiten Test von Hypothese 2.

Beim Vergleich der „induktiven“ Experimentalgruppe S5 mit der „deduktiven“ Kontrollgruppe K₁ ergaben sich *keine signifikanten Stichprobenunterschiede*, auch wenn die Bewertungen bei der Experimentalgruppe durchschnittlich höher lagen als die der Kontrollgruppe, was aus dem mittleren Rang ersichtlich ist. Aufgrund des Signifikanzniveaus von 43,2% wird durch Test 2 die *Forschungshypothese nicht bestätigt*. Die Nullhypothese, die von keinerlei Unterschieden zwischen den Gruppen ausgeht, kann also nicht verworfen werden (Tab. 7-4).

Um treatmentbedingte Stichprobenunterschiede aufzudecken, ist der *Vergleich innerhalb ähnlicher Gruppen* sehr wichtig. Dies zeigen zwei weitere Gruppenvergleiche zu Hypothese 2. Dafür wird die Stichprobe der Kontrollgruppe K₁ (Studenten) zum einen mit der Stichprobe der Experimentalgruppe G1 (Gymnasiasten) und zum anderen mit der Stichprobe der Experimentalgruppe E1 (erwachsene Laien) verglichen.

Beim Vergleich der „induktiven“ Experimentalgruppe G1 (Gymnasiasten) mit der „deduktiven“ Kontrollgruppe K₁ (Studenten) ergaben sich zwar „höchst signifikante“ Stichprobenunterschiede, allerdings in umgekehrter Richtung, wie in der Hypothese formuliert. Dies ist dem mittleren Rang zu entnehmen (Tab. 7-5).

Der Vergleich der „induktiven“ Experimentalgruppe E1 (erwachsene Laien) mit der „deduktiven“ Kontrollgruppe K₁ (Studenten) ergab „sehr signifikante“ Stichprobenunterschiede, und, wie der mittlere Rang zeigt, sogar in die gewünschte Richtung (Tab. 7-5).

Die signifikanten Stichprobenunterschiede sind in beiden Fällen primär auf entsprechende Interessendispositionen der beteiligten Experimentalgruppen zurückzuführen (vgl. Kap. 7.2.1).

Zu Hypothese 2 - Test 2	Gruppe	N	Mittlerer Rang	Signifikanz
Vergleich K ₁ – G1	K ₁ (Ded.)	17	27,21	0,000
	G1 (Ind.)	20	12,03	
Vergleich K ₁ – E1	K ₁ (Ded.)	17	11,26	0,002
	E1 (Ind.)	13	21,04	

Tab. 7-5: Mittlere Ränge und Signifikanzen zu den Gruppenvergleichen Studenten - Gymnasiasten und Studenten - erwachsene Laien zur Hypothese 2 auf der Basis des U-Tests nach Mann und Whitney.

Fazit zu Hypothese 2:

Bei der direkten Bewertung wird die *didaktische Induktion zumindest in der „Mikro-Ebene“ eindeutig befürwortet und zwar auch von Erwachsenen.*

Allerdings wird von den Teilnehmern eine Exkursion mit induktiver Vorgehensweise *nicht als signifikant spannender und anregender empfunden* als eine Exkursion mit deduktiver Vorgehensweise.

Unter Einbezug der zwei zusätzlichen Stichprobenvergleiche (K₁ – G1 und K₁ – E1) ist offensichtlich die Beurteilung des Erlebniswertes der Exkursion bezüglich des inhaltlichen Aufbaus, des Anregungsgrades und der Art der Informationsvermittlung *in weit geringerem Maße von einer induktiven oder deduktiven Vorgehensweise abhängig als vom vorhandenen Interesse.*

7.2.3 Methodisches Konzept

Für das methodische Konzept wurde folgende Hypothese formuliert (Kap. 3.2.1, 3.2.2, 3.3 und 5.2.1):

Hypothese 3 (H₃):

Das verwendete „Lehr-Lern-Arrangement“ ist adressatengerecht.

Die Hypothese H₃ gilt als bestätigt, wenn drei Subhypothesen zutreffen:

Subhypothese 3a (H_{3a}):

Das erkundende Verfahren in laiengerechter Sprache ist adressatengemäßer als das darbietende Verfahren in der Fachsprache.

Die Subhypothese H_{3a} wird analog zu Hypothese H₂ auf zwei Arten geprüft. In einem ersten Test wird durch einen „Einstichproben-t-Test“ überprüft, inwieweit das Stichprobenergebnis μ_k der hypothesenrelevanten Items (vgl. Kap. 5.2.1 und Anhang 4) den vorgegebenen neutralen Wert 3 übersteigt.

In diesem ersten Test kann die Subhypothese 3a bei einem erreichten Mittelwert von $\mu_k = 3,86$ und *bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,0% (höchst signifikant) angenommen* werden. Die Mittelwerte zwischen Studenten, Gymnasiasten und erwachsenen Laien unterscheiden sich nur unwesentlich.

Im zweiten Test zu Subhypothese 3a werden die Mittelwertunterschiede zwischen der *Experimentalgruppe S5 („erkundendes Treatment T“)* und der *Kontrollgruppe K₂ („darbietendes Treatment T₂“)* durch den *Mann-Whitney-U-Test* auf Signifikanz geprüft. Es ergab sich *kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Studentengruppen*.

Analog zu Test 2 von Hypothese 2 wurde auch dieser Test durch die zwei Gruppenvergleiche K₂ – G1 und K₂ – E1 ergänzt. Der Unterschied dieser beiden Stichprobenpaare war jeweils signifikant. Die Richtung der Mittelwertunterschiede war wie bereits bei Hypothese 2 verschieden, so dass auch hier von einer starken Überprägung der Ergebnisse durch die vorgegebenen Interessendispositionen ausgegangen werden muss.

Fazit zur Hypothese 3a:

Das *erkundende Verfahren* wird im Vergleich zum darbietenden Verfahren in der direkten Bewertung *eindeutig präferiert*.

Jedoch wird von den Teilnehmern eine „erkundende“ Exkursion *als nicht signifikant interessanter und spannender empfunden* als eine „darbietende“ Exkursion.

Subhypothese 3b (H_{3b}):

Die unmittelbare Geländeerfahrung ist anregender als die Vermittlung in geschlossenen Räumen und bewirkt eine positivere Bewertung der Geopunkte.

Die Subhypothese 3b wird zuerst durch einen „*Einstichproben-t-Test*“ anhand von Item 14 („Der direkte Kontakt mit der tatsächlichen Geländesituation ist anregender als die Erfahrung aus zweiter Hand über Medien wie z.B. Bücher“) überprüft. Bezüglich dieses Tests kann die Subhypothese 3b bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,0% und einem sehr

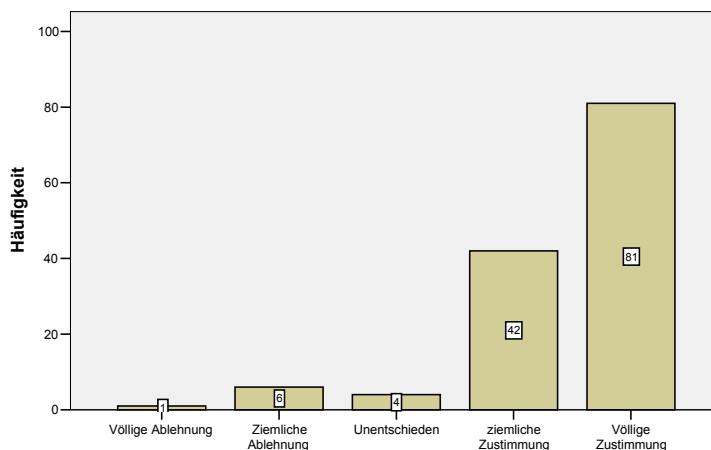


Abb.7-1: Häufigkeiten der fünf Antwortkategorien bei Item 14 (N=134).

hohen Stichprobenmittelwert von 4,46 auf der Basis der Evaluation durch alle Probanden *angenommen* werden. Die Aussage in Item 14 ist somit höchst signifikant. Die Häufigkeit der einzelnen Antwortkategorien ist Abb. 7-1 zu entnehmen.

Die zweite Überprüfung der Subhypothese 3b erfolgt durch einen *Vergleich der*

Stichprobenmittelwerte der Experimentalgruppe S5, die an der Exkursion im Gelände teilnahm („Geländegruppe“), mit dem Stichprobenmittelwert der *Kontrollgruppe K₃* („*Virtuelles Treatment*“ T₃), die die Geopunkte mit Hilfe von Dias innerhalb einer Lehrveranstaltung an der Universität präsentiert bekam („Raumgruppe“). Für den Vergleich werden die Bewertungen der Geopunkte herangezogen. Es wird erneut der nichtparametrische *Mann-Whitney-U-Test* verwendet.

Ränge				
	Gruppen	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Hypothese 3b	S5	13	13,35	173,50
	K ₃	11	11,50	126,50

Statistik	
	Hypothese 3b
Mann-Whitney-U	60,500
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	0,524
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	0,531

Tab. 7-6: Die Ränge (oben) und die Statistik (unten) zum Mann-Whitney-U-Test für den Mittelwertvergleich der Stichproben der Experimentalgruppe S5 und der Kontrollgruppe K₃ zum Test von Hypothese 3b.

Obwohl die Geopunkte von der Experimentalgruppe S5 („Geländegruppe“) höher bewertet wurden als von der Kontrollgruppe K₃ („Raumgruppe“), ist der Unterschied bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 53,1% statistisch nicht signifikant (Tab. 7-6). Eine medial unterstützte Vermittlung der Inhalte innerhalb „gewöhnlicher“ Lehrveranstaltungen in geschlossenen Räumen führt also nicht notwendigerweise zu einer signifikant schlechteren Evaluierung der Objekte.

Fazit zu Hypothese 3b:

Die *originale Begegnung im Gelände* wird in *höchst signifikanter Weise als anregender* im Vergleich zur medialen Vermittlung bewertet.

Da sich diese Bewertung *nicht* in einer *signifikant unterschiedlichen kognitiven Beurteilung der Objekte* aufgrund der erfahrenen Treatments (d.h. „Geländegruppe“ bzw. „Raumgruppe“) äußert, ist der Gewinn durch die direkte Geländebegegnung in der *emotional-stimmungsmäßigen Dimension* zu suchen.

Subhypothese 3c (H_{3c}):

Medien und die Berücksichtigung lernpsychologischer Aspekte fördern und erleichtern das Verständnis.

Durch einen „Einstichproben-t-Test“ wird überprüft, ob die Mittelwerte der hypothesenrelevanten Items (vgl. Kap. 5.2.1 bzw. Anhang 4) den neutralen Wert 3 signifikant übersteigen.

Statistik zum Test von Subhypothese 3c

N	μ	σ	Standardfehler von μ
134	3,8899	0,43375	0,03747

Testergebnisse

Testwert = 3					
T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
				Untere	Obere
23,750	133	0,000	0,88993	0,8158	0,9640

Tab. 7-7: Statistik und Testergebnisse zur Überprüfung von Subhypothese 3c (N: = Probandenzahl, μ : = Mittelwert, σ : = Standardabweichung).

Die Testergebnisse belegen bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,0% die höchst signifikante Verifikation von Subhypothese 3c (Tab. 7-7).

Fazit zu Subhypothese 3c:

Die Bestätigung von Subhypothese 3c bedeutet nichts anderes, als dass auch bei Exkursionen im offenen Gelände weder auf Medien noch auf die Berücksichtigung lernpsychologischer Aspekte verzichtet werden kann.

Zusammenfassendes Fazit zu Hypothese 2 und 3:

Insgesamt wurden die *didaktisch-methodischen Hypothesen in der direkten Beurteilung (Qualitätstest) in jedem Einzelfall bestätigt*. Die Verifikationen waren dabei durchgehend höchst signifikant.

Es konnte jedoch für keine der drei Treatmentvarianten (didaktische Induktion oder Deduktion, erkundendes oder darbietendes Verfahren, direkte oder virtuelle Geländebegegnung) ein signifikanter Unterschied in der Bewertung des Erlebnis- oder Anregungswertes der Exkursion aufgrund unterschiedlicher „Behandlung“ in der Experimental- oder Kontrollgruppe nachgewiesen werden.

Umgekehrt betrachtet ist daraus aber keinesfalls eine Überlegenheit etwa der deduktiven oder darbietenden Methode abzuleiten, sondern rein statistisch muss die Nullhypothese angenommen werden. Das heißt nichts anderes, als dass kein signifikanter Unterschied im Erlebniswert durch die verglichenen Methoden zu erwarten ist. Die Ergebnisse bei den Mittelwerten weisen dessen ungeachtet eher auf das Zutreffen der Forschungshypothese hin als auf das Zutreffen des Gegenteils der Forschungshypothese.

7.2.4 Gruppenspezifische Evaluationsunterschiede

Beim Vergleich zwischen Experimentalgruppe und Kontrollgruppe konnten in keinem Fall signifikante Mittelwertunterschiede nachgewiesen werden, die auf unterschiedlichem Treatment beruhen. Jedoch ließen die Ergebnisse signifikante Unterschiede in der Bewertung der Exkursion durch Gymnasiasten, Studenten und erwachsenen Laien als sehr wahrscheinlich erscheinen. Diese Vermutung soll nun durch *zusätzliche Tests* überprüft werden.

Dazu werden die Bewertungen aller unter Hypothese 2 und Subhypothese 3a verwendeten Items mit einbezogen (vgl. Kap. 5.2.1 und Anlage 4). Es werden jeweils nur die Evaluierungen von Experimentalgruppen verglichen. Diese haben alle das vermeintlich günstigste methodische Treatment (induktive Führungslinie, erkundendes Verfahren, laiengerechte Sprache, originale Begegnung) erfahren.

Für die drei Vergleiche Studenten - Gymnasiasten, Studenten - Erwachsene und Gymnasiasten - Erwachsene werden jeweils alle Experimentalgruppen mit einbezogen. Für jede Gruppe stehen die Evaluierungen von je zwei Experimentalgruppen zur Verfügung (S1 und S5 bei den Studenten, G1 und G2 bei den Gymnasiasten und E1 und E2 bei den Erwachsenen).

Da der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest für die Verteilung der relevanten Variablen eine asymptotische Signifikanz von 40% ergab, sind die *Werte hinreichend normalverteilt für einen t-Test*.

	Gruppe	N	μ	σ	T	p
Vergleich Studenten – Gymnasiasten	S1, S5	29	3,9345	0,38740	3,984	0,000
	G1, G2	28	3,4851	0,46207		
Vergleich Studenten – Erwachsene	S1, S5	29	3,9345	0,38740	-2,277	0,027
	E1, E2	21	4,1647	0,29770		
Vergleich Gymnasiasten - Erwachsene	G1, G2	28	3,4851	0,46207	-5,879	0,000
	E1, E2	21	4,1647	0,29770		

Tab. 7-8: Ergebnisse der drei t-Tests für die angegebenen Stichprobenvergleiche (N: = Anzahl der Probanden, μ : = Mittelwert, σ : = Standardabweichung, T: = T-Wert, p: = Signifikanzniveau bzw. Irrtumswahrscheinlichkeit)

Die Mittelwertunterschiede sind für zwei Vergleichspaare höchst signifikant und für ein Vergleichspaar signifikant.

Der auf dem 0,0% Niveau höchst signifikante Mittelwertunterschied zwischen Gymnasiasten- und Erwachsenenbewertung ist am größten, wobei die Bewertungen durch die Gymnasiasten am niedrigsten (Mittelwert 3,49) und die durch die Erwachsenen am höchsten (Mittelwert 4,16) ausfielen. Der Unterschied zwischen Schüler- und Studentenbewertungen ist ebenfalls auf dem 0,0% Niveau höchst signifikant, während der Unterschied zwischen Studenten- und Erwachsenenbewertungen auf dem 2,7% Niveau signifikant ist (Tab. 7-8).

Die signifikanten und höchst signifikanten Unterschiede in der Bewertung der Methodik durch Gymnasiasten, Studenten oder erwachsenen Laien sind vermutlich auf vorhandene Verschiedenheiten bei den Interessen zurückzuführen.

Die Entwicklung von Interesse ist ein langwieriger Prozess, der in einer eintägigen Exkursion höchstens angestoßen werden kann. Personen mit geringerem Interesse beurteilen offenbar generell didaktisch-methodische Bemühungen signifikant schlechter als Personen mit hohem Interesse. Daraus lässt sich ermessen, vor welcher schwieriger und psychologisch belastender Aufgabe tagtäglich Lehrer stehen, wenn Inhalte vermittelt werden sollen, für die bei den meisten Adressaten kein oder nur geringes Interesse vorhanden ist.

Umgekehrt fallen durchdachte und sorgfältig vorbereitete didaktisch-methodische Bemühungen bei interessierten Teilnehmern auf äußerst fruchtbaren Boden. Dies ist bereits verschiedenen Aufsätzen, die sich geographischen Exkursionen widmen, zu entnehmen. Ein Schüler und Freund von Alfred Penck, der an mehreren Exkursionen Pencks teilnahm, hat sich in einem Aufsatz bedankt für „viele der schönsten Stunden meines Lebens, wo ich angesichts der Natur lernen konnte, mein Blick geweitet wurde und ich reicher an Wissen und Gemüt wieder nach Hause zurückkam“ (BEHRMANN 1944, S. 3). Die Reaktionen der erwachsenen Laien während der Durchführung der hier untersuchten Exkursion waren ebenfalls sehr positiv, wenn auch nicht ganz so euphorisch wie in dem angeführten Zitat.

Fazit:

Die Unterschiede in der Beurteilung des methodischen Konzeptes durch Gymnasiasten, Studenten und erwachsene Laien sind signifikant, meist sogar höchst signifikant.

Die Akzeptanz methodischer Bemühungen ist also in weit größerem Maße davon abhängig, wer unterrichtet wird, als davon, wie unterrichtet wird.

7.3 Ergebnisse der Geopunkt-Evaluation

Dieser Teil der Untersuchung dient der *Erkundung didaktischer Kriterien für die Auswahl von Geopunkten* und damit explorativen Zwecken.

Es werden zunächst die *quantifizierten Daten zu Item 15 des Fragebogens* ausgewertet. Innerhalb der deskriptiven Datenanalyse werden arithmetische Mittelwerte verwendet, wofür die Intervallskalierung der Daten (Kap. 5.4.1.2) vorausgesetzt werden muss (Kap. 7.3.1).

Anschließend werden die Ergebnisse der *Grid-Technik* vorgestellt und ausgewertet (Kap. 7.3.2).

7.3.1 Bewertung der Geopunkte nach vorgegebener EPA-Struktur

Mit der Auswertung der Evaluation der 10 Geopunkte (GP01 Blick auf Endmoräne, GP02 Kiesgruben, GP04 Teufelsgraben, GP05 Überblick von Endmoräne, GP06 Schindelberg, GP07 Kirchseemoor, GP08 Rückzugswall Sachsenkam, GP09 Umfließungsrinne Piesenkam, GP10 Schotterebene Warngau und GP11 Gletschertor Thann) nach der vorgegebenen EPA-Struktur (vgl. Kap. 5.2.2.1 und Item 15, Anhang 5) werden folgende Fragestellungen aufgegriffen:

- Welche Geopunkte werden hoch, welche niedrig bewertet?
- Können auf Grund der Evaluation bestimmte „Geopunkt-Typen“ ausgeschieden werden?
- Gibt es objektunabhängige Bewertungsdifferenzen?

7.3.1.1 Ranglisten der Geopunkte

Zur Beantwortung der Frage „Welche Geopunkte werden hoch, welche niedrig bewertet?“ werden *Ranglisten der Geopunkte* aufgestellt, die diese nach absteigenden Mittelwerten bezüglich der vier vorgegebenen Bewertungsdimensionen sortieren (Tab. 7-9).

Die Ranglisten zeigen, dass einige Geopunkte in allen vier Tabellen ähnliche Rangplätze einnehmen, während andere je nach Bewertungskategorie sehr unterschiedlich beurteilt werden.

So ist etwa Geopunkt 4 (Teufelsgraben) immer unter den ersten drei Rängen zu finden und Geopunkt 7 (Kirchseebecken) belegt die Ränge 1, 2, 4 und 5. Diese beiden Geopunkte liegen auch unter Berücksichtigung aller Bewertungskategorien in einigem Abstand auf

Platz Eins und Zwei (Tab. 7-10). Dabei besticht Geopunkt 7 vor allem durch seinen ästhetischen Reiz und Geopunkt 4 durch Interessantheit und Prägnanz (Tab. 7-9).

Rangliste „Ästhetischer Reiz“						Rangliste „Prägnanz“					
Geo-punkt	N	Mini-mum	Maxi-mum	μ	σ	Geo-punkt	N	Mini-mum	Maxi-mum	μ	σ
GP07_S	130	2	5	4,35	0,794	GP02_P	132	1	5	3,90	1,003
GP05_S	132	1	5	4,14	0,926	GP04_P	132	2	5	3,84	0,915
GP04_S	133	1	5	4,09	0,866	GP06_P	106	1	5	3,68	1,231
GP01_S	132	2	5	3,91	0,912	GP01_P	131	1	5	3,56	0,994
GP06_S	106	1	5	3,83	1,150	GP07_P	128	1	5	3,55	1,100
GP11_S	117	1	5	3,54	0,943	GP11_P	118	1	5	3,55	1,043
GP09_S	131	1	5	3,36	1,001	GP05_P	131	1	5	3,51	1,003
GP08_S	118	1	5	3,33	0,858	GP09_P	131	1	5	3,34	1,006
GP10_S	128	1	5	3,29	0,965	GP08_P	118	1	5	3,19	0,899
GP02_S	133	1	5	3,09	1,258	GP10_P	128	1	5	3,19	1,041

Rangliste „Interessantheit“						Rangliste „Gesamturteil“					
Geo-punkt	N	Mini-mum	Maxi-mum	μ	σ	Geo-punkt	N	Mini-mum	Maxi-mum	μ	σ
GP04_I	133	1	5	3,96	0,988	GP02_G	134	2	5	4,19	0,903
GP07_I	129	1	5	3,94	1,088	GP04_G	134	1	5	4,17	0,922
GP06_I	106	1	5	3,73	1,215	GP01_G	133	1	5	4,17	0,854
GP05_I	132	1	5	3,68	0,999	GP07_G	130	1	5	4,03	1,041
GP02_I	133	1	5	3,63	1,069	GP06_G	107	1	5	3,96	1,081
GP01_I	132	1	5	3,45	1,007	GP05_G	133	1	5	3,92	0,958
GP11_I	117	1	5	3,36	1,038	GP11_G	118	2	5	3,75	0,935
GP09_I	131	1	5	3,18	0,980	GP09_G	132	1	5	3,52	1,000
GP08_I	118	1	5	3,07	0,865	GP10_G	129	1	5	3,47	1,046
GP10_I	128	1	5	3,01	1,008	GP08_G	119	1	5	3,35	0,869

Tab. 7-9: Ranglisten zur Bewertung der einzelnen Geopunkte nach den Kategorien „Ästhetischer Reiz/Schönheit“, „Prägnanz“, „Interessantheit“ und nach dem Gesamturteil (Jeweils als letzter Buchstabe in der Geopunktbezeichnung mit den Buchstaben S, P, I oder G kodiert). μ : = Mittelwert, σ : = Standardabweichung, N: = Probandenzahl.

Relativ konstant im vorderen Mittelfeld bewegen sich Geopunkt 1 (Blick auf die Endmoräne), Geopunkt 5 (Überblick von der Endmoräne) und Geopunkt 6 (Schindelberg). Im Mittelfeld bezüglich des Gesamtdurchschnittes landet Geopunkt 2 (Kiesgruben). Dieser Geopunkt wird bezüglich der Einzelkategorien sehr unterschiedlich bewertet. Er erreicht bei Prägnanz und Gesamturteil Platz Eins, bei Interessantheit einen Mittelfeldplatz und landet bei ästhetischem Reiz abgeschlagen an letzter Stelle (Tab. 7-9 und 7-10).

Die Geopunkte 8 (Rückzugswall Sachsenkam), 9 (Piesenkamer Umfließungsrinne), 10 (Schotterebene Warngau) und 11 (Gletschertor Thann) sind durchgehend in der unteren Hälfte der Rangliste angesiedelt, wobei Geopunkt 11 noch am besten abschneidet. Unter Berücksichtigung aller Bewertungskategorien belegen Geopunkte 8 und 10 die beiden letzten Plätze. Beide „Schlusslichter“ sind durch wenig akzentuiertes Gelände gekennzeichnet (Tab. 7-9 und 7-10).

Aus den Tabellen 7-9 ist ebenfalls ersichtlich, dass für fast alle Geopunkte in allen Kategorien der gesamte Bewertungsspielraum ausgenutzt wurde. Betrachtet man die Streuung (Standardabweichung σ) der Urteile, so waren sich die Probanden bei der Beurteilung des ästhetischen Reizes des Kirchseebeckens am einigsten ($\sigma = 0,794$), während bei der Beurteilung des ästhetischen Reizes der Kiesgruben die größte Uneinigkeit bestand ($\sigma = 1,258$).

Geopunkte	N	Minimum	Maximum	μ	σ
GP04	134	2,00	5,00	4,0230	0,71689
GP07	131	1,25	5,00	3,9816	0,84241
GP05	133	1,50	5,00	3,8177	0,82004
GP06	108	1,75	5,00	3,8125	0,99832
GP01	133	1,50	5,00	3,7794	0,74945
GP02	134	1,75	5,00	3,7096	0,82183
GP11	119	1,25	5,00	3,5672	0,84854
GP09	132	1,00	5,00	3,3580	0,85783
GP10	129	1,00	5,00	3,2481	0,89295
GP08	119	1,00	5,00	3,2416	0,72115

Tab. 7-10: Ranglisten zur Bewertung der einzelnen Geopunkte unter Einbezug der Mittelwerte aller vier Bewertungskategorien. N: = Probandenzahl, μ : = Mittelwert, σ : = Standardabweichung.

Die Einstufung der Geopunkte auf der Rangliste deckt sich übrigens erstaunlich gut mit der Bewertung der Geopunkte durch den Exkursionsleiter im Vorfeld (vgl. Tab 4-3, Kap. 4.5), auch wenn, wie bereits vermutet, vom Exkursionsleiter höhere Werte angesetzt wurden. Eine deutlich andere Einstufung findet nur bei Geopunkt 1 (Blick auf die Endmoräne) statt. Dieser wird vom Exkursionsleiter neben Geopunkt 7 (Kirchseemoor) am höchsten beurteilt, während Geopunkt 1 in der Teilnehmerbewertung durchschnittlich nur auf Platz 5 landet. Hier hat der Exkursionsleiter die dahinter stehende zentrale Aussagekraft sehr stark bewertet und ist auch dem landschaftlichen Reiz stärker erlegen als die Exkursionsteilnehmer.

Fazit zu den Geopunkt-Ranglisten:

Die Ranglisten zeigen, dass etwa zwei Drittel der Geopunkte bei allen Bewertungskategorien ähnliche Rangplätze einnehmen, während das übrige Drittel je nach Bewertungskategorie sehr unterschiedlich beurteilt wird.

Förderlich für einen Spitzenplatz haben sich *Prägnanz*, die *Möglichkeit zu Eigenaktivitäten* sowie herausragende *landschaftliche Schönheit* herausgestellt.

7.3.1.2 Geopunkt-Typen

Die Frage, ob auf Grund der Evaluation bestimmte „*Geopunkt-Typen*“ ausgeschieden werden können, soll mit Hilfe der *Faktorenanalyse* eruiert werden. Wie bereits in Kap. 5.4.1.5 erläutert, ist dies ein Verfahren, das eine größere Anzahl von Variablen auf eine kleine Anzahl von so genannten *Faktoren bzw. Komponenten* zurückführt. Dabei werden diejenigen Faktoren, die stark korrelieren, zu einem Faktor zusammengefasst (BÜHL/ ZÖFEL 2005, S. 465ff). Das am häufigsten eingesetzte Verfahren der Faktorenanalyse ist die *Hauptkomponentenanalyse* (engl. „principal components analysis“: = PCA).

Für die vorliegende Untersuchung lautet die Fragestellung, ob sich aus den zehn Geopunkten *inhaltlich sinnvoll interpretierbare Bündel an Geopunkten* (also eben bestimmte „Geopunkt-Typen“) zusammenfassen lassen, die auf bestimmten Gemeinsamkeiten, eben den Faktoren, dieser Menge von Geopunkten beruhen.

Die erste Analyse gilt den Bewertungen der Geopunkte bezüglich der Kategorie „*Ästhetischer Reiz*“. Durch die Hauptkomponentenanalyse werden *drei Komponenten* extrahiert, die zusammen 57,6% der Gesamtvarianz erklären. Durch die Verteilung der Geopunkte auf die drei Komponenten lassen sich diese inhaltlich gut interpretieren (Tab. 7-11).

Die in der *Komponente 1* zusammengefassten Geopunkte 6, 8, 9, 10 und 11 sind offenbar von einem eher *mittelmäßigen ästhetischen Reiz* gekennzeichnet.

Die durch *Komponente 2* repräsentierten Geopunkte 1, 4, 5 und 7 sind Standorte, an denen die *Schönheit der Landschaft besonders eindrucksvoll* zum Ausdruck kommt. Die vier genannten Geopunkte belegen auch in der Rangliste zum ästhetischen Reiz (Tab.7-9) die ersten vier Plätze. Etwas überraschend ist hierbei die Einordnung des stark bewaldeten und düsteren Teufelsgrabens (Geopunkt 4), der keinen weiten Blick in die Landschaft zulässt. Vielleicht hat an diesem Standpunkt die erzählte Legende zur Entstehung des Teufelsgrabens entsprechende emotionale Reaktionen verursacht.

Der *dritten Komponente* ist schließlich nur der Geopunkt 2 (Kiesgruben) zugeordnet, der durch *völlige Abwesenheit von ästhetischen Reizen* gekennzeichnet ist. Die Sonderstel-

lung diese Geopunktes in Bezug auf den ästhetischen Reiz wird durch die Komponentenkorrelationsmatrix noch unterstrichen, indem diese dritte Komponente zu den beiden anderen Komponenten eine negative Korrelation aufweist (Tab. 7-12).

	Komponente		
	1	2	3
GP10_S	0,849		
GP08_S	0,799		
GP11_S	0,785		
GP09_S	0,710		
GP06_S	0,489		
GP07_S		0,754	
GP04_S		0,678	
GP01_S		0,575	
GP05_S		0,508	
GP02_S			0,874

Tab. 7-11: Mustermatrix zur Extraktionsmethode der Hauptkomponentenanalyse. Rotationsmethode Promax mit Kaiser-Normalisierung. Die Rotation ist in 4 Iterationen konvergiert. Die Variablenbezeichnung GP05_S bedeutet, dass hier die Bewertung von Geopunkt 5 bezüglich der Kategorie „Schönheit“ zugrunde liegt. Die angegebenen „Ladungen“ können als Korrelationskoeffizient zwischen den betreffenden Variablen und den Komponenten verstanden werden (BÜHL/ ZÖFEL 2005, S. 465).

Komponente	1	2	3
1	1,000	0,384	-0,071
2	0,384	1,000	-0,015
3	-0,071	-0,015	1,000

Tab. 7-12: Komponentenkorrelationsmatrix zur Extraktionsmethode der Hauptkomponentenanalyse. Rotationsmethode Promax mit Kaiser-Normalisierung. Angegeben sind jeweils die wechselseitigen Korrelationen der drei extrahierten Komponenten.

Die zweite Analyse der Geopunkte wird auf der Basis der Bewertungskategorie „Prägnanz“ durchgeführt. Dabei sollte angegeben werden, inwieweit der jeweilige Geopunkt die Erkenntnis des Probanden gefördert hat. Durch die Hauptkomponentenanalyse werden zwei Komponenten extrahiert, die zusammen 53,4% der Gesamtvarianz erklären. Der Unterschied der extrahierten Komponenten zu den weiteren Komponenten ist gut aus dem Screeplot der Eigenwerte der einzelnen Komponenten (Faktoren) ersichtlich. Die Kurve fällt besonders ab dem dritten Faktor nur noch flach ab, was die besondere Stellung der beiden ersten Faktoren, den einzigen mit einem Eigenwert über 1, graphisch verdeutlicht (Abb. 7-2).

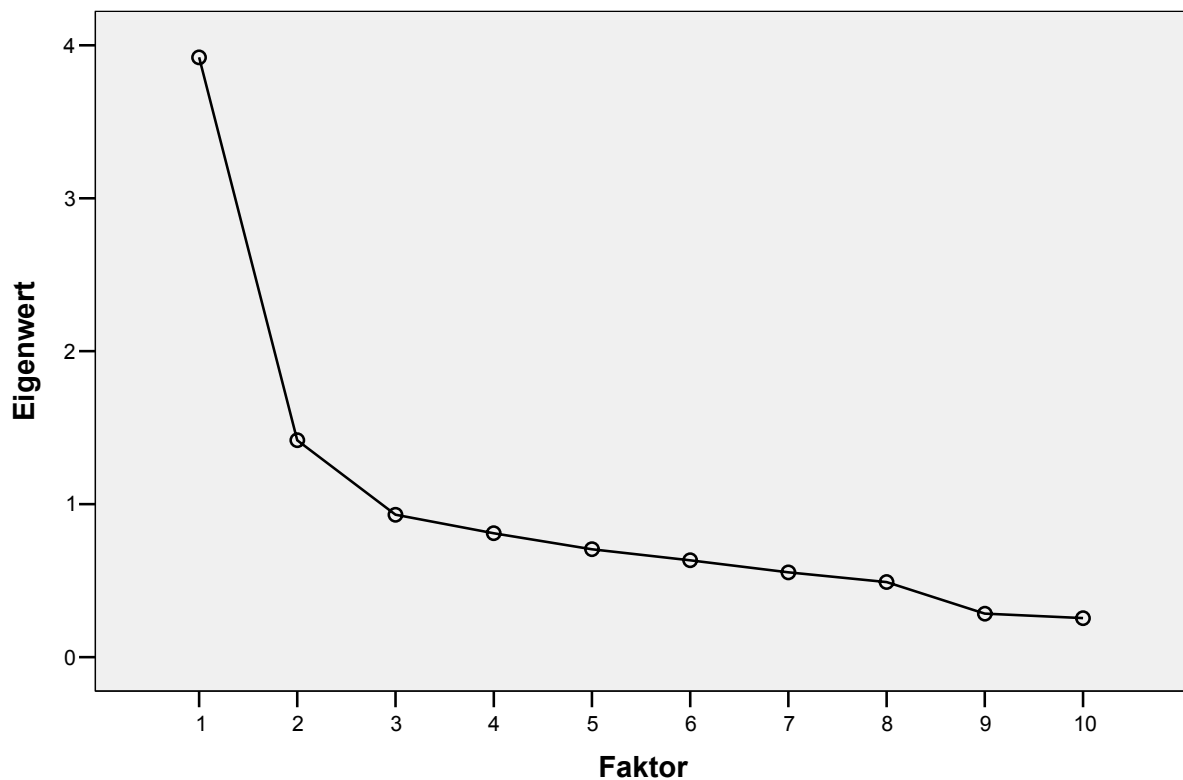


Abb.7-2: Screeplot der Eigenwerte der aus der Hauptkomponentenanalyse berechneten Faktoren zur Bewertungskategorie „Prägnanz“ der Geopunkte.

Zur inhaltlichen Interpretation der beiden Komponenten ist wiederum ein Blick auf die Matrix für die Zuordnung der einzelnen Geopunkte zu den zwei extrahierten Komponenten erforderlich (Tab. 7-13).

Die der *Komponente 1* zugeordneten Geopunkte 1, 5, 6, 10 und 11 zeichnen sich dadurch aus, dass sie jeweils einen relativ *großräumigen Überblick* zulassen, wenn man einmal vom Geopunkt 6 (Schindelberg) absieht, der allerdings ohnehin die geringste Ladung auf diesen Faktor aufweist.

Die der *Komponente 2* zugeordneten Geopunkte 2, 4, 7, 8 und 9 unterscheiden sich von den oben genannten Standpunkten insbesondere dadurch, dass an diesen Geopunkten *kleinräumige Strukturen* im Vordergrund stehen, wie etwa der Teufelsgraben (Geopunkt 4), die Piesenkamer Umfließungsrinne (Geopunkt 9) oder auch *kleine Details*, wie die Moorpflanzen im Kirchseebecken (Geopunkt 7) oder die Moränen-Gesteine in den Kiesgruben (Geopunkt 2).

Die Trennung der beiden Komponenten ist allerdings nicht besonders scharf, dies ist zum einen der relativ hohe Komponentenkorrelation von 0,428 zu entnehmen (Tab. 7-14) oder dem Komponentendiagramm im rotierten Raum, in dem die Geopunkte relativ

gleichmäßig in einer „Punkte-Wolke“ verteilt sind, weshalb auf eine Reproduktion desselben verzichtet wird.

	Komponente	
	1	2
GP11_P	0,859	
GP10_P	0,831	
GP01_P	0,790	
GP05_P	0,706	
GP06_P	0,669	
GP04_P		0,852
GP07_P		0,644
GP02_P		0,629
GP09_P		0,511
GP08_P		0,470

Tab. 7-13: Mustermatrix zur Extraktionsmethode der Hauptkomponentenanalyse. Rotationsmethode Promax mit Kaiser-Normalisierung. Die Rotation ist in 3 Iterationen konvergiert. Die Variablenbezeichnung GP06_P bedeutet, dass hier die Bewertung von Geopunkt 6 bezüglich der Kategorie „Prägnanz“ zugrunde liegt.

Komponente	1	2
1	1,000	0,428
2	0,428	1,000

Tab. 7-14: Komponentenkorrelationsmatrix zur Extraktionsmethode der Hauptkomponentenanalyse. Rotationsmethode: Promax mit Kaiser-Normalisierung. Angegeben sind jeweils die wechselseitigen Korrelationen der drei extrahierten Komponenten innerhalb der Bewertungskategorie „Prägnanz“.

Die Analyse der Geopunkte durch die Hauptkomponentenanalyse bezüglich der dritten Bewertungskategorie „*Interessantheit*“ führte zur Extraktion von *zwei Komponenten*, die zusammen 55,3% der Gesamtvarianz erklären.

Bei den beiden der *Komponente 2* zugeordneten Geopunkte 2 und 7 (Kiesgruben und Kirchseebecken) handelt es sich genau um die Standorte, bei denen die Exkursionsteilnehmer selbstständig einfache geowissenschaftliche Arbeitsmethoden ausführen konnten. Diese *Möglichkeit zur Eigenaktivität* unterscheidet diese beiden Geopunkte von allen übrigen (Tab. 7-15).

In der *Komponente 1* sind alle übrigen Geopunkte enthalten, bei denen die Teilnehmer eben *nicht unmittelbar selbst aktiv* werden konnten. Dies ist allerdings für die Probanden nicht gleichbedeutend mit einem uninteressanten Standort. Wie der „Interessantheitsrangliste“ (Tab. 7-9) zu entnehmen ist, wurde der Teufelsgraben (Geopunkt 4, hier unter

Komponente 1) als am interessantesten beurteilt, während die Kiesgruben (Geopunkt 2, hier unter Komponente 2) auf der gleichen Rangliste nur Platz 5 erreichten.

Die Sonderstellung der Geopunkte 2 und 7 ist in diesem Falle auch deutlich im Komponentendiagramm des rotierten Raumes zu erkennen (Abb. 7-3).

	Komponente	
	1	2
GP05_I	0,814	
GP01_I	0,781	
GP08_I	0,743	
GP10_I	0,722	
GP06_I	0,719	
GP09_I	0,703	
GP11_I	0,597	
GP04_I	0,590	
GP07_I		0,888
GP02_I		0,619

Tab. 7-15: Mustermatrix zur Extraktionsmethode der Hauptkomponentenanalyse. Rotationsmethode Promax mit Kaiser-Normalisierung. Die Rotation ist in 3 Iterationen konvergiert. Die Variablenbezeichnung GP02_I bedeutet, dass hier die Bewertung von Geopunkt 2 bezüglich der Kategorie „Interessantheit“ zugrunde liegt.

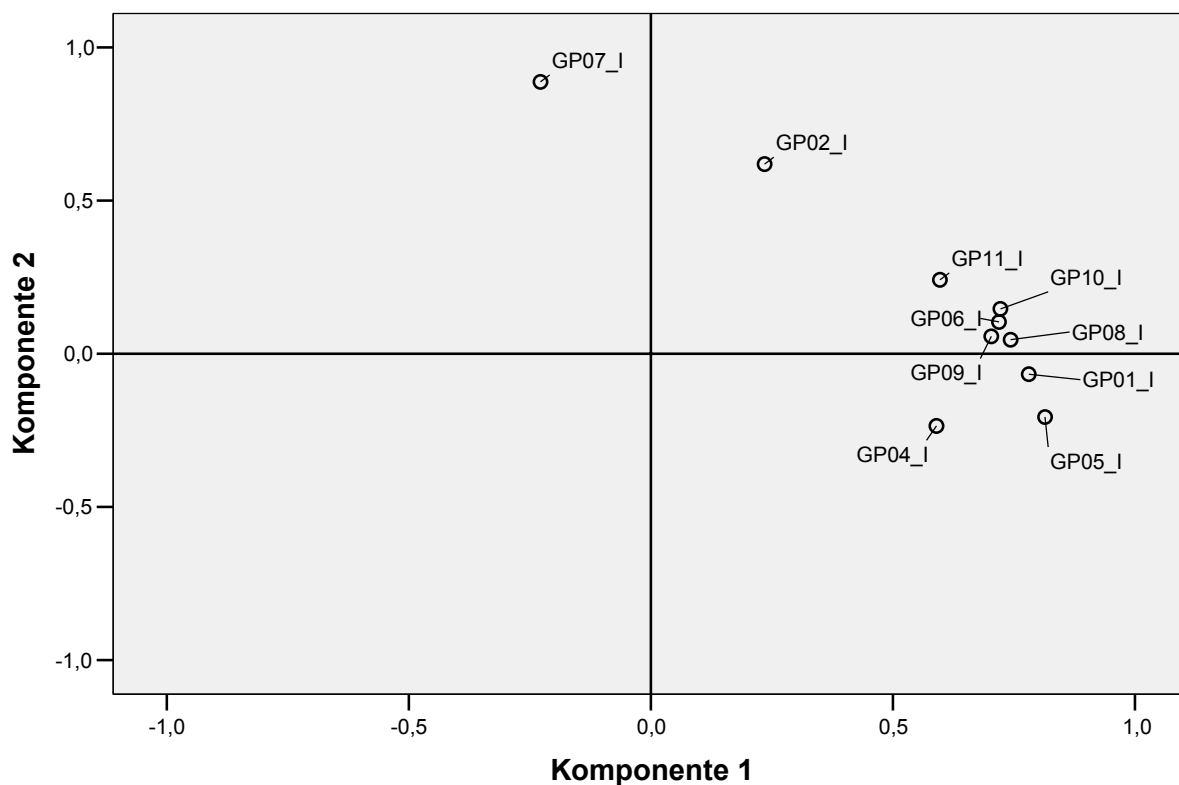


Abb. 7-3: Komponentendiagramm im rotierten Raum zur Hauptkomponentenanalyse bezüglich der dritten Bewertungskategorie „Interessantheit“.

Bei der Analyse der *Gesamturteile* ergeben sich zwei extrahierte Komponenten. Die ladungsbedingte Zuweisung der Geopunkte 1, 2, 4, 5, 6 und 10 zur ersten Komponente und der Geopunkte 7, 8, 9 und 11 zur zweiten Komponente lässt sich inhaltlich nicht eindeutig interpretieren, da sehr verschiedenartige Geopunkte in einer Komponente zusammengefasst werden. Da auch die Korrelationen zwischen den beiden Komponenten mit 0,474 relativ hoch ist, kann auch statistisch keine klare Differenzierung zwischen beiden nachgewiesen werden.

Das Komponentendiagramm lässt auf eine Sonderrolle der Geopunkte 1, 2 und 7 schließen. Dies sind die einzigen Geopunkte, die eine negative Ladung auf die jeweils andere Komponente aufweisen. Dies zeigt, dass diese Geopunkte ambivalent beurteilt werden, also von den einen Probanden relativ gut, von anderen Probanden wiederum eher schlecht (Abb. 7-4).

Die übrigen sieben Geopunkte bilden eine relativ einheitliche „Punkte-Wolke“. Da alle Geopunkte verhältnismäßig hoch auf eine der beiden Komponenten laden, wurde von den Probanden durchaus (an)erkannt, dass alle Geopunkte für die vollständige Erfassung des Gesamtzusammenhangs erforderlich sind.

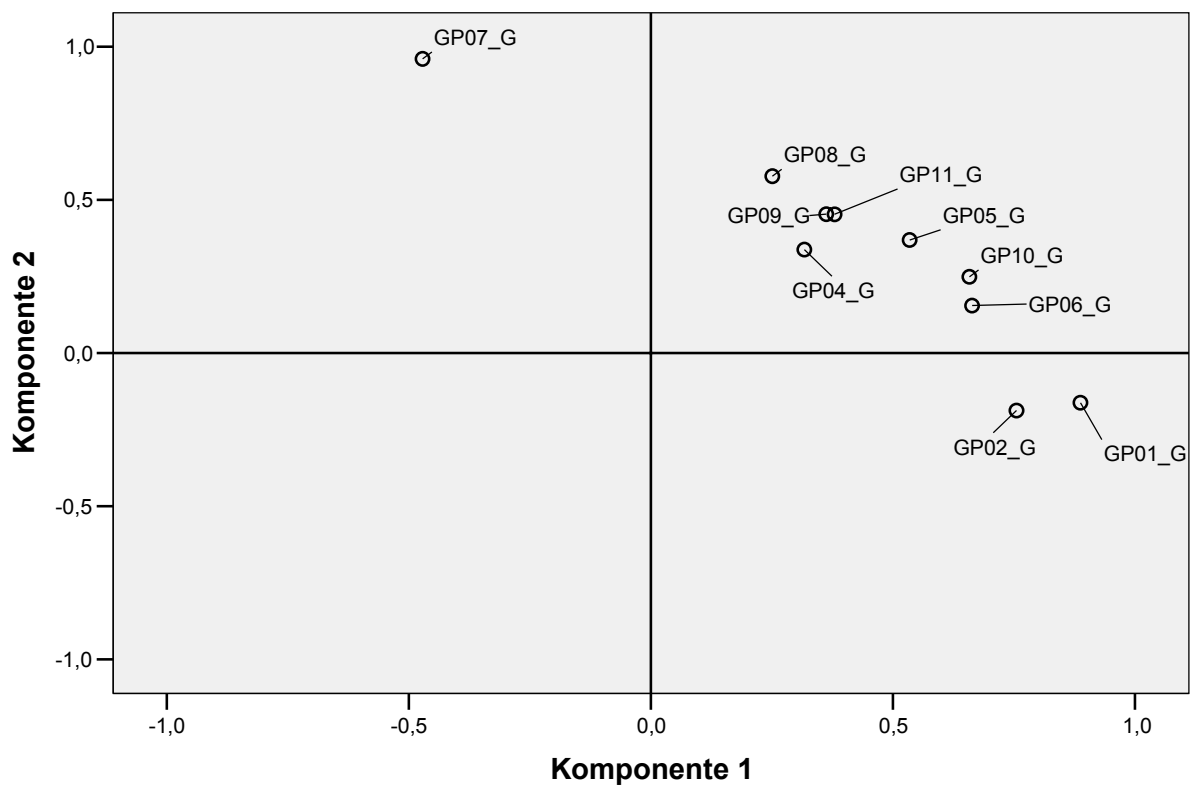


Abb. 7-4: Komponentendiagramm im rotierten Raum zur Hauptkomponentenanalyse bezüglich des *Gesamturteils* zu den Geopunkten.

Je nach Bewertungskategorie kann also eine unterschiedliche Anzahl an *Geopunkt-Typen* extrahiert werden: Bezüglich der *Kategorie „ästhetischer Reiz“* ergaben sich *drei Typen*. Dies waren Geopunkte mit hervorstechenden, mit mittelmäßigen und solche mit fehlenden ästhetischen Merkmalen. Während sich ein überdurchschnittlicher landschaftlicher Reiz positiv auf die Akzeptanz des Geopunktes auswirkte, wirkte sich ein mittelmäßiger oder gar ein fehlender ästhetischer Reiz kaum auf das Gesamturteil bezüglich der Eignung des Geopunktes aus. So belegte etwa der Geopunkt 2 (Kiesgruben), beim ästhetischen Reiz den letzten Platz, im Gesamturteil zur Eignung der Standorte aber trotzdem den ersten Platz.

In der *Kategorie „Prägnanz“* konnten *zwei Typen* ausgeschieden werden, nämlich die Geopunkte, die einen großräumigen Überblick wie etwa von einem Aussichtspunkt zulassen oder solche, bei denen eher kleinräumige Strukturen oder Details im Vordergrund stehen.

In der *Kategorie „Interessantheit“* konnten ebenfalls *zwei Typen* extrahiert werden. Dies sind zum einen Geopunkte, die die Möglichkeit zu Eigenaktivitäten bieten und solche, die dies eben nicht zulassen.

Auf der Basis des Gesamturteils konnten keine eindeutig trennbaren Geopunkt-Typen ausgewiesen werden. Es wurde lediglich deutlich, dass einige Geopunkte ambivalent beurteilt wurden. Jedoch wurde Hinblick auf den Gesamtzusammenhang keinem Geopunkt die Eignung abgesprochen.

Fazit:

Die Faktorenanalyse evozierte sieben „Geopunkt-Typen“, die sich durch folgende Eigenschaften kennzeichnen lassen: „ausnehmende landschaftliche Schönheit“, „unauffälliger ästhetischer Reiz“, „ästhetisch reizlos“, „weiter Überblick“, „prägnanter Teilausschnitt“, „Möglichkeit zu Eigenaktivitäten“ und „ohne Selbstbetätigungschancen“.

Es korrelieren nur die Charakterisierungen „ausnehmende landschaftliche Schönheit“, „prägnanter Teilausschnitt“ und „Möglichkeit zu Eigenaktivitäten“ eindeutig mit einer überdurchschnittlichen Bewertung, während der Einfluss der übrigen Eigenschaften unterschiedlich bis neutral ist.

7.3.1.3 Objektunabhängige Bewertungsdifferenzen

Innerhalb dieses Abschnittes soll erkundet werden, inwieweit sich Differenzen in der Geopunkt-Bewertung *durch unterschiedliche Beurteiler oder äußere Einflüsse* ergeben. Dazu soll folgenden Fragen nachgegangen werden:

- Gibt es geschlechterspezifische Unterschiede in der Bewertung?
- Wie beeinflussen Bildung und Interesse die Bewertung?
- Wie werden die Geopunkte bei Selbsterkundung ohne Exkursionsleiter beurteilt?
- Welche Rolle spielen äußere Einflüsse auf die Bewertung (z.B. Witterung)?
- Ergibt sich eine phasenhafte Gliederung, d.h. spielt die Reihenfolge der Geopunkte eine Rolle für die Bewertung?

Bei der *geschlechterspezifischen Bewertung* ergab sich ebenfalls wie in den zitierten Studien (vgl. Kap. 5.1) *im Mittel eine Höherbewertung durch die Probandinnen*.

Allerdings lagen die Bewertungen unter Einbezug aller Bewertungskategorien und Geopunkte durchschnittlich lediglich um 0,086 Bewertungspunkte höher, was nur einer um 2,4% höheren Bewertung im Vergleich zu den Bewertungen durch die männlichen Teilnehmer entspricht. Ein t-Test auf Mittelwertsunterschiede lieferte erwartungsgemäß eine hohe Irrtumswahrscheinlichkeit von 37,9%. Der geschlechtsspezifische Unterschied in der Gesamtbewertung aller Geopunkte ist also *nicht signifikant*.

Betrachtet man die Bewertungsunterschiede differenziert *bezüglich der einzelnen Geopunkte*, so sind die Bewertungen der weiblichen Teilnehmer bei acht Geopunkten höher als die der Männer, während sich nur bei zwei Standorten, nämlich bei Geopunkte 1 und 6 (Blick auf die Endmoräne und Schindelberg) eine Höherbewertung durch die männlichen Teilnehmer ergab (Tab. 7-16).

Am größten ist der Unterschied bei der Bewertung von Geopunkt 7 (Kirchseebecken). Beschränkt man sich hierbei ausschließlich auf die Bewertungskategorie „Interessantheit“, so ergibt sich für diesen einen einzigen Fall tatsächlich eine signifikante Höherbewertung (Irrtumswahrscheinlichkeit 2,4%) durch die Probandinnen.

Bewertungsunterschiede durch unterschiedliche Interessendispositionen werden erst einmal dadurch erkundet, indem die Bewertungen derjenigen Probanden, die Naturwissenschaften als Hauptinteressegebiet angegeben haben, mit den übrigen Probanden verglichen werden. Ebenso findet eine Gegenüberstellung der Bewertungen von Gymnasiasten, Studenten und erwachsenen Laien statt.

Der *Einfluss eines Exkursionsleiters auf die Bewertung von Geopunkten* soll schließlich durch den Vergleich zwischen dem gemeinsamen Stichprobenmittel der Experimentalgruppen S1 und S5 (geführte Exkursion) und dem Stichprobenmittel der Kontrollgruppe K₄ (Selbsterkundungsgruppe) geprüft werden. Damit ergeben sich gleichzeitig Hinweise auf eine eventuelle Eignung der Geopunkte für einen Lehrpfad.

GP	Geschlecht	N	μ	σ
GP01	Männlich	68	3,7904	0,72997
	Weiblich	65	3,7679	0,77483
GP02	Männlich	69	3,6377	0,78770
	Weiblich	65	3,7859	0,85607
GP06	Männlich	53	3,8396	0,96712
	Weiblich	55	3,7864	1,03573
GP07	Männlich	67	3,8582	0,85194
	Weiblich	64	4,1107	0,81906
GP07_I	Männlich	66	3,7300	1,07500
	Weiblich	63	4,1600	1,06600
GP11	Männlich	60	3,4625	0,84601
	Weiblich	59	3,6737	0,84493
Alle GP	Männlich	69	3,6175	0,54965
	Weiblich	65	3,7035	0,57819

Tab. 7-16: Geschlechtsspezifische Mittelwerte (μ) und Standardabweichungen (σ) für die Bewertung der Geopunkte (GP) speziell für die Bewertungskategorie „Interessantheit“ bei Geopunkt 7 (GP07_I), unter Einbezug aller Bewertungskategorien für einzelne ausgewählte Geopunkte (GP01, GP02, GP06, GP07 und GP11) sowie unter Berücksichtigung aller Geopunkt-Bewertungen (alle GP).

	Gruppe	N	μ	σ	T	p
Vergleich von an Naturwissenschaften Interessierten (I) mit Sonstigen (S)	I	54	3,8655	0,56592	3,640	0,000
	S	80	3,5200	0,52003		
Vergleich Studenten – Erwachsene	S1, S5	29	3,6258	0,52569	-5,630	0,000
	E1, E2	21	4,3532	0,31789		
Vergleich Gymnasiasten - Erwachsene	G1, G2	28	3,2186	0,41537	-10,426	0,000
	E1, E2	21	4,3532	0,31789		
Vergleich Studenten – Gymnasiasten	S1, S5	29	3,6258	0,52569	-3,237	0,002
	G1, G2	28	3,2186	0,41537		
Vergleich Selbsterkundungsgruppe (K ₄) – Experimentalgr. S1,5	S1, S5	29	3,6258	0,52569	1,432	0,159
	K ₄	17	3,4066	0,45505		

Tab. 7-17: Ergebnisse der fünf t-Tests für die angegebenen Stichprobenvergleiche (S: = Studenten, E: = Erwachsene, G: = Gymnasiasten; K: = Kontrollgruppe, N: = Anzahl der Probanden, μ : = Mittelwert, σ : = Standardabweichung, T: = T-Wert, p: = Signifikanzniveau bzw. Irrtumswahrscheinlichkeit).

Aufgrund der annähernden Normalverteilung der Variablen, die die Bewertung der Geopunkte verkörpern, kann wiederum der t-Test verwendet werden. Das Ergebnis zeigt, dass die *Bewertungen der Geopunkte durch die Interessierten in allen vier Fällen höher* ist. Der

Unterschied ist einem Fall *sehr signifikant* bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,2% und in drei Fällen *höchst signifikant* bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,0% (Tab. 7-17).

Damit wird des Ergebnis von SCHICK (1970) bestätigt, der bereits festgestellt hat, dass die gewählte Fächerkombination, von der man ja auch eine gewisse Interessendisposition ableiten kann, einen deutlich größeren Einfluss auf die Bewertung von Exkursionsobjekten hat als das Geschlecht (vgl. Kap. 5.1).

Beim Vergleich der *Selbsterkundungsgruppe* (Kontrollgruppe K₄) mit den Teilnehmern der Experimentalgruppen S1 und S5 werden die *Geopunkte von der Kontrollgruppe schlechter bewertet*, jedoch ist der Unterschied bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 15,9% *nicht signifikant*. Ein Exkursionsleiter bringt zwar die Geopunkte besser zur Geltung, allerdings sprechen die Objekte noch ausreichend für sich selbst, so dass aus dieser Sicht die Eignung für einen Lehrpfad noch als gegeben erscheint.

Bewertungsunterschiede durch äußere Einflüsse sollen durch den Vergleich von Stichproben aus ähnlichen Interessengruppen erkundet werden, die die Exkursion bei *ungleichen Wetterbedingungen* absolviert haben.

Dazu werden Evaluationen von *zwei Gymnasiastengruppen* sowie von *zwei Studentengruppen* jeweils durch einen t-Test verglichen. Bei den Gymnasiasten war bei der Gruppe G2 das Wetter kühl bei 15 bis 20⁰C und in den ersten 3 bis 4 Stunden regnete es öfter, bei Gruppe G1 herrschte bestes Exkursionswetter mit strahlendem Sonnenschein bei 20 bis 25⁰C. Bei den Studenten waren die Wetterdingungen bei Gruppe S1 mit Temperaturen von 10 bis 13⁰C recht kühl, es blieb mit Ausnahme der letzten Exkursionsstunde niederschlagsfrei. Die Gruppe S3 konnte sich bei morgendlichen Temperaturen von 10⁰C, die dann rasch auf über 20⁰C stiegen, weitgehend an Traumwetter erfreuen.

	Gruppe	N	μ	σ	T	p
Vergleich von zwei Gymnasiastengruppen	G1 ☺	20	3,1829	0,36685	-0,712	0,483
	G2 ☹	8	3,3077	0,53618		
Vergleich von zwei Studentengruppen	S3 ☺	17	3,8035	0,41675	-1,746	0,091
	S1 ☹	16	3,5373	0,45892		

Tab. 7-18: Ergebnisse der zwei t-Tests für die angegebenen Stichprobenvergleiche (☺ : = gute Wetterbedingungen, ☹ : = schlechtere Wetterbedingungen, N: = Anzahl der Probanden, μ : = Mittelwert, σ : = Standardabweichung, T: = T-Wert, p: = Signifikanzniveau bzw. Irrtumswahrscheinlichkeit).

Bei den beiden *Studentengruppen* wurden die Geopunkte tatsächlich von der Gruppe S3 mit dem schöneren Exkursionswetter besser bewertet (Tab. 7-18). Auch wenn das Signifikanzniveau nicht erreicht wird, liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit mit 9,1% relativ niedrig.

Allerdings besteht die Vermutung, dass sich auch hier Interesseunterschiede mehr als Witterungsunterschiede ausgewirkt haben. Für jede Exkursionsgruppe wurde nämlich vom Exkursionsleiter ein Protokoll geführt, das die Einschätzung der Gruppen bezüglich ihres Verhaltens einbezog. In diesem Fall wurde die Gruppe S1 als extrem passiv registriert, während die Gruppe S3 einen insgesamt interessierteren Eindruck vermittelte.

Bei den beiden *Gymnasiastengruppen* wurden die Geopunkte von der Gruppe G2 mit dem schlechteren Exkursionswetter besser bewertet, wenn auch nicht annähernd signifikant (Tab. 7-18).

Auch hier wurde vom Exkursionsleiter bereits aufgrund des Verhaltens der Teilnehmer bei Gruppe G2 ein etwas größeres Interesse vermutet.

Die Auswirkungen des Exkursionswetters auf die Bewertung der Geopunkte sind jedenfalls nicht signifikant, vermutlich sogar vernachlässigbar.

Die Vermutung, dass einzelne Geopunkte aufgrund ihrer Platzierung innerhalb des Exkursionsablaufes (Vorteile für Anfangs- und Endpunkt der Exkursion, bessere Bewertung der letzten Geopunkte wegen der sichereren Erinnerung oder aber schlechtere Bewertung der letzten Geopunkte wegen der zunehmenden Ermüdung) besser oder schlechter bewertet werden, kann insbesondere durch die Ergebnisse der Bewertungs-Rangliste zu den Geopunkten (Tab. 7-9 und 7-10) nicht bestätigt werden.

Fazit zu objektunabhängigen Bewertungsdifferenzen:

Signifikante objektunabhängige Bewertungsdifferenzen bei den Geopunkten sind ausschließlich auf unterschiedliches Interesse zurückzuführen.

Zwar konnte eine leichte Tendenz zur Höherbewertung der Objekte durch die weiblichen Teilnehmer festgestellt werden, insgesamt ist jedoch der Einfluss des Geschlechts des Probanden, des Exkursionswetters oder der Platzierung der Geopunkte im Exkursionsablauf auf die Geopunkt-Evaluation eher vernachlässigbar.

7.3.2 Bewertung der Geopunkte mit der Grid-Technik

Für die Grid-Technik als individuumzentriertes Untersuchungsverfahren können zwei wesentliche Auswertungsziele angegeben werden (RAEITHEL 1993, 42ff):

- Das Erfassen und Verstehen der persönlichen Konstrukte des Probanden (Kap. 7.3.2.1).
- Die Gruppierung der Objekte mithilfe des im Grid aufgezeichneten Zusammenhangs zwischen Konstrukten und Objekten (Kap. 7.3.2.2).

Unter diesen Vorgaben werden die vier individuell erhobenen Grids ausgewertet.

7.3.2.1 Individuelle Wahrnehmungsdimensionen

Für den Zweck der Erfassung der persönlichen Konstruktwelt des Untersuchungsteilnehmers wurde bereits während der Erhebung jeweils im Dialog mit dem Probanden versucht, das nötige Verständnis für die inhaltliche Bedeutung der individuellen Wahrnehmungsdimensionen zu entwickeln.

Es wurden jeweils sieben bis acht Wahrnehmungsdimensionen aus den vorgegebenen zehn Triaden (vgl. Kap. 6.3) gewonnen, von denen inhaltlich ähnliche für die folgende Aufstellung in geeigneten Kategorien zusammengefasst wurden.

Die individuellen Wahrnehmungsdimensionen des Probanden P₁, eines männlichen Studenten mit naturwissenschaftlichem Zweitfach und Hauptinteressen an Technik und Naturwissenschaften:

- Abschätzung der Größendimensionen des Objektes ist möglich/ schlecht möglich.
- Es werden lokale Detailsblicke/ regionale Überblicke geboten.
- Rückschlüsse auf die Genese des Objektes sind möglich/ kaum möglich.
- Im Umfeld des Standortes ist ein Oberflächenwasser sichtbar/ nicht sichtbar.

Die persönlichen Konstrukte des Probanden P₂, eines männlichen Studenten mit besonderem Interesse an handwerklichen Arbeiten mit Holz:

- Ein größerer räumlicher Zusammenhang ist sichtbar/ nur kleine Teilausschnitte werden gezeigt.
- Konkret, klar und prägnant erkennbare Struktur/ kaum erkennbare Struktur.
- Die Gletscherdimensionen sind vorstellbar/ schwer vorstellbar.
- Die Geländeentstehung ist auf fließendes/ ruhendes Wasser zurückzuführen.
- Die Geländeform ist konvex/ konkav.
- Ein Alltagsbezug ist vorhanden/ nicht vorhanden.

Die persönlichen Wahrnehmungsdimensionen der Probandin P₃, einer Studentin mit geisteswissenschaftlichem Zweitfach und hauptsächlichem Interesse an Naturwissenschaften:

- Rundumblick möglich/ nicht möglich.
- Geländeformen sind relativ deutlich/ wenig akzentuiert.
- Der Standort ist ungewöhnlich und interessant, da selten/ eher alltäglich.
- Lage des Standortes:
 - Schwer/ leicht erreichbar
 - Schattig/ sonnig
 - Lärm von der Straße/ abgelegen
 - Umfeld naturbelassen/ landwirtschaftlich genutzt.

Die individuellen Konstrukte der Probanden P₄, einem männlichen erwachsenen Laien, der beruflich im naturwissenschaftlich-juristischen Bereich tätig ist:

- Schöner Ausblick/ kein Ausblick.
- Interessant und einprägsam, da prägnant/ eher unkonturiert und verschwommen.
- Einblick in die Gesteine des Untergrunds/ nur Oberfläche sichtbar.
- Lage des Standortes:
 - Berg-/ Tallage
 - Im/ außerhalb des Waldes
 - Schwer/ einfach erreichbar.

Ein Vergleich der vier persönlichen Konstruktssysteme bezüglich der Wahrnehmung der Exkursionsstandorte fördert einige Gemeinsamkeiten zu Tage (Tab. 7-19).

Gerade in den *Gemeinsamkeiten* finden sich Teile der Ergebnisse der Hauptstudie wieder. So sind etwa die Konstrukte „Geländeformen sind relativ deutlich/ wenig akzentuiert“ oder „Es werden lokale Detailsblicke/ regionale Überblicke geboten“ auch ein Ergebnis der Einteilung in die Geopunkt-Typen (Kap. 7.3.2.2). Dies belegt, dass die Evaluation der Geopunkte nach den vorgegebenen Kategorien in wichtigen Teilen durchaus mit den subjektiven Wahrnehmungsdimensionen der vier Grid-Probanden übereinstimmt.

Daneben wurden aber auch *neue Wahrnehmungsdimensionen* offen gelegt, die explizit noch nicht in die vorgegebenen Bewertungskategorien mit einbezogen wurden. Dies sind zunächst einmal Konstrukte, die eher äußere Merkmale zur Lage der Geopunkte erfassen, wie etwa schattig/ sonnig, ruhig/ laut, See-/ Landlage, Berg-/ Tallage oder leicht/ schwer erreichbar. Solche oberflächlichen Konstrukte erweisen sich oft als unergiebig, weshalb sie auch als ungeeignete Konstrukte bezeichnet werden (SCHEER 1993, S. 32f). Bisweilen sind aber auch solche Konstrukte informativ, indem man durch unterschiedliche Lage der Geopunkte Abwechslung in den Exkursionsablauf bringt oder die manchmal eindeutig

günstigere Lage (ruhig/ leicht erreichbar) wählt, vorausgesetzt, es lässt sich mit der inhaltlichen Struktur vereinbaren.

P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Es werden regionale Überblicke geboten/ lokale Detailsblicke.	Ein größerer räumlicher Zusammenhang ist sichtbar/ nur kleine Teilausschnitte werden gezeigt.	Rundumblick möglich/ nicht möglich.	Schöner Ausblick/ kein Ausblick.
	Konkret, klar und prägnant erkennbare Struktur/ kaum erkennbare Struktur	Geländeformen sind relativ deutlich/ wenig akzentuiert	Interessant und einprägsam, da prägnant/ eher unkonturiert und verschwommen
Abschätzung der Größendimension des Objektes ist möglich/ schlecht möglich	Die Gletscherdimensionen sind vorstellbar/ schwer vorstellbar		
Zur Lage der Geopunkte			
		Schwer/ leicht erreichbar	Schwer/ einfach erreichbar
		Schattig/ sonnig	Im/ außerhalb des Waldes
	Die Geländeform ist konvex/ konkav		Berg-/ Tallage

Tab. 7-19: Übereinstimmungen bei den individuellen Konstrukten der vier befragten Probanden. Die vier Probanden sind mit P_i (i = 1, 2, 3, 4) bezeichnet.

Äußerst interessant und beachtenswert sind die Konstrukte „Ein Alltagsbezug ist vorhanden/ nicht vorhanden“ (von Proband P₂) und „Der Standort ist ungewöhnlich und interessant, da selten/ eher alltäglich“ (von Probandin P₃). Während das erstgenannte Konstrukt auf eine ganzheitliche alltagsorientierte Betrachtungsweise abzielt, orientiert sich das zweitgenannte Konstrukt an der Erkundung des Unbekannten und Seltenen.

Fazit:

Die erfassten individuellen Wahrnehmungsdimensionen stimmen in wichtigen Teilen mit den vorgegebenen EPA-Bewertungskategorien überein, insbesondere bei den Kriterien „Prägnanz“ und „Interessanz“, wobei „Schönheit“ eher eine untergeordnete Rolle spielt. Die Bewertung findet also eher nach rationalen als nach emotionalen Kriterien statt.

Daneben sind die individuellen Konstrukte differenzierter und konkreter als die notwendigerweise abstraktere EPA-Struktur, da diese die Wahrnehmungen auf möglichst wenige Dimensionen zusammenfassen sollte.

Außerdem eröffneten sich neue, interessante Wahrnehmungs- und damit Beurteilungskriterien wie „Alltagsorientierung“ und „Seltenheitswert“.

7.3.2.2 Ergebnisse der Grid-Auswertung

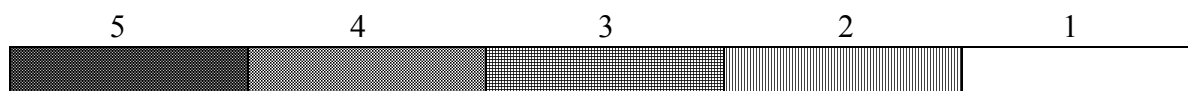
Bei der Auswertung eines erhobenen Grids (Kelly-Matrix) soll durch eine Analyse der darin dargestellten Konstrukt-Objekt-Beziehungen eine *sinnvoll interpretierbare Gruppierung der Objekte* erreicht werden. Es ist also hier dasselbe Endziel vorgegeben wie bei der Ausweisung von Geopunkt-Typen durch die Faktorenanalyse der Evaluationsergebnisse (Kap. 7.3.2.2). Hier soll dieses Ziel allerdings auf der Basis der subjektbezogenen Grid-Erhebung erreicht werden.

Es wird hierfür das *Handverfahren zur „doppelten Sortierung“ der Kelly-Matrix* angewendet, das in Großbritannien als „Fokussierung“ eines Grids bezeichnet wird (RAEITHEL 1993, S. 47ff).

Da die Reihenfolge von Objekten oder Konstrukten verändert werden kann, ohne die enthaltenden Informationen zu verfälschen, wird eine Kopie des Grids in einzelne Zeilen (Objekte) zerschnitten, die entstandenen Streifen werden nach Ähnlichkeiten sortiert und auf ein leeres Blatt geklebt, das danach erneut kopiert und entlang der Spalten (Konstrukte) zerschnitten wird. Die zweite Sortierung sollte dann eine Matrix ergeben, an der sowohl ähnliche Objekte als auch ähnliche Konstrukte nebeneinander liegen.

Die Anschaulichkeit einer solchen Matrix kann noch erhöht werden, wenn die einzelnen Rating-Werte nach der Methode des Kartographen BERTIN (1982) in Muster, Grau- oder Farbwerte umgesetzt werden. Man spricht von Bertinbildern.

Anhand einer doppelten Sortierung der bei Proband P₂ erhobenen Kelly-Matrix (Grid) wird nun eine inhaltlich *interpretierbare Gruppierung der Objekte und Konstrukte* vorgenommen. Um die Ähnlichkeiten graphisch zu veranschaulichen, wurden die Rating-Werte durch graphische Signaturen im Sinne der Bertin-Bilder ersetzt. Dabei werden die Rating-Werte der 5-stufigen Likert-Skala durch folgende Muster repräsentiert:



Die einzelnen Wahrnehmungsdimensionen W_i ($i = 1$ bis 7) ergaben sich aus der vorgegebenen Reihenfolge der Triadenvergleiche (vgl. Kap. 6.3). Einige inhaltlich ähnliche Wahrnehmungsdimensionen lassen sich zu einem Konstrukt zusammenfassen (Abb. 7-5).

		Konstrukt 1			Konst. 2	Konst. 3	Konstrukt 4	
		W ₁ Teilausschnitt (5) - Gesamtüberblick (1)	W ₆ Prägnant (5) - undeutlich (1)	W ₄ Konkret (5) - Abstrakt (1)	W ₇ Alltagsbezug (5) - kein Alltagsbez. (1)	W ₂ Gletscherdimen- sion vorstellbar (5) - nicht vorstellbar (1)	W ₃ Großform (5) - Kleinform (1)	W ₅ konkave (5) - konvexe Gelände- form (1)
Gruppe 1	GP06 Schindelberg							
	GP04 Teufelsgraben							
	GP07 Kirchseemoor							
Gr. 2	GP02 Kiesgruben							
Gruppe 3	GP05 Überblick von der Endmoräne							
	GP01 Blick auf Endmo- räne							
Gr. 4	GP11 Gletschertor Thann							
Gruppe 5	GP08 Rückzugswall Sachsenkam							
	GP10 Schotterebene Warngau							
	GP09 Umfließungsrinne Piesenkam							

Abb. 7-5: Bertinbild der bei Proband P₂ erhobenen Kelly-Matrix nach durchgeführter doppelter Sortierung im Handverfahren. Die zusammengefassten Gruppen von Geopunkten bzw. Konstrukten aus den Wahrnehmungsdimensionen sind im Fließtext erklärt (GP: = Geopunkt; W_i: = Wahrnehmungsdimension, i = 1 bis 7).

Für die sich so ergebenden Konstrukte wird jeweils der Konstrukt- und Kontrastpol angegeben, wobei dem Konstruktpol der Rating-Wert 5 zugewiesen wird:

- *Konstrukt 1*: konkreter, prägnanter Teilausschnitt (5) – abstrakter, undeutlicher Gesamtüberblick (1) (W_1 , W_6 und W_4).
- *Konstrukt 2*: Der Einfluss auf Leben, Alltag und Landschaft ist einsichtig (5) – nicht ersichtlich (1) (W_7).
- *Konstrukt 3*: Die Größendimension des Gletschers ist spürbar (5) – nicht vorstellbar (1) (W_2).
- *Konstrukt 4*: Hier handelt es sich um die Wahrnehmungsdimensionen W_5 (konkave (5) – konvexe Geländeform (1)) und W_3 (Großform (5) – Kleinform (1)), die lediglich einer oberflächlichen Unterscheidung dienen, jedoch damit keine Qualitätsbeurteilung verbinden, so dass die Wertfestsetzung bezüglich der Rating-Skala willkürlich erfolgte. In Bezug auf eine Evaluation sind diese Wahrnehmungsdimensionen als ungeeignete Konstrukte einzuordnen.

Bei den Objekten (Geopunkten) lassen sich folgende Gruppen ausgliedern, die jeweils ähnliche Geopunkte zusammenfassen:

- *Gruppe 1*: Standorte, von denen aus ein konkreter, prägnanter Teilausschnitt überschaubar ist, der gleichzeitig den Einfluss auf Leben und Landschaft verdeutlicht (GP06, 04 und 07).
- *Gruppe 2*: Standort, der einen konkreten Teilausschnitt zeigt, jedoch für die Vorstellung des Gesamtzusammenhangs abstraktes Denkvermögen verlangt (GP02).
- *Gruppe 3*: Standorte, die einen prägnanten Gesamtüberblick bieten und einen Alltagsbezug ermöglichen (GP01 und 05).
- *Gruppe 4*: Standort in kaum konturiertem Gelände, wo aber ein offensichtlicher Alltagsbezug besteht (GP11).
- *Gruppe 5*: Standorte, die einen Überblick innerhalb einer wenig akzentuierten Landschaft bietet und dabei eher nur für Fachwissenschaftler interessante Aspekte aufgreift (GP08, 09 und 10).

Das Ergebnis der Gruppierung zeigt wieder deutliche Parallelen zu den Ergebnissen bezüglich der Geopunkt-Typen bei der Hauptstudie. Auch dort bilden Geopunkte, die einen Einblick in einen überschaubaren, prägnanten Teilausschnitt gewähren, eine einheitliche Gruppe. Ebenso findet sich hier wie dort wieder eine Gruppe, die durch einen wenig akzentuierten Landschaftsüberblick gekennzeichnet ist und die hier wie dort am Ende der Geopunktrangliste angesiedelt ist. Die Sonderstellung des GP11, der morphologisch auch in diese Gruppe einzuordnen ist, jedoch besser als die übrigen Geopunkte der Gruppe abschneidet, wird hier durch seinen Alltagsbezug schlüssig begründet.

Die Bildung von Gruppen aus Geopunkten anhand der evozierten Wahrnehmungsdimensionen kann auch mittels einer *Clusteranalyse* im Statistikprogramm SPSS erfolgen. Aufgrund der überschaubaren Objektzahl kann die interessante Möglichkeit der *hierarchischen Clusteranalyse* verwendet werden (BÜHL/ ZÖFEL 2005, S. 485ff).

Bei diesem Verfahren werden die Objekte schrittweise zu immer größeren Gruppen (engl. cluster) vereinigt und zwar so lange, bis nur noch zwei Cluster übrig bleiben. Im ersten Schritt werden die Objekte mit der größten Ähnlichkeit (rechnerische Distanz in einem mehrdimensionalen Koordinatensystem) vereinigt, während mit jeder weiteren Vereinigung die Ähnlichkeit zwischen den Objekten einer Gruppe geringer wird. Die günstigste Clusterzahl ist rein rechnerisch dort anzusetzen, wo im nächsten Schritt Cluster mit relativ großer Distanz vereinigt würden. Ebenso wichtig ist allerdings die inhaltliche Interpretierbarkeit.

Eine sehr anschauliche Darstellung der Ergebnisse von hierarchischen Clusteranalysen liefert ein so genanntes „*Dendrogramm*“ (Clusterbaum), das den Fusionierungsablauf graphisch wiedergibt. Daraus ist nicht nur ersichtlich, welche Objekte bzw. Gruppen schrittweise zusammengeführt werden, sondern der Grad der Ähnlichkeit der vereinigten Objekte bzw. Gruppen kommt in dem Sprung zum Ausdruck, den der „Baum“ bei der Vereinigung nach rechts macht. Ist dieser Sprung klein bzw. groß, so wurden Cluster mit relativ großer bzw. geringer Ähnlichkeit vereinigt.

Im Dendrogramm zur Gruppierung (engl. clustering) der Geopunkte anhand der durch Proband P₂ evozierten Wahrnehmungsdimensionen ist u.a. eine Lösung mit vier Clustern ablesbar (Abb. 7-6):

- Cluster 1: GP01 und GP05.
- Cluster 2: GP02.
- Cluster 3: GP04, GP07 und GP06.
- Cluster 4: GP09, GP10, GP08 und GP11.

Diese Lösung stimmt erstaunlich gut mit der „5-Gruppen-Lösung“ durch die doppelte Handsortierung überein. Die Cluster 1 bis 3 sind mit den Gruppen 1 bis 3 völlig identisch. Werden zudem die im Handverfahren gewonnenen Gruppen 4 und 5 vereinigt, so ergibt sich der mit der Clusteranalyse errechnete Cluster 4. Die im Handverfahren vorgenommene Sonderstellung von GP11 (einziger Geopunkt der Gruppe 4) konnte aber inhaltlich gut begründet werden und kommt auch deutlich im Bertinbild (Abb. 7-5) zum Ausdruck. Dies zeigt, dass das Handverfahren z.T. sogar differenziertere Interpretationen zulässt als das rein statistische Verfahren.

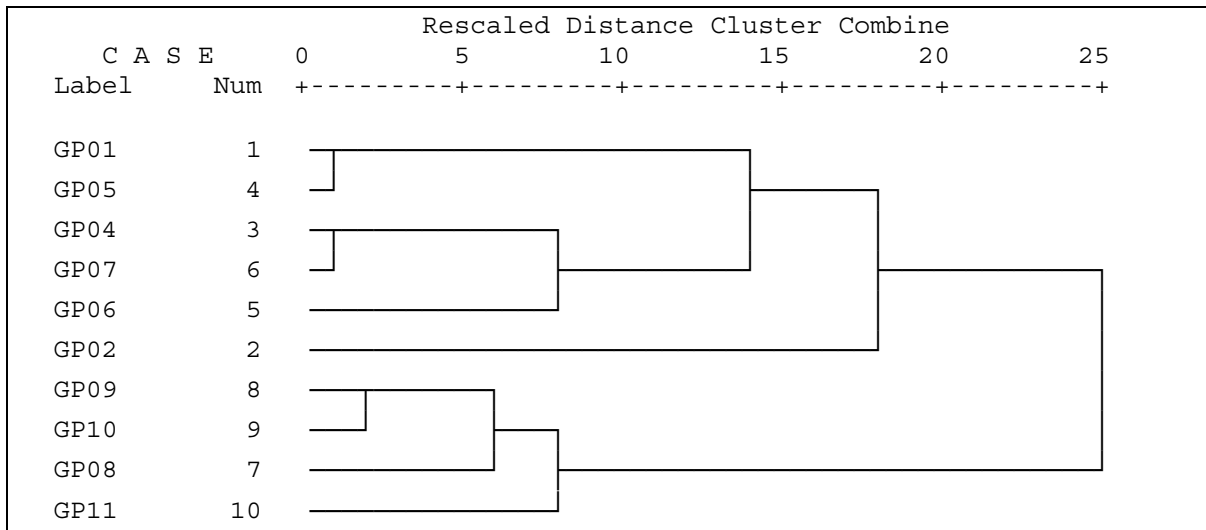


Abb. 7-6: Dendrogramm zur hierarchischen Clusteranalyse der Geopunkte nach dem Grid von Proband P₂. Die Fusionierung erfolgte nach dem Verfahren „Average Linkage between Groups“ (BÜHL/ ZÖFEL 1995, S. 506).

Nach der „4-Cluster-Lösung“ werden die Sprünge im Dendrogramm relativ groß, so dass eine weitergehende Fusionierung von Clustern nicht empfehlenswert erscheint.

Vergleicht man dieses Ergebnis mit den Dendrogrammen auf der Basis der Grids von Probandin P₃ und Proband P₄, so wird sehr deutlich, dass es sich hierbei um die *Ergebnisse von individuellen Wahrnehmungssystemen* handelt (Abb. 7-7 und 7-8).

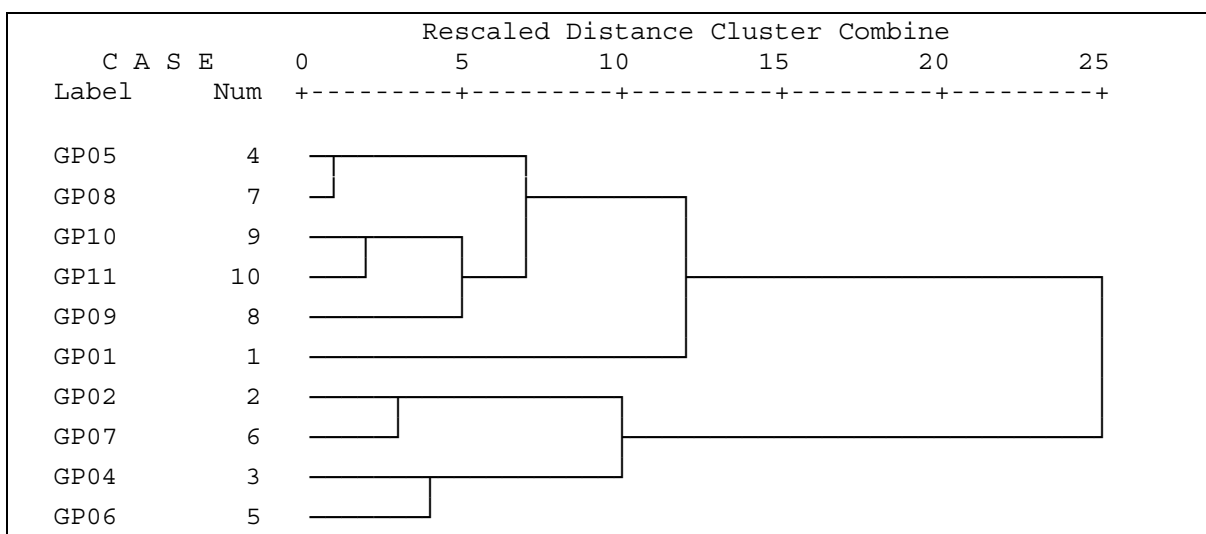


Abb. 7-7: Dendrogramm zur hierarchischen Clusteranalyse der Geopunkte nach dem Grid von Probandin P₃. Die Fusionierung erfolgte nach dem Verfahren „Average Linkage between Groups“ (BÜHL/ ZÖFEL 1995, S. 506).

Man kann diese *unterschiedliche Wahrnehmung einmal am Beispiel von GP02 (Kiesgrube)* verfolgen. Während GP02 bei Proband P₂ relativ lange einen eigenen Cluster bildet, wird dieser Geopunkt bei Probandin P₃ relativ rasch mit GP07 (Kirchseemoor) fusioniert, vermutlich waren für die Probandin die bei beiden Geopunkten möglichen Eigenaktivitäten der Grund für die ähnliche Bewertung. Bei Proband P₄ schließlich wird GP02 zwar verhältnismäßig spät, aber noch in einer Situation mit drei Clustern mit GP06 (Schindelberg) vereinigt. Hier war mutmaßlich die Gesteinsbestimmung und die Detailansicht das ausschlaggebende Ähnlichkeitsmerkmal.

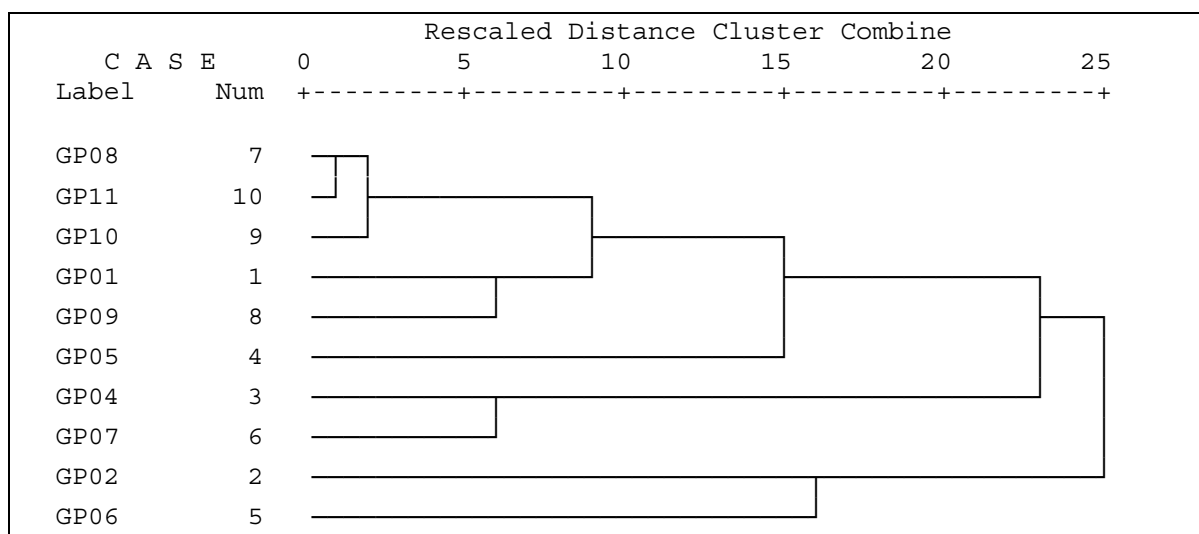


Abb. 7-8: Dendrogramm zur hierarchischen Clusteranalyse der Geopunkte nach dem Grid von Proband P₄. Die Fusionierung erfolgte nach dem Verfahren „Average Linkage between Groups“ (BÜHL/ ZÖFEL 1995, S. 506).

Die einzelnen Gütekriterien der Geopunkte werden also individuell mit unterschiedlicher Intensität und Gewichtung wahrgenommen.

Weitere Auswertungstechniken wie etwa die Berechnung spezieller Grid-Maße (RAEITHEL 1993, S. 59ff) sind nur dann erforderlich, wenn aus vielen gleichartigen Grids die Allgemeingültigkeit der entdeckten Merkmale belegt werden soll.

Aufgrund von nur vier erhobenen Grids sind die Voraussetzungen dafür hier nicht gegeben. Es handelt sich nur um erste Schritte auf einem in der Geographiedidaktik bisher nicht begangenen Weg, der sich zweifellos als eine Bereicherung für geographiedidaktische Forschungsanliegen herausgestellt hat.

Fazit zur Grid-Auswertung:

Die Auswertungsergebnisse des individuellen Grids bestätigen in wichtigen Punkten die Hauptstudie, liefern darüber hinaus aber differenziertere Aussagen. So können etwa Geopunkte, die einen konkreten Teilausschnitt zeigen, aufgeteilt werden in solche bei denen der Zusammenhang mit der Genese sofort ersichtlich ist und in solche, für deren Verständnis abstraktes Denkvermögen nötig ist. Des Weiteren können Geopunkte in wenig akzentuiertem Gelände an Bedeutung gewinnen, wenn ein Alltagsbezug hergestellt werden kann.

Insbesondere hat sich herausgestellt, dass die verschiedenen Gütekriterien der Geopunkte individuell mit unterschiedlicher Intensität und teilweise sehr ungleicher Bewertung wahrgenommen werden.

7.4 Deskriptive Datenanalyse zu ausgewählten Items

Bei der folgenden Analyse geht es zum einen um die statistische *Auswertung der beiden Mehrfachauswahlfragen* (Item 32 und 33, Anhang 5) und zum anderen um interessante Ergebnisse zum *Bewertungsverhalten bei einigen ausgewählten Einzel-Items* zum didaktisch-methodischen Konzept, da letztere bisher nur im Verbund ausgewertet wurden.

Es hat sich mittlerweile gezeigt, dass *einige Aspekte von den Probanden sehr unterschiedlich wahrgenommen und bewertet* werden. Eine für jeden einzelnen Teilnehmer optimale Exkursion kann es deshalb nicht geben.

So wurde bei gleichem Treatment das *Item 5 „Die Art der Informationsvermittlung hat zum Zuhören angeregt“* von 8 der 28 Gymnasiasten ($\mu = 3,11$) mit „ziemlich falsch“ bewertet, während von den 21 erwachsenen Laien ($\mu = 4,78$) als schlechteste Bewertung „ziemlich richtig“ vergeben wurde. Die Studenten ($\mu = 4,21$) lagen mit ihren Bewertungen zwischen den beiden Gruppen.

Der mit Abstand niedrigste Wert aller gruppenspezifischen Mittelwerte wurde bei *Item 27 „Das Wissen um die Landschaftsgeschichte verstärkt meinen emotionalen Bezug zur Landschaft“* mit $\mu = 2,36$ von den Gymnasiasten erzielt. Eine Probandin hat dabei das Antwortkästchen „völlig falsch“ mehrfach fett angekreuzt, offenbar um zum Ausdruck zu bringen, dass es für sie nicht vorstellbar ist, dass man überhaupt anderer Meinung sein kann. Andererseits wurde dieselbe Aussage von 10 der 21 erwachsenen Laien ($\mu = 4,21$) als „völlig richtig“ beurteilt, wobei ein Proband seine Beurteilung auch noch durch den schriftlichen Kommentar „So ist es! Ich werden künftig bei jeder Fahrt von Bad Tölz nach Holzkirchen zur Autobahn jetzt über Moränenwälle fahren“ unterstrich. Die Studenten lagen mit ihrer Bewertung dieses Items bei durchschnittlich 3,72.

Eine besondere Rolle spielt *Item 31* („Die Exkursion hat mein Interesse für geowissenschaftliche Inhalte gesteigert“) innerhalb der Evaluation. Diese Aussage diente im Vorfeld als selbstkonstruiertes Außenkriterium zur Prüfung der Kriteriumsvalidität des Fragebogens (Kap. 5.3.2.3). Folglich wird mit diesem Item geprüft, inwieweit das übergeordnete Gesamtziel der Exkursion im Sinne der Geodidaktik erreicht wurde. Für dieses Item wurden folgende Mittelwerte erzielt:

Gesamt	Gymnasiasten	Studenten	Erwachsene
$\mu = 3,75$	$\mu = 2,82$	$\mu = 3,90$	$\mu = 4,36$

Unter Einbezug der Bewertungen der Items 5, 27 und 31 darf das Hauptziel bei Studenten und insbesondere bei erwachsenen Laien als erreicht gelten. Die ernüchternde Erkenntnis ist allerdings, dass bei Gymnasiasten, bei denen offenbar im Durchschnitt wenig Interesse für dieses Thema vorhanden ist, sogar durch das in weiten Teilen von der Gruppe selbst befürwortete didaktisch-methodische Konzept keine Interessensteigerung für geowissenschaftliche Inhalte durch diese Exkursion erreicht werden konnte.

Minima der Mittelwerte: Von allen Einzel-Items zum didaktisch-methodischen Konzept lag unter *Einbezug aller Probanden* nur Item 30 („Eine Darstellung des Ablaufes der erdgeschichtlichen Ereignisse ist erst am Ende der Exkursion sinnvoll und einsichtig“ - bereits in Kap. 7.2.2 besprochen) mit 2,94 unter dem neutralen Mittelwert 3.

Die *gruppenspezifischen Mittelwerte* lagen bei den *Erwachsenen in keinem Fall* unter 3, bei den *Studenten in einem Fall* (Item 30, $\mu = 2,92$) und bei den *Gymnasiasten in drei Fällen* (Item 27, $\mu = 2,36$; Item 31, $\mu = 2,82$ und Item 30, $\mu = 2,89$).

Maxima der Mittelwerte: Die unter *Einbezug aller Probanden* am deutlichsten in „Schlüsselrichtung“ beantworteten Einzel-Items im didaktisch-methodischen Teil war Item 29 („Für den Bau von Verkehrswegen sind Kenntnisse über die Oberflächenformen überflüssig“, $\mu = 4,64$) und Item 12 („Eigenständige Anwendungen geowissenschaftlicher Arbeitsmethoden wie z.B. Gesteinsbestimmung in der Kiesgrube vertiefen das Verständnis“, $\mu = 4,53$).

Die *Auswertung der Mehrfachwahlfrage* „Welches Medium hat Ihnen beim Verständnis am meisten geholfen (nur eine Nennung)?“ (Item 32, Anhang 5), bei der sich die Probanden für eines der Medien „Karten zum Abschmelzvorgang“ (Anhang 9), „Blockbild der Moränenbögen“ (Anhang 8), amtliche geologische Karten, Profil der Moränenwälle (Anhang 10) und „Straßenkarte zur Exkursionsroute“ (Anhang 6) entscheiden mussten, brachte je nach Gruppe ein unterschiedliches Ergebnis (Abb. 7-9).

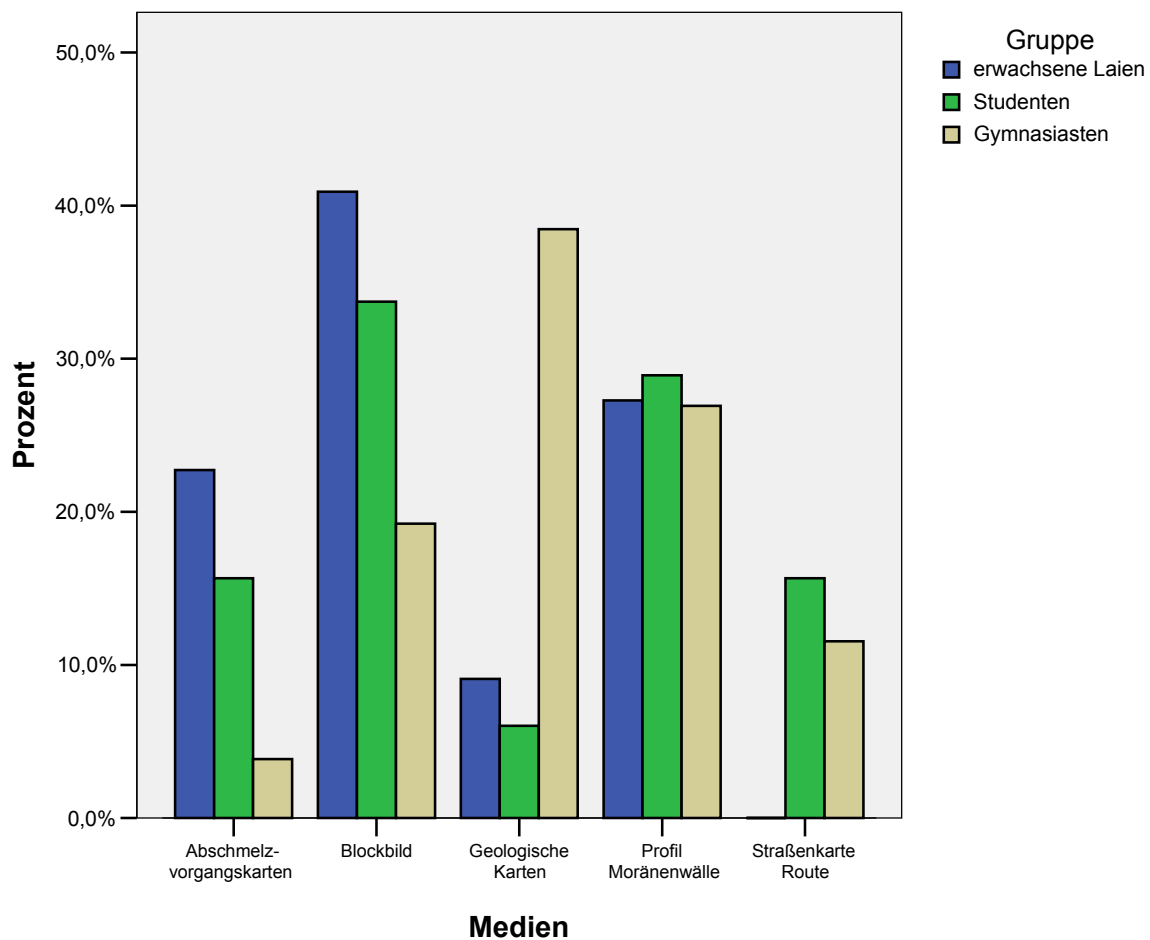


Abb. 7-9: Relative Medienpräferenzen der einzelnen Gruppen bezüglich der zur Auswahl stehenden Medien (Statistik zur Mehrfachauswahlfrage in Item 32; N = 134).

Stellt man nun eine Rangfolge auf, beginnend mit dem Medium, das am verständnisförderndsten beurteilt wurde bis zum Medium, das am wenigsten zum Verständnis beigetragen hat, so ergeben sich je nach Gruppe unterschiedliche Rangfolgen.

Bei den *erwachsenen Laien* lässt sich die Reihenfolge „Blockbild → Profil → Abschmelzvorgangskarten → Geologische Karten → Straßenkarte“ ablesen. Diese Abfolge ist völlig identisch mit der in Kap. 4.3 konzipierten Einsatzreihenfolge der Medien im Exkursionsverlauf. Sie wurde dort mit der Abfolge von den konkreteren zu den abstrakteren Medien begründet, da erstere einfacher zu verstehen sind, während die letzteren erst mit einem gewissen Vorverständnis gewinnbringend verwendet werden können.

In der sich bei den *Studenten* ergebenden Reihenfolge „Blockbild → Profil → Abschmelzvorgangskarten → Straßenkarte → Geologische Karten“ sind im Vergleich zu den Erwachsenen lediglich die beiden letzten Medien vertauscht. Da für die meisten Studenten das Exkursionsgebiet fremd war, war anscheinend das Orientierungsbedürfnis etwas höher

als bei den meist aus der Gegend stammenden erwachsenen Laien. Insgesamt wird aber von Studenten wie von erwachsenen Laien das *Medienkonzept klar bestätigt*.

Bei den *Gymnasiasten* ergibt sich im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen die völlig abweichende Reihenfolge „Geologische Karten → Profil → Blockbild → Straßenkarte → Abschmelzvorgangskarten“. Die eindeutige Präferenz für geologische Karten bei Gymnasiasten ist besonders überraschend und nicht sicher interpretierbar. Da bei den bisherigen Beurteilungen und freien Antworten (Kap. 7.5) der Gymnasiasten unübersehbar war, dass inhaltlichen Aspekten wenig Beachtung geschenkt wurde, könnte man mutmaßen, dass auch die Entscheidung zugunsten der geologischen Karten auf einen oberflächlichen Eindruck hin gefällt wurde. So ist die Geologische Karte von den fünf zur Auswahl stehenden Darstellungen das einzige farbige Medium. Eventuell hat diese auch für den Nichtfachmann optische Attraktivität den Ausschlag gegeben.

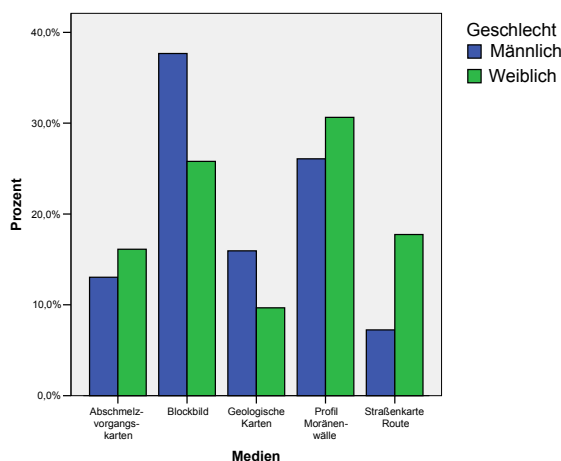


Abb. 7-10: Medienpräferenzen differenziert nach Geschlecht (Antworten zu Item 32, N = 134).

Bei einem Vergleich der geschlechtsspezifischen Medienpräferenzen ergeben sich zum Teil erstaunlich klare Differenzen (Abb. 7-10). Während das Blockbild und die geologischen Karten von Männern höher bewertet werden als von Frauen, verhält es sich bei den Karten zum Abschmelzvorgang, beim Profil und vor allem bei der Straßenkarte zur Exkursionsroute genau anders herum. Dies hat auch eine unterschiedliche Rangfolge der Medien bei weiblichen und männlichen Teilnehmern zur Folge.

Es bleibt noch die Auswertung der zweiten *Mehrfachwahlfrage* „Angenommen, Sie wollen zu einem ähnlichen Thema noch einmal ins Gelände. Welche der folgenden Möglichkeiten würden Sie vorziehen (eine Nennung)?“ (Item 33, Anhang 5). Dabei hatten die Probanden die Auswahl zwischen „mit Hilfe von Broschüren oder Führern in Buchform“, „mit Exkursionsleiter“ oder „anhand von Informationsschildern an bestimmten Standpunkten (Lehrpfad)“.

Eine deutliche Mehrheit von 75,4% will auch bei künftigen geowissenschaftlichen Geländeerkundungen am liebsten auf einen Exkursionsleiter vertrauen, gefolgt in einigem Abstand von Probanden, die einen Lehrpfad vorziehen würden (13,9%), während sich die wenigsten mit Broschüren und Buchführern auf den Weg machen wollen (10,8%).

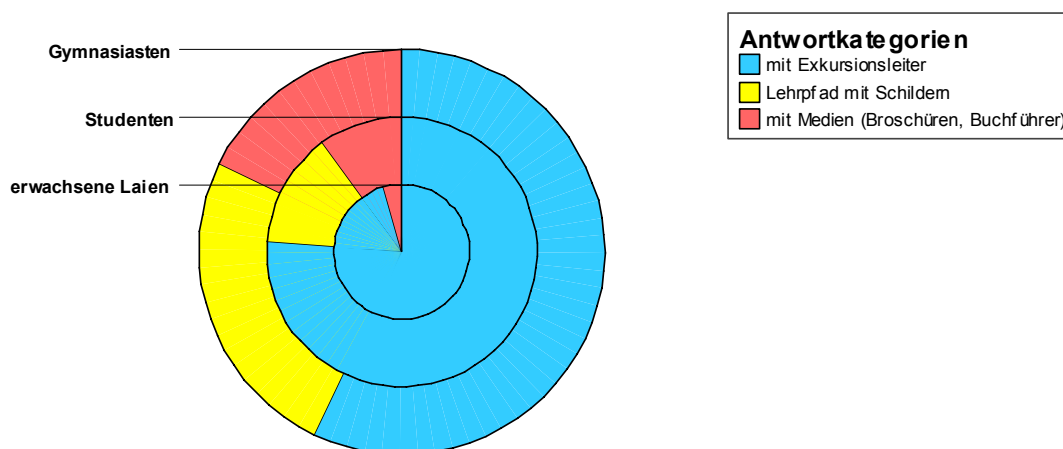


Abb. 7-11: Differenziert nach den drei befragten Gruppen gestapeltes Kreisdiagramm zu den prozentualen Anteilen der Antworten auf die Mehrfachwahlfrage „Angenommen, Sie wollen zu einem ähnlichen Thema noch einmal ins Gelände. Welche der folgenden Möglichkeiten würden Sie vorziehen (eine Nennung)?“ (Item 33, Anhang 5).

Die Übereinstimmung im Antwortverhalten zwischen Frauen und Männern ist bei dieser Frage sehr hoch. Auch bei einer getrennten Betrachtung der Ergebnisse nach Gruppen wollen jeweils die meisten künftig an einer geführten Exkursion teilnehmen, wobei allerdings die Beliebtheit der „Exkursionsleitervariante“ von 57,1% (Gymnasiasten) über 76,3% (Studenten) bis 95,5% (erwachsene Laien) reicht. Einen Lehrpfad wünscht sich keiner der Erwachsenen, dafür aber 13,8% der Studenten und 25% der Gymnasiasten (Abb.7-11). Die Eignung des Exkursionsgebietes für einen Lehrpfad wird dadurch wieder relativiert.

Mit diesen Zahlen werden die Ergebnisse von LEHNES/ GLAWION (2000, S. 319ff) nicht bestätigt, bei denen sich in einer Touristenbefragung im Schwarzwald eine deutliche Präferenz für Lehrpfade als beliebteste Vermittlungsform naturbezogener Themen ergab (vgl. Kap. 1.5.2).

Eine nicht unwesentliche Rolle dürfte hierbei die „Sozialisation“ durch das erfahrene Treatment spielen. Diejenigen Probanden, die mit Exkursionsleiter unterwegs waren, entschieden sich mit deutlicherer Mehrheit für diese Variante als Probanden, die das Gelände ohne Exkursionsleiter erkundet haben. So würden sich von der Selbsterkundungsgruppe (Kontrollgruppe K₄) nur 41,2 % bei einer künftigen geowissenschaftlichen Geländeerkundung für eine geführte Exkursion entscheiden.

Fazit:

Die Betrachtung von einzelnen Items zum didaktisch-methodischen Konzept bestätigt noch einmal etwas differenzierter die unterschiedliche Resonanz durch Gymnasiasten, Studenten und erwachsene Laien.

Bei den Medien werden *konkretere Darstellungen wie Blockbild und Profil präferiert*, wobei sich teilweise sehr ausgeprägte gruppen- und geschlechtsspezifische Unterschiede ergaben.

Bei einer eventuellen künftigen geowissenschaftlichen Geländeerkundung würde sich die *überwältigende Mehrheit wieder für die Exkursionsleitervariante* entscheiden, vor allem diejenigen, die bereits mit Exkursionsleiter unterwegs waren.

7.5 Auswertung der freien Antworten

Um den Probanden Gelegenheit zu geben, eventuelle Mankos oder Vorzüge, die durch die gebundenen Fragen nicht erfasst wurden, zur Sprache zu bringen, wurde die Evaluation durch zwei offene Fragen ergänzt. Gleichzeitig kann bei der freien Aufgabenbeantwortung auch Spontaneität und Kreativität der Exkursionsteilnehmer genutzt werden.

Die Antworten wurden weitgehend in der Formulierung der Probanden belassen, wobei fast gleichlautende Auskünfte zusammengefasst wurden. Die Antworten wurden innerhalb der Tabelle auf fünf Bereichen verteilt:

- Didaktisch-methodische Aspekte (D),
- Material/ Medien (M),
- Geopunkte (GP),
- Allgemeine Wertung (AW) und
- Organisatorisches/ äußere, exkursionsunabhängige Aspekte (O).

Falls zu einem Bereich keine Antworten vorlagen, entfällt die entsprechende Zeile in der Tabelle.

Als erstes werden die *Antworten zur Frage „Was hat Ihnen an der heutigen Exkursion besonders gefallen?“* getrennt nach Probandengruppen aufgelistet (Tab. 7-20-G: Gymnasiasten, Tab. 7-20-S: Studenten, Tab. 7-20-E: erwachsene Laien)

D	<ul style="list-style-type: none"> • Kein durchgehender Vortrag, sondern nur abschnittsweise • Frei gehalten, man konnte Fragen stellen, man hört Dinge über die eigene Heimat • Viele wichtige Aspekte wurden betrachtet und mit anderen interessanten Themen wie Verkehrswegen verbunden • ausführliche Erläuterungen • Ich fand z.B. die Gesteinsanalyse mit Salzsäure im Steinbruch ganz gut! • Das Bestimmen der Gesteinsarten • Dass man Wissen direkt am Ort des Geschehens erzählt bekam
M	<ul style="list-style-type: none"> • Es war interessant, den Rückzug der Gletscher anhand von Schaubildern nachzuvollziehen
GP	<ul style="list-style-type: none"> • Kirchsee bzw. Kirchseemoor (9x) • Die Kiesgruben und zu erkennen, dass unsere Umwelt und Natur extrem schätzenswert ist. • Der Teufelsgraben und seine Geschichte gefiel mir
AW	<ul style="list-style-type: none"> • Mühe, die man sich für uns gemacht hat (Karten/ Folien) • Erleben der Natur
O	<ul style="list-style-type: none"> • Pausen (4x), • Die Radltour • Der kühle Wald • Halt in Kloster Reutberg (6x) • Kleine Gruppe • Landschaft (7x), • Wetter (4x)

Tab. 7-20-G: Freie Antworten der Gymnasiasten auf die Frage „Was hat Ihnen an der heutigen Exkursion besonders gefallen?“ (G1: Exkursion am 3.6.05, 20 Teilnehmer; G2: Exkursion am 7.7.05, 8 Teilnehmer).

Die *freien Antworten der Gymnasiasten auf die erste offene Frage* betrafen hauptsächlich organisatorische (13-mal) und äußerliche Aspekte (schöne Landschaft und Wetter insgesamt 11-mal). Die Gesteinsbestimmungen in den Kiesgruben, das Kirchseemoor und der Teufelsgraben haben von den Geopunkten den größten Eindruck gemacht. Dies deckt sich mit dem Gesamtergebnis. Didaktisch-Methodische Aspekte wurden nur 7-mal angesprochen (Tab. 7-20-G).

Die *Studenten* haben bei den *freien Antworten zur ersten offenen Frage* sehr intensiv und differenziert das didaktisch-methodische Konzept kommentiert. Hervorgehoben wurde häufig die verständliche, nachvollziehbare Darstellung, die Abwechslung und der inhaltliche Aufbau und Ablauf. Bei den Medien hat die Verwendung der Fotos von „Fernobjekten“ zur Realisierung des aktualistischen Prinzips die meisten positiven Reaktionen angeregt (Tab. 7-20-S).

Bei den Geopunkten haben Teufelsgraben, Kirchseebecken, Kiesgruben und die Standorte bei den Endmoränen den nachhaltigsten Eindruck hinterlassen. Mehrmals genannt wurde die erzählte Legende über die Entstehung des Teufelsgrabens. Dies zeigt, wie fantasieanregende Erzählungen sich positiv auf das Behalten auswirken.

Neben der als angenehm empfundenen Atmosphäre wurde vor allen die Fortbewegungsart mit dem Fahrrad als besonders geeignet beurteilt, da „man mehr sieht als aus einem Bus und viel mehr schafft als zu Fuß“ (Originalantwort einer Probandin).

Didaktisch-methodische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> • Gute, verständliche und nachvollziehbare Darstellung (11x) • Sehr vielseitig und abwechslungsreich, mit hohem Informationsgehalt, ohne unnötig mit Fachbegriffen zu verkomplizieren (8x) • Guter inhaltlicher Aufbau/ ausgezeichnet strukturiert (3x) • Abschnitte schön unterteilt/ Die Aufteilung: Hinweg Rückzugsstadien erklärt; am Rückweg die Schmelzwässer (2x) • Gesamthematik ist verständlich geworden (2x) • Der „rote Faden“ bzw. das Konzept setzt sich erst Standort für Standort zusammen • Die Studenten wurden richtig gut mit einbezogen (2x) • Anschauliche Präsentation, kurz und prägnant mit der Möglichkeit der Interaktion • Anleitung zum selbstständigen Verstehen • Beispiele für jeden „theoretischen“ Sachverhalt vor Ort/ Verknüpfung von Theorie + Anwendung/ Besseres Verständnis der theoretischen Inhalte durch Anschauung (3x) • Der regionale Bezug zur eigenen Heimat/ Verknüpfung mit Ortsnamen hintergrund (2x) • Einblick in die verschiedenen Stadien • Die Möglichkeit eine komplette glaziale Serie in der Natur zu betrachten und viele glaziale Erscheinungen vor Ort zu betrachten/ Überblick über den gesamten Lobus (2x) • Neue Erkenntnisse • Relativ unauffällige Phänomene so anschaulich und interessant dargestellt • Mehr Zeit zum Aufpassen, da kein Protokoll
Material/ Medien	<ul style="list-style-type: none"> • Die Verwendung von Fotos war super/ die guten Bilder haben alles sehr deutlich veranschaulicht (10x) • Durch die Fotos konnte man sich gut die Landschaft vorstellen und das Bild mit dem wissenschaftlichen Hintergrund gut in Verbindung bringen • Anhand der guten Karten war es sehr deutlich nachvollziehbar (3x) • Steine als Anschauungsmaterial (3x) • Karte der Route
Geopunkte	<ul style="list-style-type: none"> • Gute gewählte Standpunkte und Geländebeispiele (2x) • Überraschende Attraktivität und Vielfalt der Standorte • Dass die verschiedenen Standpunkte nicht zu lange gedauert haben, es aber dafür viele verschiedene gab • Geopunkte 1-5 inhaltlich gut nachvollziehbar • Die Geschichte über den Teufelsgraben/ Der Teufelsgraben war am eindruckvollsten (5x) • Kirchseemoor und Kirchsee waren ganz schön (5x) • Steine aus Kiesgrube selber zuordnen/ Proben in der Kiesgrube (3x) • Überblick von der Endmoräne/ Die Endmoränen ließen sich gut erkennen (3x) • Landschaftsformen
Allgem. Wertung	<ul style="list-style-type: none"> • Schöne Exkursion/ Ich fand es super/ Eigentlich alles (4x) • War eine ausgezeichnete Exkursion, vielen Dank! • Sehr netter Exkursionsleiter/ Betreuung durch Exkursionsleiter (u.a. Warten auf langsamere Teilnehmer) (2x) • Lockere, angenehme Atmosphäre (4x) • Sie war keinesfalls ermüdend bzw. langweilig/ Interessanter Inhalt (2x) • Die ausführliche Beschäftigung mit der Landschaft unmittelbar vor der eigenen Haustür • Landschaft sehen und erkennen, wie sie entstanden ist • Wacheres Auge für die vermeintlich alltäglichen Landschaftsstrukturen. • Das Erfolgserlebnis, die Glaziale Serien mit allem drum und dran verstanden zu haben
Org./ äußere Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> • Radtour statt Wanderung (8x) • Die Art des Fortbewegungsmittels (Fahrrad), da man mehr sieht, als aus einem Kfz und viel mehr schafft als zu Fuß (4x) • Die Erkundung eines solchen Geländes ist sehr gut für eine „Radl-Tour“ geeignet! • Ansprechende körperlich Betätigung (3x) • Gesamtumfang/ Sehr gutes Tempo (2x) • Schöne Route (5x) • Schöne Landschaft/ viel Waldgebiet (20x) • Wetter (7x)

Tab. 7-20-S: Freie Antworten der Studenten auf die Frage „Was hat Ihnen an der heutigen Exkursion besonders gefallen?“ (S1: Exkursion am 17.5.05, 16 Teilnehmer; S2: Exkursion am 19.5.05, 9 Teilnehmer; S3: Exkursion am 20.5.05, 17 Teilnehmer; S5: Exkursion am 17.6.05, 13 Teilnehmer).

Die *freien Antworten der erwachsenen Laien zur ersten Frage* konzentrierten sich auf den Bereich „inhaltliche Erklärung/ Aufbau/ Didaktik“. Das überproportionale Feedback auf diesen Bereich deutet nicht nur auf eine besondere Sensibilität für didaktisch-methodische Aspekte hin, sondern impliziert auch, dass diesem Bereich von erwachsenen Laien herausgehobene Bedeutung zugemessen wird. Am häufigsten werden dabei die verständliche nachvollziehbare Darstellung (9-mal) und der didaktische Aufbau (6-mal) genannt. Des Weiteren wurden die speziell aufbereiteten Medien, die Organisation und die Atmosphäre geschätzt (Tab. 7-20-E).

D	<ul style="list-style-type: none"> • Gute verständliche Darstellung ohne überflüssige Fachbegriffe an Ort und Stelle (6x) • Umfassende Erklärung mit Details, trotzdem allgemein verständlich, sehr anschaulich und nachvollziehbar aufgebaut • Der kompetente Leiter - fachlich und rhetorisch spitzenmäßig vorbereitet. • Didaktik des Exkursionsleiters (2x) • Systematischer und didaktischer Aufbau/ Konzept/ Vorgehensweise (4x) • Dialog/ Auch die Beteiligung der anderen Teilnehmer und die Integration der noch kompetenten Mit-Radler ist Ihnen gut gelungen (was nicht ganz leicht ist) (2x) • Kombination von Bewegung und Lernen (2x) • Die vielen neuen geologischen Erkenntnisse in der so bekannten Gegend in unserer nächsten Nähe • Es war super • Zusammenhänge „bildhaft“ dargestellt.
M	<ul style="list-style-type: none"> • spezielle Karten an verschiedenen Punkten (2x) • gut vorbereitet, das mit den Unterlagen und den noch verteilten Bildern war prima. • Gut, deutlich und anschaulich mit Karten, Photos und Skizzen ergänzt
GP	<ul style="list-style-type: none"> • Sorgfältige Auswahl der Exkursionspunkte und –route (2x) • Schindelberg • Das Kirchseemoor • Besuch der Kiesgruben „Sufferloh“ und „Zeller Wald“
AW	<ul style="list-style-type: none"> • Vielen Dank, die Exkursion war eine Bereicherung (2x) • Alles war sehr gut organisiert und hat Spaß gemacht. • nette Atmosphäre/ freundliche Exkursionsleitung/ auch menschlich ein sehr angenehmer Tag (3x) • Schwer zu überbieten! • Ich bin begeistert und beglückt - und so werde ich auch in den nächsten Tagen davon erzählen. Ein veränderter Blick in die vertraute Landschaft - ein „Augenöffnen“ und ein „in Kontakt kommen“ mit der Landschaft.
O	<ul style="list-style-type: none"> • Fortbewegungsmittel Fahrrad/ Die Landschaft mit dem Fahrrad zu entdecken (2x) • Kleine Gruppe, kein Zeitstress

Tab. 7-20-E: Freie Antworten der erwachsenen Laien auf die Frage „Was hat Ihnen an der heutigen Exkursion besonders gefallen?“ (E1: Exkursion am 5.6.05, 13 Teilnehmer; E2: Exkursion am 16.7.05, 8 Teilnehmer).

Als nächstes werden die *Antworten zur Frage „Was sollte besser gemacht werden?“* wiederum geteilt nach Probandengruppen aufgelistet (Tab. 7-21-G: Gymnasiasten, Tab. 7-21-S: Studenten, Tab. 7-21-E: erwachsene Laien).

D	<ul style="list-style-type: none"> • Verständlicher/ Weniger Fachbegriffe (2x) • Interessantere Gestaltung • Mehr Einbeziehung der Schüler (2x) • Wenn Schüler nicht antworten wollen, nicht ewig bohren
AW	<ul style="list-style-type: none"> • Hat eigentlich alles gepasst
O	<ul style="list-style-type: none"> • geringerer Anstrengungsgrad/ der Anstrengungsgrad war deutlich zu hoch (5x) • Am Anfang den Ablauf der gesamten Exkursion besser darstellen • Nicht so viel Radfahren müssen • Tour nicht sooo lang/ kürzer (3x) • mehr Pausen, um sich zu erholen (3x) • Bessere Standpunkte (Schatten)/ Mehr Gebiete im Wald (5x)

Tab. 7-21-G: Freie Antworten der Gymnasiasten auf die Frage „Was sollte besser gemacht werden?“ (G1: Exkursion am 3.6.05, 20 Teilnehmer; G2: Exkursion am 7.7.05, 8 Teilnehmer).

Von insgesamt 25 Antworten der Gymnasiasten auf die zweite offene Frage beziehen sich 18 ausschließlich auf organisatorische Fragen. Vielen Gymnasiasten war die Strecke zu lang, die Anstrengung zu hoch, die Pausen und Schattenstandorte zu wenig.

Zu den eingesetzten Medien und zu den Exkursionsstandorten erfolgten keinerlei Äußerungen.

Die wenigen Verbesserungsvorschläge zum didaktisch-methodischen Konzept sind recht vage (verständlicher, interessanter). Enthalten sind auch zwei unvereinbare Forderungen. Während eine Probandin „mehr Einbeziehung der Schüler“ fordert, bemerkte ein anderer Proband derselben Gruppe, dass man „nicht ewig bohren“ sollte, „wenn Schüler nicht antworten wollen“ (Tab. 7-21-G).

Bei den freien Antworten der Studenten zur zweiten offenen Frage wurden für den didaktisch-methodischen Bereich mehr Details und ausführlichere Inhalte gefordert (4-mal). Ausführungen zu erdgeschichtlichen Ereignissen wurden explizit für den Anfang der Exkursion verlangt, da diese das Verständnis erleichtern würden (Tab. 7-21-S).

Bei den Geopunkten wurde von zwei Studenten das Kirschseemoor als verzichtbar eingestuft, da es primär botanische Bedürfnisse befriedigt. Bei einigen Studenten besteht offenbar eine starke Fixierung auf rein geomorphologische Inhalte.

In der Hauptsache wurden allerdings organisatorische Belange bemängelt. So war einigen die Vorinformation zur Exkursion nicht ausführlich genug (12x). Oft wurde die Strecke als zu lang und anstrengend empfunden (11x). Einigen ging es zu schnell (4x) und einem sogar zu langsam. Eine Probandin hatte ein besonderes Anliegen, das nicht die vorliegende Exkursion betraf. Der Exkursionsleiter sollte doch „anderen Exkursionsleitern auch diese Exkursionsart vermitteln (gemeint ist die Fortbewegungsart mit dem Fahrrad, der Verf.)“. Vergleicht man zu diesem Bereich die Studentenantworten sowohl auf die erste als auch auf die zweite offene Frage, so wird deutlich, dass eine Exkursion mit dem Fahrrad bei Studenten auf sehr widersprüchliches Echo stößt.

D	<ul style="list-style-type: none"> • Manche Punkte genauer besprechen/ Noch mehr ins Detail gehen (2x) • Fachlich mehr Inhalt/ Vielleicht etwas ausführlicher! Aber sonst gut (2x). • Erdgeschichtliche Ereignisse am Anfang der Exkursion erleichtern das Verständnis • Kompletterknüpfung des Gesehenen am Ende mit Landschaftsgeschichte/ -genese • Evtl. Studenten direkt ansprechen und auffordern, sich zu beteiligen
M	<ul style="list-style-type: none"> • Vielleicht mehr Infos zum Nachlesen am Handout • Eventuell umfangreicheres Skript mit Bildern/ Fotos
GP	<ul style="list-style-type: none"> • letzte Station unverständlich • Das Kirchseemoor könnte man (trotz seiner Schönheit) auslassen, da es eher botanische als geomorphologische Interessen befriedigt/ Station „Kirchseemoor“ nicht unbedingt nötig (2x) • Eventuell weniger Stationen • Aufstieg zum Schindelberg
O	<ul style="list-style-type: none"> • Vorinformation: Rad-Art, Verpflegung, Schwierigkeitsgrad, Dauer (12x) • Etwas zu langer Weg/ zu anstrengend/ zuviel Straße (11x) • Nicht so hohes Tempo/ langsamer fahren (3x) • War perfekt! Außer für die Damen eventuell langsamer fahren! • Zügigeres Tempo! • Eventuell die Exkursion auf 2 Tage verteilen ⇒ besseres, ruhigeres Eingehen auf Inhalte • Etwas längere Rast, evt. mit kurzer Möglichkeit zu baden • Anderen Exkursionsleitern auch diese Exkursionsart vermitteln

Tab. 7-21-S: Freie Antworten der Studenten auf die Frage „Was sollte besser gemacht werden?“ (S1: Exkursion am 17.5.05, 16 Teilnehmer; S2: Exkursion am 19.5.05, 9 Teilnehmer; S3: Exkursion am 20.5.05, 17 Teilnehmer; S5: Exkursion am 17.6.05, 13 Teilnehmer).

Die *erwachsenen Laien* konzentrierten sich bei den *freien Antworten zur zweiten offenen Frage* ebenfalls auf den organisatorischen Bereich. Es wurden meist mehr Pausen angeregt. Einmal wurde eine langsamere Fahrtgeschwindigkeit gewünscht oder eine Aufteilung der Tour in zwei Einheiten.

Ansonsten wurde sogar diese Frage dazu benutzt, um der allgemeinen Zufriedenheit Ausdruck zu verleihen (siehe AW = Allgemeine Wertung in Tab. 7-21-E).

D	<ul style="list-style-type: none"> • Noch mehr Basiswissen könnte vermittelt werden • Mehr Frage-Antwort-Spiel • vielleicht noch etwas weniger wissenschaftlich
AW	<ul style="list-style-type: none"> • Ich wüsste nicht was Sie besser machen könnten (2x). • Hat alles gepasst (2x)
O	<ul style="list-style-type: none"> • früher Mittagspause/ evtl. noch Kaffeepause (3x) • Zeitstruktur, z.B. bzgl. Essen/ Gesamtzeit (2x) • Es gibt eigentlich nichts zu verbessern, evt. etwas kürzer, aber dann würde Wesentliches abgehen! • Tour auf 2 Einheiten aufteilen. Es bleibt mehr Zeit, selber was auszukundschaften. • Fragebogen ein bisschen zu ausführlich, zu detailliert (v.a. Nr. 15). • Info im Vorfeld über körperliche Anforderungen, Streckenlänge und -charakter • Eventuell nicht ganz so schnell radeln

Tab. 7-21-E: Freie Antworten der erwachsenen Laien auf die Frage „Was sollte besser gemacht werden?“ (E1: Exkursion am 5.6.05, 13 Teilnehmer; E2: Exkursion am 16.7.05, 8 Teilnehmer).

Fazit zu den freien Antworten:

Bei den freien Antworten wurde vor allem von Studenten und erwachsenen Laien die Gelegenheit genutzt, zum methodisch-didaktischen Konzept der Exkursion Stellung zu nehmen. Diese beiden Probandengruppen haben der Exkursionsdidaktik vor allem bei der ersten offenen Frage „Was hat Ihnen an der heutigen Exkursion besonders gefallen?“ ihr Hauptaugenmerk geschenkt. Bei den Gymnasiasten äußerten sich nur einige wenige und dabei sehr oberflächlich zu diesem Bereich.

Als Exkursionsstandorte haben offenbar der Teufelsgraben, die Kiesgruben und das Kirchseemoor den nachhaltigsten Eindruck hinterlassen. Dies stimmt mit den Ergebnissen der Evaluation der Geopunkte überein.

Gymnasiasten äußerten sich bei beiden Fragen vorzugsweise zu organisatorischen Belangen wie Streckenführung, Streckenlänge oder Anstrengungsgrad. Von Studenten und erwachsenen Laien wurde dieser Bereich hauptsächlich in Beantwortung der zweiten offenen Frage „Was sollte besser gemacht werden?“ aufgegriffen. Während die Erwachsenen vereinzelt mehr Pausen wünschten, war für einige Studenten die Strecke zu lang und zu anstrengend. Demgegenüber hoben andere Studenten bei ihren Antworten auf die erste offene Frage mehrmalig die Vorzüge einer Exkursion mit dem Fahrrad heraus.

8. Zusammenfassung und Folgerungen

Aus den Ergebnissen der explanativen und explorativen Untersuchungen können einige *Empfehlungen für die Gestaltung geodidaktischer Exkursionen* hergeleitet werden. Damit werden auch diverse Annahmen der normativen Exkursionsdidaktik auf ein intersubjektiv überprüfbares Fundament gestellt.

Ein überlegtes *didaktisch-methodisches Konzept* beginnt mit einer *didaktisch sinnvollen Auswahl des Inhalts*. Das hier gewählte Thema, die Genese der glazial geprägten Landschaft im Bereich ehemaliger Vorlandvergletscherung, wurde von allen Probandengruppen eindeutig als lernens- und wissenswert eingestuft. Dies zeigt, dass grundlegende geowissenschaftliche Themen aus dem unmittelbaren Nahraum eine geeignete Inhaltsauswahl darstellen.

Bei der direkten Bewertung *didaktisch-methodischer Verfahren* wurde von den Probanden die *induktive, erkundende Vorgehensweise im freien Gelände* auf höchst signifikantem Niveau einem deduktiven, darbietenden Vorgehen in „geschlossenen Räumen“ vorgezogen.

Das *induktive Vorgehen* wurde auch von den Erwachsenen als *einsichtiger und wünschenswerter* beurteilt. Allerdings hat sich gezeigt, dass dies in uneingeschränkter Weise nur für das Vorgehen in der „Mikroebene“ gilt, also während kurzer Teilabschnitte einer Exkursion wie etwa an einem Geopunkt (Exkursionsstandort). Für die „Makroebene“, d.h. für den gesamthaltlichen Aufbau der Exkursion wird ein deduktives Vorgehen, z.B. in Form von vorangestellten Einordnungshilfen ebenso gewünscht.

Der Vergleich von Experimental- und Kontrollgruppen auf der Basis von drei Treatmentvarianten (didaktische Induktion oder Deduktion, erkundendes oder darbietendes Verfahren, direkte oder virtuelle Geländebegegnung) evozierte *keine signifikanten Beurteilungsunterschiede im Erlebnis- oder Anregungswert der Exkursion aufgrund unterschiedlicher „Behandlung“*. Unterschiedliches methodisches Treatment führt demnach nicht zu signifikanten Bewertungsunterschieden bezüglich des Exkursionserlebnisses, so dass auf dieser Grundlage keine klare Methodenempfehlung ausgesprochen werden kann.

In höchstsignifikanter Weise wurde bestätigt, dass auch bei Exkursionen im offenen Gelände weder auf *Medien* noch auf die Berücksichtigung *lernpsychologischer Aspekte* verzichtet werden kann. Bei den meisten Probanden haben die konkreteren Medien wie *Blockbild und Profil* am stärksten zum Verständnis beigetragen. Als eine Bereicherung wurden in den freien Antworten die *Fotos von „Fernobjekten“* wie etwa von rezenten Gletschern zur Anwendung des „Aktualistischen Prinzips“ hervorgehoben.

Bei der *Bewertung der Geopunkte* hat sich gezeigt, dass je nach Standort wechselnde Gütekriterien im Vordergrund stehen.

So wird etwa der Geopunkt „Kiesgrube“, dem jeglicher ästhetische Reiz abgesprochen wird, im Gesamturteil als der geeignetste Standpunkt bewertet. Unter Einbezug der Mittelwerte aller vier vorgegebenen Bewertungskategorien (ästhetischer Reiz, Prägnanz, Interessantheit, Gesamteignung) belegen der „Teufelsgraben“ und das „Kirchseemoor“ die ersten beiden Plätze. Das „Kirchseemoor“ profitiert vor allem von seinem ästhetischen Reiz“, aber auch von seiner „Interessantheit“. Den „Teufelsgraben“ zeichnen seine „Prägnanz“ und seine „Interessantheit“ aus.

Die von diesen drei Standorten exemplarisch verkörperten Eigenschaften tragen generell zu einer überdurchschnittlichen Bewertung bei. Hoch bewertet werden also

- Standorte, von denen ein prägnanter Teilausschnitt der Landschaft überschaubar ist,
- Standorte, die Eigenaktivitäten der Probanden ermöglichen,
- Standorte, die einen auffallenden ästhetischen Reiz bieten.

Es ist in der Regel *ausreichend, wenn eine oder höchstens zwei dieser Eigenschaften für einen Geopunkt zutreffen*. Standorte, die einen Überblick in wenig akzentuiertem Gelände bieten, werden meist unterdurchschnittlich bewertet.

Die Grid-Technik brachte zusätzlich interessante Beurteilungsdimensionen hervor, wie etwa die „Alltagsorientierung“ und den „Seltenheitswert“ eines Geopunktes. Dabei wurde auch evident, dass die verschiedenen Gütekriterien individuell mit unterschiedlicher Intensität und ungleicher Bewertung wahrgenommen werden.

Es hat sich insgesamt herausgestellt, dass es nicht sinnvoll ist, Kataloge von Gütekriterien für Geopunkte aufzustellen, die von jedem einzelnen Exkursionsstandort in allen Punkten erfüllt werden könnten. Es wird vielmehr nahegelegt, dass man sich bei der Auswahl von Exkursionsstandorten zumindest an einem der drei oben genannten Kriterien orientiert und ansonsten auf Vielfalt bei den Qualitäten der Geopunkte achtet. Gleichzeitig muss gewährleistet sein, dass ein vollständiges Ensemble von Geopunkten zur Erfassung des Gesamtzusammenhangs mit einbezogen wird.

Signifikante und höchst *signifikante Bewertungsunterschiede* sowohl zum didaktisch-methodischen Konzept als auch zu den Geopunkten ergaben sich durch die *Gruppenzuge-*

hörigkeit. Bei gleichem Treatment und identischen Geopunkten waren die Bewertungen durch die erwachsenen Laien am höchsten, durch die Gymnasiasten am niedrigsten. Es wirkt sich also die Gruppenzugehörigkeit und damit die *Interessendisposition* der Probanden sehr viel stärker auf dessen Beurteilung des Exkursionserlebnisses aus, als die erfahrene methodische Behandlung.

Für die *geodidaktische Öffentlichkeitsarbeit* erscheint es deshalb am sinnvollsten, geodidaktische *Exkursionen für interessierte Laien* anzubieten, in der Hoffnung, dass diese als Multiplikatoren wirken. So haben etwa Teilnehmer der ersten Erwachsenenexkursion am 5. Juni 2005 (E1), aufgrund der zusätzlich geweckten Begeisterung, Freunde und Bekannte dazu animiert, an der zweiten Erwachsenenexkursion am 16. Juli 2005 (E2) teilzunehmen. Dies sind zwar kleine Schritte in die gewünschte Richtung, dafür aber nachhaltige.

Aufgrund unterschiedlicher Wahrnehmung von didaktisch-methodischen Bemühungen und Exkursionsstandorten durch die Teilnehmer wird es *die* optimale Exkursion für jeden einzelnen Teilnehmer nicht geben. Die Ergebnisse der Untersuchungen erlauben jedoch Hinweise darauf, wie eine geodidaktische Exkursion für einen Großteil der Teilnehmer optimiert werden kann.

Für einige Teilnehmer wurden die erwünschten Ziele bereits bei dieser geodidaktischen Exkursion in idealer Weise erreicht, was gerade in den *freien Antworten* zum Ausdruck kommt, weswegen das letzte Wort den Probanden überlassen wird. Eine Probandin aus der Studentengruppe S3 schreibt in Beantwortung der Frage „Was hat Ihnen an der heutigen Exkursion besonders gefallen?“, „Das Erfolgserlebnis, die Glaziale Serie mit allem drum und dran verstanden zu haben“. Dieselbe Frage beantwortet ein Proband aus der Erwachsenenengruppe E1 wie folgt: „Es war super! Ich bin begeistert und beglückt - und so werde ich auch in den nächsten Tagen davon erzählen. Ein veränderter Blick in die vertraute Landschaft - ein „Augenöffnen“ und ein „in Kontakt kommen“ mit Landschaft.“

Literaturverzeichnis

- AD-HOC ARBEITSGRUPPE GEOTOP-SCHUTZ (1996): Arbeitsanleitung Geotopschutz in Deutschland. Leitfaden der Geologischen Dienste der Länder der Bundesrepublik Deutschland (= Angewandte Landschaftsökologie, Heft 9). Bonn - Bad Godesberg.
- AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Auflage. Hannover.
- AHNERT, F. (1996): Einführung in die Geomorphologie. Stuttgart.
- AIGNER, P. D. (1910): Das Tölzer Diluvium. Geographisch-geologische Untersuchungen auf dem Gebiete der oberbayerischen Glazialablagerungen zwischen Loisach und Schlierach. In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, Band 5, S. 1-159, 1 geologische Karte 1:100000. München.
- AIGNER, P.D. (1913): „Das Tölzer Diluvium“ und „Die Glazialbildungen zwischen Tölz und Holzkirchen“, In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, Band 8, S. 491-511. München.
- ALFRED-WEGENER-STIFTUNG (Hrsg.) (1996): Geowissenschaften in Lehrerbildung und Schule (= Terra Nostra 96/ 10). Köln.
- AMMON, L.v. (1894): Die Gegend von München, geologisch geschildert. 1 geologische Karte 1:250000. München.
- BADDELEY, A.D. (1990): Human Memory. Theory and practice. Boston, USA.
- BADER, K. (1982): Die Verbauung von Ur-Isartälern durch die Vorlandvergletscherungen als Teilursache der anomalen Schichtung des Quartärs in der Münchener Ebene. In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, Band 67, S. 5-20. München.
- BAUER, L. (1976): Einführung in die Didaktik der Geographie. Darmstadt.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.) (1966): Geologische Karte Bayern 1:25 000, Blatt Nr. L 8236 Tegernsee. München.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.) (1981): Geologische Karte Bayern 1:500 000. München.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.) (1985a): Geologische Karte Bayern 1:25 000, Blatt Nr. L 8036 Otterfing. München.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.) (1985b): Geologische Karte Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 8136 Holzkirchen. München.

- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.) (1986a): Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:50 000, Blatt Nr. L 8134 Wolfratshausen. München.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.) (1986b): Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:50 000, Blatt Nr. L 8136 Holzkirchen. München.
- BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT (Hrsg.) (1973): Topographische Karte 1:50 000, Blatt L8134 Wolfratshausen und Blatt L8136 Holzkirchen. München.
- BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT (Hrsg.) (1990a): Topographische Karte 1:25 000, Blatt 8135 Sachsenkam. München.
- BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT (Hrsg.) (1990b): Topographische Karte 1:25 000, Blatt 8235 Bad Tölz. München.
- BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT (Hrsg.) (2000): Bad Tölz, Lenggries und Umgebung 1:50 000. München.
- BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT (Hrsg.) (2002): Topographische Karte 1:25 000, Blatt 8136 Holzkirchen. München.
- BAYRHUBER, H./ HÄUSSLER, P./ HEMMER, I./ HEMMER, M./ HLAWATSCH, S./ HOFFMANN, L./ RAFFELSIEFER, M. (2002): Interesse an geowissenschaftlichen Themen. In: *geographie heute*, 23. Jg., Heft 202, S. 22-23.
- BEHRMANN, W. (1944): Geographische Exkursionen. In: *Geographische Zeitschrift*, 50. Jg., Heft 1/ 2, S. 1-10.
- BERGER, D. (1993): Geographische Namen in Deutschland. Herkunft und Bedeutung von Ländern, Städten, Bergen und Gewässern (= Duden, Band 25). Mannheim.
- BERTIN, J. (1982): Graphische Darstellungen. Berlin.
- BEYER, L. (1989): Erdkundeunterricht im Gelände. In: *Arbeitskreis Südtiroler Mittelschullehrer* (Hrsg.): *Erdkundeunterricht im Gelände*. Bozen. S. 147-150.
- BIRKENHAUER, J. (1980): „Stellung der Fachdidaktik zwischen Erziehungswissenschaft und Fachwissenschaft“ und „Psychologische Grundlagen des Geographieunterrichts“. In: *Kreuzer, G.* (Hrsg.), S. 13–22 und 104-135.
- BIRKENHAUER, J. (1986): „Erziehungswissenschaftlicher Rahmen“ und „Planung und Kontrolle des Geographieunterrichts“ In: *Köck, H.* (Hrsg.), S. 59-128 und 288-305.
- BIRKENHAUER, J. (Hrsg.) (1995): *Außerschulische Lernorte* (= *Geographiedidaktische Forschungen*, Bd. 26). Nürnberg.
- BIRKENHAUER, J. (1995): „Außerschulische Lernorte“ und „Lehrpfade“. In: *Birkenhauer, J.* (Hrsg.), S. 9-15 und 75-79.
- BIRKENHAUER, J. (1996): *Lehrpfade* (= *Münchner Studien zur Didaktik der Geographie*, Bd. 7). München.
- BIRKENHAUER, J. (1996): Zur Entwicklung der frühmittelalterlichen Kulturlandschaft im späteren Huosigau. In: *Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München*, Band 81, S. 113-133.

- BIRKENHAUER, J. (Hrsg.) (1997): Didaktik der Geographie – Medien. Systematik und Praxis. München.
- BIRKENHAUER, J. (2003): Geodidaktik – Einige Überlegungen und Grundsätze. In: Kruhl et al. (Hrsg), S. 95-101.
- BIRKENHAUER, J./ KRUHL, J./ LAGALLY, U. (2004): Geoparks – und kein Ende? Anforderungen und Vernetzungen. In: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), S. 10-11.
- BIRKENHAUER, J./ KESTLER, F. (2005): Notwendige Vorweg-Überlegungen zur Planung und Evaluation geodidaktischer Exkursionen und Geo-Projekte. In: Hennings, W./ Kanwischer, D./ Rhode-Jüchtern, T. (Hrsg) (in Druck).
- BÖHN, D. (Hrsg.) (1999): Didaktik der Geographie - Begriffe. München.
- BÖHN, D. (1999): „Geographiedidaktik“ et al. In: Böhn, D. (Hrsg.), S. 50-52 et al.
- BORTZ, J. (1993): Statistik. Für Sozialwissenschaftler. 4. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York et al.
- BORTZ, J./ DÖRING, N. (2003): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York.
- BRANDT, S./ EICHHORN, R./ GLASER, S./ LAGALLY, U. (2003): „Bayerns 100 schönste Geotope“ – ein Beitrag Bayerns zum sanften Geo-Tourismus. In: Kruhl et al. (Hrsg), S. 66-70.
- BRANDT, S./ LAGALLY, U. (2003): Bayerns schönste Geotope – weiche Standortfaktoren für einen nachhaltigen Geo-Tourismus. In: Jordan, P. et al. (Hrsg.), S. 60-66.
- BRANDT, S./ LAGALLY, U. (2004). „Bayerns schönste Geotope“ – Symbiose von Ökonomie und Ökologie. In: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), S. 14-15.
- BREITBACH, T. (1996): Das Eiszeit-Puzzle. Der Vergleich von Eiszeit Spuren in Norddeutschland, den Mittelgebirgen und dem Alpenvorland. In: geographie heute, 17. Jg., Heft 144, S. 40-45.
- BROGIATO, H.P. (Hrsg.)(1999): Geographische Namen in ihrer Bedeutung für die landeskundliche Forschung und Darstellung. (DL - Berichte und Dokumentationen, Heft 2). Trier.
- BRUNNACKER, K. (1957): Die Geschichte der Böden im jüngeren Pleistozän in Bayern. In: Geologica Bavarica, Band 34, S. 1-95. München.
- BUECHLER, E./ GROTTENTHALER, W./ SPERBER, F. (1986): Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:50000, Blatt Nr. L 8136 Holzkirchen. München.
- BUECHLER, E./ JERZ, H./ SPERBER, F. (1986): Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:50000, Blatt Nr. L 8134 Wofratshausen. München.
- BÜHL, A./ ZÖFEL, P. (2005): SPSS 12. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. 9. Aufl. München.

- BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (Hrsg.) (1980): Geologische Übersichtskarte 1:200000, Blatt CC 8734 Rosenheim. Hannover.
- BUNGARD, W. (1979): Methodische Probleme bei der Befragung älterer Menschen. In: Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie, Jg. 26, S. 211-237.
- BUSE, L. (1980): Kritik am Moderatoransatz in der Akquieszenz-Forschung. In: Psychologische Beiträge, 22, S. 119-127.
- CATINA, A./ SCHMITT, G.M. (1993): Die Theorie der Persönlichen Konstrukte. In: Scheer, J.W./ Catina, A. (Hrsg.), S. 11-23.
- CONVEY, A./ NOLZEN, H. (Hrsg.) (1997): Geographie und Erziehung. (= Münchner Studien zur Didaktik der Geographie, Bd. 10). München.
- COOK, T.D./ CAMPBELL, D.T. (1979): Quasi-Experimentation: Design and Analysis Issues for Field Settings. Chicago, USA.
- CRONBACH, L.J. (1951): Coefficient alpha and the internal structure of tests. In: Psychometrika, 16, S.297-334.
- DALE, E. (1946): Audio-visual methods in teaching. New York.
- DAUM, E. (1982): Exkursionen. In: Jander, L., Schramke, W. und Wenzel, H.-J. (Hrsg.), S. 71-75.
- DIEPOLDER, A. (1969): Die mittelalterliche Besiedlung des Raumes um München. In: Spindler, M. (Hrsg.): Bayerischer Geschichtsatlas, S. 60-61. München.
- DREESBACH, R. (1985): Sedimentpetrographische Untersuchungen zur Stratigraphie des Würmglazials im Bereich des Isar-Loisachgletschers. Dissertation Universität München. München.
- EBERL, B. (1930): Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande (Iller-Lech-Gletscher). Augsburg.
- EBERS, S. (1998): „Geschichte der Naturlehrpfade“ und „Der Naturerlebnispfad Gut Ophoven als Modell für einen modernen Lehrpfad“ In: Ebers, S. et al., S. 11-29 und S. 49-109.
- EBERS, S./ LAUX, L./ KOCHANER, H.-M. (1998): Vom Lehrpfad zum Erlebnispfad. Handbuch für Naturerlebnispfade. Wetzlar.
- EBINGER, H. (1971): Einführung in die Didaktik der Geographie. Freiburg.
- EDELMANN, W. (1996): Lernpsychologie. 5. Aufl. Weinheim.
- EDWARDS, A.L. (1957): Techniques of attitude scale construction. New York.
- EICHHORN, R./ GLASER, S./ LAGALLY, U./ ROHRMÜLLER, H. (1999): Geotope in Oberfranken. (= Erdwissenschaftliche Beiträge zum Naturschutz, Bd. 2). München.
- ELLENBERG, H. (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 2. Aufl. Stuttgart.
- ENGELHARD, K. (1997): „Unterrichtsplanung und -analyse“. In: Haubrich, H. et al., S. 367ff.

- ERB, L. (1931): Erläuterungen zu Blatt Hilzingen (Nr. 146). - Geologische Spezialkarte von Baden. Freiburg i. Br.
- ERNST, E. (1971): Die Lehrwanderung als Schülerexkursion. In: Der Erdkundeunterricht, Heft 13, S. 3-34.
- EROL, O. (1968): Geomorphologische Untersuchungen über das Zungengebiet des würmzeitlichen Leitzachgletschers und die Terrassen des oberen Leitzachtales. (= Münchener Geographische Hefte, Heft 33). München.
- FELDMANN, L. (1990): Jungquartäre Gletscher- und Flußgeschichte im Bereich der Münchener Schotterebene. Dissertation Universität Düsseldorf. Düsseldorf.
- FELDMANN, L. (1991): Die Entwicklung der Münchener Schotterebene seit der Rißeiszeit. In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in München, Band 76, S. 23-38.
- FELDMANN, L. (1992): Ehemalige Ammerseestände im Hoch- und Spätglazial des Würm. In: Eiszeitalter und Gegenwart, Band 42, S. 52-61.
- FETZER, K.D. (1986): Braunerde aus Lößlehm des südlichen Löß-Faziesbereichs. In: Fetzer, K.D. et al, S. 129-131.
- FETZER, K.D./ GROTTENTHALER, W./ HOFMANN, B./ JERZ, H./ RÜCKERT, G./ SCHMIDT, F./ WITTMANN, O. (1986): Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:50000. München – Augsburg und Umgebung. Erläuterungen zu den Kartenblättern L 7530 Wertingen, L 7532 Schrobenhausen, L 7730 Augsburg, L 7732 Altomünster, L 7734 Dachau, L 7736 Erding, L 7930 Landberg a. Lech, L 7932 Fürstenfeldbruck, L 7934 München, L 7936 Grafing b. München, L 8130 Schongau, L 8132 Weilheim i. OB, L 8134 Wolfratshausen und L 8136 Holzkirchen. München.
- FICK, K. E. (1980): „Lernziele mit Informationen versehen – Grundbegriffskatalog“ und „Die Funktion der Medien im lernzielbestimmten Geographieunterricht“ In: Kreuzer, G. (Hrsg.), S. 175-206.
- FLIRI, F. et al. (1970): Der Bänderton von Baumkirchen (Inntal, Tirol). Eine neue Schlüsselstelle zur Kenntnis der Würm-Vereisung der Alpen. In: Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Band VI, S. 5-35. Innsbruck.
- FÖRSTER, U. (1999): Landschaftsnamen in Deutschland. Ein Spiegel von Natur- und Menschengeschichte. In: Brogiato, H.P. (Hrsg.), S. 155-168.
- FRAEDRICH, W. (1989a): Kaltzeiten, markante Abschnitte der Erdgeschichte. In: geographie heute, 10. Jg., Heft 71, S. 4-9.
- FRAEDRICH, W. (1989b): Geländearbeit - ein wichtiges methodisches Verfahren im Geographieunterricht: In: geographie heute, 10. Jg., Heft 76, S. 2-4.
- FRAEDRICH, W. (2003): Wasser und Eis formen Täler. In: geographie heute, 24. Jg., Heft 209, S. 20-23.
- FRANK, F. (1995): (Geowissenschaftliches) Museum und Erdkundeunterricht. In: Birkenhauer, J. (Hrsg.), S. 65-74.

- FRANK, F. (1999): „Heimat“, „Heimatkundliches Prinzip“, „Nahraum“ In: Böhn, D. (Hrsg.), S. 67f, 70f, 110.
- FRANK, F. (2001): Das Geowissenschaftliche Museum als außerschulischer Lernort. (= Münchner Studien zur Didaktik der Geographie, Bd. 11). München.
- FRANK, F./ KAMINSKE, V./ OBERMAIER, G. (Hrsg.) (1997): Die Geographiedidaktik ist tot, es lebe die Geographiedidaktik (= Münchner Studien zur Didaktik der Geographie, Band 8). München.
- FRANK, H. (1985): Hydrologische Verhältnisse. In: Grottenthaler, W., S. 129-147.
- FREIS, B./ JOPP, M. (2002): Der Methodenstreit über quantitative und qualitative Verfahren in der Sozial- und Regionalforschung. Ein szenischer Dialog. In: Kranwischer, D./ Rhode-Jüchtern, T. (Hrsg.), S. 10-29.
- FUHR, R. (1974): Gletscher formen die Landschaft. Lehrerbegleitheft. Stuttgart.
- FUHR, R./ KRAMER, M. (1974): Gletscher formen die Landschaft. Die Entstehung eiszeitlicher Landschaften und ihre wirtschaftliche Bedeutung. Stuttgart.
- FÜLDNER, E. (1971): Zur Erfolgskontrolle von Lehrwanderungen. In: Der Erdkundeunterricht, Heft 13, S. 70-90.
- FÜLDNER, E. / GEIPEL, R. (1969): Methodische Überlegungen zur Kontrolle von Erlebnisabläufen bei geographischen Exkursionen. In: Geographische Rundschau, S. 95-99.
- GAFFGA, P./ SPERLING, W. (1981): Geographie und Museum – Betrachtungen zu einer geographischen Museumsdidaktik. In: Geographie und Schule, 3. Jg., H. 10, S. 1-7.
- GAREIS, J. (1978): Die Toteisfluren des Bayerischen Alpenvorlandes als Zeugnis für die Art des spätwürmzeitlichen Eisschwundes. In: Würzburger Geographische Arbeiten, Band 46, Würzburg.
- GEIGER, M. (1984): Anschauung und Arbeit vor Ort. In: Praxis Geographie, 14. Jg., Heft 8, S. 4-5.
- GEIPEL, R. (1971): Wege zu veränderten Bildungszielen im Schulfach Erdkunde (= Der Erdkundeunterricht, Sonderheft 1). Stuttgart.
- GLASER, S./ LAGALLY, U. (2003): Geotope – Schutzobjekte und Touristenmagnete. In: Jordan, P. et al. (Hrsg.), S. 19-24.
- GLASER, S./ LAGALLY, U./ SCHENK, P./ EICHHORN, R/ BRAND, S. (2001): Geotope in Mittelfranken. (= Erdwissenschaftliche Beiträge zum Naturschutz, Bd. 3). München.
- GLÖCKEL, H. (1996): Vom Unterricht. 3. Aufl. Bad Heilbrunn.
- GROTTENTHALER, W. (1983): Lithofazielle Untersuchungen würmeiszeitlicher Moränen im voralpinen Vereisungsgebiet des Isar-Loisachgletschers und des Inngletschers. In: INQUA-Subkommission für Europäische Quartärstratigraphie (Hrsg.): Führer zu den Exkursionen vom 13.-20. September 1983 im Nördlichen Alpenvorland und im Nordalpengebiet, S. 17-22. München.

- GROTTENTHALER, W. (1985): Geologische Karte von Bayern 1:250000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 8036 Otterfing und zum Blatt Nr. 8136 Holzkirchen. München.
- GROTTENTHALER, W. (1986): „Böden aus jüngeren (holozänen und jungpleistozänen) Schottern“ und „Böden aus Jungmoränen“. In: Fetzer, K.D. et al, S. 162-187 und 194-225
- GROTTENTHALER, W. (1989): Lithofazielle Untersuchungen von Moränen und Schottern in der Typusregion des Würm. – In: ROSE, J./ SCHLÜCHTER, C. (Hrsg.): Quaternary Type Sections: Imagination or Reality?, S. 101-112. Rotterdam.
- GROTTENTHALER, W. (1997): Zur würmzeitlichen Deglaziationsgeschichte im Mangfallgebiet. In: Geologica Bavarica, Band 102, S. 393-407. München.
- GRUNDMANN, G./ SCHOLZ, H. (2005): Kieselsteine im Alpenvorland. Suchen und selbst bestimmen: „Rolling Stones“ aus dem Einzugsbereich Iller, Lech, Isar, Inn. München.
- GRUPP-ROBL, S. (1992): Exkursionen – ja, bitte! Bedeutung von Exkursionen für den Unterricht und Möglichkeiten ihrer Gestaltung. In: Zeitschrift für den Erdkundeunterricht, 44. Jg., Heft 11, S. 395-397.
- GULLIKSEN, H. (1950): Theory of mental tests. New York.
- HABBE, K.A. (1985): Erläuterungen zur Geomorphologischen Karte 1:25000 der Bundesrepublik Deutschland. GMK 25 Blatt 18, 8127 Grönenbach. Berlin.
- HABBE, K.A. (1989): Die pleistozäne Vergletscherungen des süddeutschen Alpenvorlandes. Ein Resümee. In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, Jg. 74, S. 27-51.
- HABBE, K.A. (1995): Das deutsche Alpenvorland. In: Liedtke, H./ Marcinek, J. (Hrsg.), S. 439-475.
- HARTUNG, J. (1995): Statistik. Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. München, Wien.
- HAUBRICH, H. (1998): Die Leipziger Erklärung zur Bedeutung der Geowissenschaften in Lehrerbildung und Schule – ein Kommentar. In: Die Erde, 129. Jg., H. 1, S. 5-19.
- HAUBRICH, H. (Hrsg.)(1977): Quantitative Didaktik der Geographie. (= Geographiedidaktische Forschungen, Band 1). Braunschweig.
- HAUBRICH, H. et al. (1997): Didaktik der Geographie – Konkret. München.
- HECKHAUSEN, H. (1989): Motivation und Handeln. Berlin, Heidelberg, New York.
- HEIMANN, P. (1962): Didaktik als Theorie und Lehre. In: Die Deutsche Schule, S. 407-427.
- HEINRICH, H. (1991): Die geographische Exkursion. In: Pädagogische Welt, 45. Jg., Heft 10, S. 451-456.
- HEINTZE, U. (1989): Die Eiszeit und ihre Spuren in der Landschaft. In: geographie heute, 10. Jg., Heft 71, S. 21-22.

- HEMMER, I. (1992): Untersuchungen zum wissenschaftspropädeutischen Arbeiten im Geographieunterricht der Oberstufe (= Geographiedidaktische Forschungen, Band 21). Nürnberg.
- HEMMER, I./ HEMMER, M. (1996): Welche Themen interessieren Jungen und Mädchen im Geographieunterricht? In: Praxis Geographie, 26. Jg., Heft 12, S. 41-43.
- HEMMER, I./ HEMMER, M. (1997): Lehrerinteresse und Schülerinteresse an Inhalten und Regionen des Geographieunterrichts – ein Vergleich auf der Grundlage empirischer Untersuchungen. In: Convey, A./ Nolzen, H. (Hrsg), S. 119-128.
- HEMMER, M. (1996): Grundzüge der Exkursionsdidaktik und –methodik. In: Bauch, J., Hemmer, I. et al.: Exkursionen im Naturpark Altmühltal, S. 9-16.
- HEMMER, M. (1996): Reiseerziehung im Geographieunterricht. Konzept und empirische Untersuchungen zur Vermittlung eines umwelt- und sozialverträglichen Reisetils (= Geographiedidaktische Forschungen, Band 28). Nürnberg.
- HEMMER, M. (1999): Problemorientierter/ -lösender Unterricht. In: Böhn, D. (Hrsg.), S. 121-122.
- HENDL, M./ LIEDTKE, H. (Hrsg.) (1997): Lehrbuch der Allgemeinen Physischen Geographie. 3. Aufl. Gotha.
- HENKEL, K. (1981): Möglichkeiten der Analyse von Exkursionsabläufen und Exkursionserfolg. In: Geographie im Unterricht, 6. Jg., Heft 4, S. 162-163.
- HENNINGS, W./ KANWISCHER, D./ RHODE-JÜCHTERN, T. (Hrsg): Exkursionsdidaktik. Erweiterte Dokumentation des HGD-Symposiums 2005 in Bielefeld (=Geographiedidaktische Forschungen, Band 40).
- HOFMANN, T. (2004): Geotope: Vermittlung und Didaktik, aber Wie? In: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), S. 33-34.
- INSTITUT FÜR LÄNDERKUNDE (Hrsg.) (2003): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. Band 2: Relief, Boden, Wasser. Heidelberg, Berlin.
- JANDER, L./ SCHRAMKE, W. /WENZEL, H.-J. (Hrsg.) (1982): Metzler Handbuch für den Geographieunterricht. Stuttgart.
- JANSSEN, J.P. (1979): Studenten: die typischen Versuchspersonen psychologischer Experimente – Gedanken zur Forschungspraxis. In: Psychologische Rundschau, Jg. 30, S. 99-109.
- JERZ, H. (1993): Das Eiszeitalter in Bayern (= Geologie von Bayern. Band II). Stuttgart.
- JORDAN, P. (2004): Durchblicke in die Urzeit – Erdgeschichte für jedermann. In: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), S. 35.
- JORDAN, P./ HEINZ, R./ HEITZMANN, P./ HIPPEL, R./ IMPER, D. (Hrsg.) (2003): Geotope – wie schützen/ Geotope – wie nutzen. 7. Internationale Jahrestagung der Fachsektion Geotop der Deutschen Geologischen Gesellschaft gemeinsam mit der Arbeitsgruppe

- Geotope des Geoforums der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften. Bad Ragaz 19.-24. Mai 2003. (= Schriftenreihe der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Heft 31). Hannover.
- KÄHLER, W.-M. (2004): Statistische Datenanalyse. Verfahren verstehen und mit SPSS gekonnt einsetzen. 3. Aufl. Wiesbaden.
- KALLENBACH, HEINRICH (1965): Mineralbestand und Genese südbayerischer Löss. In: Geologische Rundschau, Band 55, S. 582-607.
- KALLENBACH, HELGA (1964): Zur Quartärgeologie und Hydrologie im würmeiszeitlichen Isargletscher-Bereich nördlich von Bad Tölz. Dissertation TH München. 1 geologische Karte 1:50000. München.
- KAMINSKE, V. (1997): Wahrnehmungsgeographie als Kognitionswissenschaft. In: Frank, F./ Kaminske, V./ Obermaier, G. (Hrsg.), S. 41-65.
- KAMINSKE, V. (2000): Zur Komplexität geographischer Unterrichtsthemen. Gotha.
- KANWISCHER, D./ RHODE-JÜCHTERN, T. (Hrsg.) (2002). Qualitative Forschungsmethoden in der Geographiedidaktik. Bericht über einen HGD-Workshop in Jena, 21.-23. Juni 2001 (= Geographiedidaktische Forschungen, Band 35).
- KELLY, G.A. (1955): The Psychology of Personal Constructs. New York.
- KERN, M. (1988): Geologie im Gelände. Stuttgart.
- KERSTING, R. (Hrsg.) (2000): Museen (= geographie heute, 21. Jg., H. 182).
- KESTLER, F. (2001): Mathematik. Abi-Countdown Wahrscheinlichkeitsrechnung Leistungskurs. 3. Aufl. Stuttgart.
- KESTLER, F. (2002): Einführung in die Didaktik des Geographieunterrichts. Bad Heilbrunn.
- KESTLER, F/ BIRKENHAUER, J. (2005): Notwendige Vorweg-Überlegungen zur Planung und Evaluation geodidaktischer Exkursionen und Geo-Projekte. In: Hennings, W./ Kanwischer, D./ Rhode-Jüchtern, T. (Hrsg.) (in Druck).
- KIRCH, P. (1999): Vom Kopf auf die Füße. In: Praxis Geographie, 29. Jg., Heft 1, S. 4-6.
- KLAFKI, W. (1963): Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim.
- KLAFKI, W. (1964): Das pädagogische Problem des Elementaren und die Theorie der kategorischen Bildung. Weinheim.
- KLAFKI, W. (1993): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik. 3. Aufl. Weinheim und Basel. (1. Aufl. 1985).
- KNIRSCH, R. R. (1979): Die Erkundungswanderung. Theorie einer aktivierenden Lernform für Unterricht und Freizeit. Paderborn.
- KNIRSCH, R. R. (1984): Die Erkundungswanderung. In: Praxis Geographie, 14. Jg., Heft 8, S. 7-9.
- KÖCK, H. (1980): Theorie des zielgerichteten Unterrichts. Köln.

- KÖCK, H. (1986): „Allgemeine Merkmale geographischer Ziel-Inhalt-Systeme“ und „Alternative Systematik der Medien“ In: Köck, H. (Hrsg.), S. 137-183 und 249.
- KÖCK, H. (1992): Der Geographieunterricht – ein Schlüsselfach. In: Geographische Rundschau 44, Heft 3, S. 183-185.
- KÖCK, H. (Hrsg.) (1986): Grundlagen des Geographieunterrichts (= Handbuch des Geographieunterrichts, Bd. 1). Köln.
- KÖCK, P. (1994): Gedächtnishemmung. In: Köck, P./ Ott, H., S. 248f.
- KÖCK, P./ OTT, H. (1994): Wörterbuch für Erziehung und Unterricht. Donauwörth.
- KOHL, M./ SCHULZE, W. (1971): Zur Analyse von Exkursionsabläufen. In: Geographische Rundschau, 23. Jg., S. 134-141.
- KOPPISCH, D. (2001): Torfbildung. In: Succow, M./ Joosten, H. (Hrsg.), S. 8-17.
- KORMAN, A.K. (1971): Industrial and Organizational Psychologie. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- KREEB, K.H. (1979): Ökologie und menschliche Umwelt: Geschichte, Bedeutung, Zukunftsperspektive. Stuttgart, New York.
- KREMB, K. (2003a): Lehrpfade – geographisches Medium im Wartestand. In: Praxis Geographie, 33. Jg., Heft 1, S. 4-7.
- KREMB, K. (2003b): Lehrpfade – Lernen in der Natur. In: Leibniz-Institut für Länderkunde (Hrsg.), S. 148-149.
- KREUZER, G. (Hrsg.) (1980): Didaktik des Geographieunterrichtes. Hannover.
- KROSS, E. (1993): Wieviel Nähe, wieviel Heimat braucht der Geographieunterricht. In: geographie heute, 14. Jg., Heft 116, S. 6-7.
- KRUHL, J.H./ BIRKENHAUER, J./ LAGALLY, U./ LEHRBERGER, G. (Hrsg.) (2003): Geowissenschaften und Öffentlichkeit. 6. Internationale Tagung der Fachsektion Geotop der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 10.-13.04.2002 in Viechtach. (= Schriftenreihe der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Heft 29). Hannover.
- LAFORCE, W./ SCHUCH, M. (1985): Die Moorkommen. In: Grotenthaler, W., S. 91-117.
- LAGALLY, U. (2003): Geowissenschaften und Öffentlichkeit – Ende eines Dornröschenschlafes? In: Kruhl et al. (Hrsg), S. 7-11.
- LAGALLY, U./ GLASER, S./ EICHHORN, R. (2000): Der digitale Geotopkataster Bayern der Bayerischen Geologischen Landesamtes – fachliche Grundlage zur Erhaltung bedeutsamer Dokumente der Erdgeschichte. In: Geologica Bavarica, Bd. 105, S. 265-283. München.
- LAGALLY, U./ KUBE, W./ FRANK, H. (1993): Geowissenschaftlich schutzwürdige Objekte in Oberbayern. Ergebnisse einer Erstaufnahme. (= Erdwissenschaftliche Beiträge zum Naturschutz, Bd. 1). München.

- LANDESAMT FÜR UMWELT; NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN (Hrsg.) (2004): Geotopschutz – Chancen zur nachhaltigen Entwicklung von Regionen in Europa. 8. Internationale Tagung der Fachsektion Geotop der Deutschen Geologischen Gesellschaft. 11.-15. Mai 2004 in Strahlsund. Tagungsband und Exkursionsführer. Schwerin.
- LANG, C./ STARK, W. (2000): Schritt für Schritt NaturErleben. Ein Wegweiser zur Einrichtung moderner Lehrpfade und Erlebniswege. Wien.
- LANGE, H. (1985): Erdöl und Erdgas. In: Grotenthaler, W., S. 147-148.
- LEBLING, C. (1959): Landform, Stein und Wasser um Holzkirchen. München.
- LEHNERT, U. (1994): Datenanalysestystem SPSS für Windows. München.
- LEHNES, P./ GLAWION, R. (2000): Landschaftsinterpretation –ein Ansatz zur Aufbereitung regionalgeographischer Erkenntnisse für den Tourismus. In: Freiburger Geographische Hefte, Heft 60, S. 313-326.
- LEIBNIZ-INSTITUT FÜR LÄNDERKUNDE (Hrsg.) (2003): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. Band 3: Klima, Pflanzen- und Tierwelt. Heidelberg, Berlin.
- LESER, H. (1993): Geomorphologie. (= Das Geographische Seminar). Braunschweig.
- LESER, H. (Hrsg.) (1998): DIERCKE-Wörterbuch Allgemeine Geographie. 10. Aufl. München.
- LEVY, F.L. (1913): Das Tegernseevorland, Oberflächenformen, Aufbau und Versuch einer Entstehungsgeschichte. In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, Band 8, S. 337-380, 1 morphologisch-geologische Karte 1:50000. München.
- LEXIKON DER GEOGRAPGIE (2001/ 2002), Band 1 bis Band 4. Heidelberg, Berlin.
- LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN (2000/ 2001/ 2002), Band 1 bis Band 6. Heidelberg, Berlin.
- LIEDTKE, H./ MARCINEK, J. (Hrsg.)(1995): Physische Geographie Deutschlands. Gotha.
- LIEDTKE, H./ MÄUSBACHER, R. (2003): Grundzüge der Reliefgliederung. In: Institut für Länderkunde (Hrsg.), S. 58-59.
- LIENERT, G.A./ RAATZ, U. (1998): Testaufbau und Testanalyse. 6. Aufl. Weinheim.
- LIKERT, R. (1932): A Technique for the Measurement of Attitudes. In: Archives of psychology, Nr. 140, S. 1-55.
- LOUIS, H./FISCHER, K. (1979): Allgemeine Geomorphologie (= Lehrbuch der Allgemeinen Geographie). Berlin. New York.
- MATTIG, U. (2003): Nationale GeoParks in Deutschland – Erfahrungen bei der Einführung eines Gütesiegels. In: Jordan, P. et al. (Hrsg.), S. 30-32.
- MATTIG, U./ LOOK, E.-R./ RÖHLING, H.-G. (Hrsg.) (2003): Richtlinien Nationale GeoParks in Deutschland (= Schriftenreihe der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Heft 30). Hannover.

- MEYER, R.K.F./ SCHMIDT-KALER, H. (1997): Auf den Spuren der Eiszeit südlich von München. Östlicher Teil (= Wanderungen in die Erdgeschichte, Band 8). München.
- MEYNEN, E. (1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Bad Godesberg.
- MIETZEL, G. (1998): Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens. Göttingen.
- MILLER, G.A. (1956): The magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information. In: Psychological Review, No. 63, S. 81-97.
- MÜLLER, J. (1979): Umweltveränderungen durch den Menschen. In: Kreeb, K.H., S. 8-67.
- MUMMENDEY, H. D. (1995): Die Fragebogen-Methode. 2. Aufl. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle.
- MURAWSKI, H./ MEYER, W. (2004): Geologisches Wörterbuch. 11. Aufl. München.
- NEGENDANK, J.F. (2000): Geowissenschaften. In: Lexikon der Geowissenschaften, Bd. 2, S. 300-301.
- NIEMEIER, G. (1977): Siedlungsgeographie. Braunschweig.
- NOLL, E. (1981): Exkursionen – mehr als nur Abwechslung im Schulalltag. In: geographie heute, 1. Jg., Heft 3, S. 2-10.
- NOLZEN, H. (2002): Gletscher prägten die Alpen und ihr Vorland. Spielen mit einem klassischen Unterrichtsthema. In: geographie heute, 23. Jg., Heft 203, S. 8-11.
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Aufl. Stuttgart.
- OBERMAIER, G. (1997): Strukturen und Entwicklung des geographischen Interesses von Gymnasialschülern in der Unterstufe - eine bayernweite Untersuchung (=Münchner Studien zur Didaktik der Geographie, Band 9). München.
- OBERMAIER, G. (2003): „Vulkane sind cool!“ oder „Was an den Geowissenschaften interessiert Schüler und Schülerinnen?“ In: Kruhl et al. (Hrsg), S. 102-105.
- OERTER, R./ MONTADA, L. (Hrsg.) (1998): Entwicklungspsychologie. 4. Aufl. Weinheim.
- OESER, R. (1987): Untersuchungen zum Lernbereich „Topographie“. Ein Beitrag zur Quantitativen Methodik in der Fachdidaktik Geographie (= Geographiedidaktischen Forschungen, Band 16). Lüneburg.
- OSGOOD, C.E./ SUCI, G.J./ TANNENBAUM, D.H. (1957): The Measurement of Meaning. Urbana/ Illinois, USA.
- OSTERTAG, H.-P./ SPIERING, T. (1975): Unterrichtsmedien. Technologie und Didaktik (= Workshop Schulpädagogik, Materialien 15). 2. Aufl. Ravensburg.
- OTTO, K.-H. (2004): Protokoll der Gründungssitzung der Fachsektion „Geodidaktik der GeoUnion Alfred-Wegener-Stiftung“. In: Geographie und ihre Didaktik, Heft 4, 32. Jg., S. 213-217.
- PACKSCHIES, M. (1989): Gletscher formen die Landschaft. In: geographie heute, 10. Jg., Heft 71, S. 12-15.

- PENCK, A. (1913): Die Glazialbildungen zwischen Tölz und Holzkirchen. In: Zeitschrift für Gletscherkunde, Heft 2, Mai 1913, S. 74-118. Berlin.
- PENCK, A./ BRÜCKNER, E. (1901/ 1909): Die Alpen im Eiszeitalter. 3 Bände. Leipzig.
- PETERSEN, W. H. (2000): Handbuch Unterrichtsplanung. 9. Aufl. München.
- POLLEX, W. (1972): Ein Strukturschema für schulgeographische Inhalte. In: Geographische Rundschau, Jg. 24, Heft 12, S. 484-491.
- POPPER, K. R. (1974): Objektive Erkenntnis. Ein evolutionärer Entwurf. Hamburg.
- PREISLER, G. (1998): Der Nahraum im Erdkundeunterricht. In: Regensburger Beiträge zur Didaktik der Geographie, Band 3, S. 7-23.
- RAEITHEL, A. (1993): Auswertungsmethoden für Repertory Grids. In: Scheer, J.W./ Catina, A. (Hrsg.), S. 41-67.
- REITZENSTEIN, W.-A. Frhr. v. (1991): Lexikon bayerischer Ortsnamen. Herkunft und Bedeutung. 2. Auflage. München.
- RICHTER, D. (1993): Geographieunterricht als erdwissenschaftliches Zentrierungsfach. In: Geographie und Schule, 15. Jg., H. 84, S. 22-28.
- RINSCHÉDE, G. (1995): Schülerexkursionen in der Heimat- und Sachkunde und im Erdkundeunterricht. Methoden und Ergebnisse einer Umfrage an bayerischen Schulen. In: Birkenhauer, J. (Hrsg.), S. 93-110.
- RINSCHÉDE, G. (1997): Schülerexkursionen im Erdkundeunterricht – Ergebnisse einer empirischen Erhebung bei Lehrern und Stellung der Exkursionen in der fachdidaktischen Ausbildung. In: Regensburger Beiträge zur Didaktik der Geographie, Band 2, S. 7-80.
- RINSCHÉDE, G. (1999): „Didaktische Analyse“, „Experten im Unterricht“, „Medien“, „Methodische Analyse“, „Sachanalyse“ In: Böhn, D. (Hrsg.), S. 30-31, 41-41, 101-102, 106-107, 132-133.
- RINSCHÉDE, G. (2003): Geographiedidaktik. (= Grundriss Allgemeine Geographie). Paderborn.
- ROBINSON, S. B. (1967) Bildungsreform als Revision des Curriculum. Neuwied und Berlin.
- ROETHLISBERGER, F.J./ DICKSON, W.J. (1964): Management and the Worker. Cambridge.
- RÖGNER, K. (1980): Die pleistozänen Schotter und Moränen zwischen oberem Mindel- und Wertachtal (Bayerisch-Schwaben). In: Eiszeitalter und Gegenwart, Band 30, S. 125-144.
- RÖGNER, K. (1993): Ein fossiler Boden östlich von Mindelheim und seine stratigraphische Bedeutung. In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in München, Band 78, S. 5-18.

- RÖGNER, K. (2004): Ein Vorschlag zur Gliederung pleistozäner Ablagerungen im deutschen Alpenvorland basierend auf Ergebnissen aus der südlichen Iller-Lech-Platte. In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in München, Band 87, S. 235-273.
- ROHRMANN, B. (1978): Empirische Studien zur Entwicklung von Antwort-skalen für die sozialwissenschaftliche Forschung. In: Zeitschrift für Sozialpsychologie, Jg. 9, S. 222-245.
- ROTHPLETZ, A. (1917): Die Osterseen und der Isar-Vorlandgletscher. In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, Band 12, S. 99-314. München.
- RÜCKERT, G. (1986): Böden aus Altmoränen. In: Fetzer, K.D. et al, S. 226-233.
- SADER, M./ WEBER, H. (2000): Psychologie der Persönlichkeit. 2. Aufl. Weinheim und München.
- SCHAEFER, I. (1957): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Augsburg und Umgebung 1:50000, mit einem paläontologischen Beitrag von R. DEHM. München.
- SCHAEFER, I. (1968): Münchener Ebene und Isartal. Ein Beitrag zur Frage ihrer Entstehung. In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, Band 53, S. 175-203. München.
- SCHAEFER, I. (1975): Die Altmoränen des diluvialen Isar-Loisachgletschers und ihr Verständnis aus der Kenntnis der Paareiszeit. In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, Band 60, S. 115-153. München.
- SCHAEFER, I. (1995): Das Alpenvorland im Zenit des Eiszeitalters. Stuttgart.
- SCHALKHAUSSER, F. (1998): Geokulturpfad Bad Tölz. Tourist-Information Bad Tölz.
- SCHEER, J.W. (1993): Planung und Durchführung von Repertory Grid-Untersuchungen. In: Scheer, J.W./ Catina, A. (Hrsg.), S. 24-40.
- SCHEER, J.W./ CATINA, A. (1993): Psychologie der Persönlichen Konstrukte und Repertory Grid-Technik. In: Scheer, J.W./ Catina, A. (Hrsg.), S. 8-10.
- SCHEER, J.W./ CATINA, A. (Hrsg.) (1993): Einführung in die Repertory Grid-Technik. Band 1: Grundlagen und Methoden. Bern.
- SCHEUPLEIN, M. (2003): Geotopschutz durch Öffentlichkeitsarbeit: Gründe – Methoden – Probleme untersucht am Beispiel des Bayerischen Waldes. In: Kruhl et al. (Hrsg.), S. 38-48.
- SCHICK, M. (1970): Überlegungen zur Wirksamkeit der Veranschaulichungen bei geographischen Exkursionen. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie, S. 82-89.
- SCHINZEL-PENTH, G. (2004): Sagen und Legenden um Miesbach und Holzkirchen. 2. Auflage. Andechs-Frieding.
- SCHLEICHER, Y. (2002): Nutzen Schüler geographische Websites? Eine empirische Studie (= Geographiedidaktische Forschungen, Band 36). Nürnberg.
- SCHNEIDER, T./ SCHÖNBACH, R. (1999): Exkursionen. In: Böhn, D. (Hrsg.), S. 39-41.

- SCHNEIDER, W./ BÜTTNER, G. (1998): Entwicklung des Gedächtnisses. In: Oerter, R./ Montada, L. (Hrsg.), S. 654-704.
- SCHRAND, H. (1992): Erdkunde vor Ort als didaktisches Prinzip. In: geographie heute, 13. Jg., Heft 104, S. 2-5.
- SCHREINER, A. (1970): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung 1:50000. Stuttgart.
- SCHREINER, A./ EBEL, R. (1981): Quartärgeologische Untersuchungen in der Umgebung von Interglazialvorkommen im östlichen Rheingletschergebiet (Baden-Württemberg). (= Geologisches Jahrbuch, A 59). Hannover.
- SCHULZ, W. (1980): Die lerntheoretische Didaktik. In: Westermanns pädagogische Beiträge, 32, HEFT2, S. 80-85.
- SCHUMACHER, R. (1981): Untersuchungen zur Entwicklung des Gewässernetzes seit dem Würmmaximum im Bereich des Isar-Loischach-Vorlandgletschers. Dissertation Universität München. München.
- SCHUMANN, W. (1990): Der große Steine- und Mineralienführer. München.
- SCHWARZBACH, M. (1974): Das Klima der Vorzeit. Eine Einführung in die Paläoklimatologie. Stuttgart.
- SEITZ, H. (1993): Schaubergwerke, Höhlen und Kavernen in Bayern. Ein Ausflugsführer in die Unterwelt. Rosenheim.
- SPITZER, M. (2003): Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens. Heidelberg, Berlin.
- STEPHAN, W. (1966): Quartär. In: Stephan, W./ Hesse, R., S. 161-193.
- STEPHAN, W./ HESSE, R. (1966): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:250000 Blatt Nr. 8236 Tegernsee. München.
- STONJEK, D. (1988): Medien in der Geographie. In: Geographie und ihre Didaktik, 16. Jg., Heft 3, S. 125-135.
- STONJEK, D. (1997): „Aufgabe von Medien“, „Bilder“, „Satellitenbilder“, „Karikaturen“ und „Diagramme – Veranschaulichung statistischer Daten“ In: Birkenhauer, J. (Hrsg.), S. 9-22, 73-93, 99-103, 106-109 und 138-158.
- STRAHLER, A.H./ STRAHLER, A.N. (1999): Physische Geographie. Stuttgart.
- SUCCOW, M./ JOOSTEN, H. (2001): Hydrogenetische Moortypen. In: Succow, M./ Joosten, H. (Hrsg.), S. 234-240.
- SUCCOW, M./ JOOSTEN, H. (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Aufl. Stuttgart.
- THEISSEN, U. (1986): Organisation der Lernprozesse. In: Köck, H. (Hrsg.), S. 209-287.
- THORNDIKE, E.L. (1920): A Constant Error in Psychological Rating. In: Journal of Applied Psychology, 4, S. 25-29.
- TORGERSON, W.S. (1958): Theory and Methods of Scaling. New York.

- TROLL, K. (1924): Der diluviale Inn-Chiemsee-Gletscher. Stuttgart.
- TROLL, K. (1925): Die Rückzugsstadien der Würmeiszeit im nördlichen Vorland der Alpen. In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, Band 18, S. 281-292. München.
- TROLL, K. (1926): Die jungglazialen Schotterfluren im Umkreis der deutschen Alpen. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde, Band 24 (4), S. 158-256.
- VAN HUSEN, D. (1987): Die Ostalpen in den Eiszeiten. Wien.
- VESTER, F. (1979): Denken, Lernen, Vergessen. München.
- VEVERKA, J. (1994): Interpretive Master Planning. Tustin, California, USA.
- VOSS, W. (1997): Praktische Statistik mit SPSS. München, Wien.
- WALTER, H. (1979): Vegetation und Klimazonen. Die ökologische Gliederung der Geobiosphäre. 4. Aufl. Stuttgart.
- WATZKA, W. (1977): Einflüsse der Unterrichtsform auf Motivation und Lernerfolg. In: Haubrich, H. (Hrsg.), S. 381-403.
- WENIGER, E. (1965): Didaktik als Bildungslehre. Teil I: Theorie der Bildungsinhalte und des Lehrplans. 8. Aufl. Weinheim.
- WIECZOREK, U. (1995): Didaktische Probleme bei der Gestaltung von Schülerexkursionen. In: Birkenhauer, J. (Hrsg.), S. 111-126.
- WIECZOREK, U. (1997): Statistik in Geographie und ihrer Didaktik (= Augsburgs Beiträge zur Didaktik der Geographie, Materialien Nr. 9). Augsburg.
- WILHELM, F. (1975): Schnee- und Gletscherkunde (= Lehrbuch der Allgemeinen Geographie, Band 3 Teil 3). Berlin. New York.
- WILHELMY, H. (1992): Geomorphologie in Stichworten. III. Exogene Morphodynamik. Karstmorphologie – Glazialer Formenschatz – Küstenformen. 5. Auflage. Berlin. Stuttgart.
- WIRTH, E. (1966/ 1969): Zur Didaktik und Methodik geographischer Exkursionen. In: Geographisches Taschenbuch, S. 276-282.
- WITTENBERG, R./ CRAMER, H. (2003): Datenanalyse mit SPSS für Windows. 3. Aufl. Stuttgart.
- WOTTAWA, H./ THIERAU, H. (2003): Lehrbuch Evaluation. 3. Aufl. Bern.
- ZEPP, H. (2002): Geomorphologie (= Grundriss Allgemeine Geographie). Paderborn.

Item-Sammlung (Kap. 5.4.1.3): 125 Items.

Gegliedert nach den einzelnen Teilbereichen der Theorie.

Fachrelevanz:

- F1 Der Landschaftsaufbau im Umfeld ehemaliger Gletscher ist durch die Exkursion nachvollziehbar.
- F2 Ich kenne ähnliche Phänomene wie beim Tölzer Lobus an anderen Orten und kann sie mir jetzt erklären.
- F3 Ich kann eine Moränenablagerung von einer anderen Ablagerung unterscheiden.
- F4 Ich bin sicher, künftig ein Toteisloch selbst im Gelände identifizieren zu können.
- F5 Die Anordnung von Endmoränenwällen und Umfließungsrinnen kann ich auch andernorts interpretieren.
- F6 Vom Gletscher transportiertes Material kann durch mehrere Merkmale erkannt werden.
- F7 Der Einfluss der Eiszeitlandschaft auf die Verkehrserschließung ist gering.
- F8 Die landwirtschaftliche Nutzung der jüngeren Eiszeitlandschaft ist begünstigt.
- F9 Nach der heutigen Exkursion kann ich einige bekannte Phänomene im Alpenvorland selbst erklären.
- F10 Das Wissen über die Landschaftsgeschichte gehört zur Allgemeinbildung.
- F11 Die bei der Exkursion erfahrenen Sachverhalte sind für jedermann wissenswert.
- F12 Der Zusammenhang zwischen Verkehrserschließung und Landschaft ist nicht wissenswert.
- F13 Es ist wichtig zu wissen, wie landwirtschaftliche Nutzung und Landschaft zusammenhängen.
- F14 Ich fühle mich jetzt in der Lage, bestimmte Eiszeitphänomene (z.B. Toteislöcher, Moränenwälle und -material) auch andernorts eigenständig zu erkennen.
- F15 Die meisten bei der Exkursion erfahrenen Sachverhalte sind ausschließlich für den Tölzer Lobus gültig.
- F16 Ich fühle mich nicht in der Lage, künftig eigenständig Moränenmaterial von anderen Ablagerungen zu unterscheiden.
- F17 Mir sind einige ähnliche Phänomene aus anderen glazial geprägten Regionen durch die Exkursion verständlicher geworden.
- F18 Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen Verkehrserschließung und Oberflächenform sind überflüssig.
- F19 Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen Landwirtschaft und Landschaft sind überflüssig.
- F20 Die Geschichte unserer Landschaft ist hochinteressant.
- F21 Die Landschaftsgeschichte ist nur für Wissenschaftler interessant.

Gesellschaftsrelevanz:

- G1 Es ist wichtig für mich zu wissen, wie die Landschaft entstanden ist, in der wir leben.
- G2 Kenntnisse der Landschaftsgeschichte sind für die nachhaltige Nutzung hilfreich.
- G3 Kenntnisse der Genese der Glaziallandschaft sind bei privaten Bauvorhaben hilfreich.
- G4 Kenntnisse der Genese der Glaziallandschaft im ganzheitlichen Kontext erleichtern die Bewertung von Raumnutzung und Raumordnungsverfahren.
- G5 Für politische Raumordnungsentscheidungen sind Kenntnisse des Zusammenhangs zwischen Oberflächenform, Pflanzen, Böden und menschlicher Nutzung unverzichtbar.
- G6 Die Landschaft hat durch die wissenschaftliche Betrachtungsweise an Reiz gewonnen/ verloren.
- G7 Der Tölzer Lobus sollte als Zeugnis der erdgeschichtlichen Vergangenheit möglichst naturbelassen für die Nachwelt bewahrt werden.
- G8 Die Landschaft des Tölzer Lobus ist wegen ihrer erdgeschichtlichen Vergangenheit besonders schützenswert.
- G9 Das „Gut“ Landschaft ist grundsätzlich schützenswert.
- G10 Eine intakte, attraktive Landschaft ist das grundlegende Kapital für den Tourismus.
- G11 Das Wissen um die erdgeschichtliche Vergangenheit unserer Landschaft bewahrt sie vor massiven Eingriffen.
- G12 Erkenntnisse zur Landschaftsgeschichte werden vor allem zum Nutzen der Gesellschaft angestrebt.
- G13 Erkenntnisse zur Landschaftsgeschichte sind für die Gesellschaft überflüssig/ nutzlos.
- G14 Ergebnisse geowissenschaftlicher Forschung haben keine große Bedeutung für mein Leben.
- G15 Ergebnisse geowissenschaftlicher Forschung dienen nur dem Fachgebiet selbst.

- G16 Ergebnisse geowissenschaftlicher Forschung werden auch in meinem Interesse angestrebt.
G17 Die Schönheit der Landschaft spielt für die Lebensqualität der ansässigen Bevölkerung nur eine untergeordnete Rolle.
G18 Das heute erfahrene Wissen ist interessant genug, um es an Freunde und Bekannte weiterzugeben.

Adressatengerechte Inhaltsaufbereitung:

- A1 Der Zusammenhang der einzelnen Landschaftsphänomene ist einsichtig.
A2 Die Erläuterung der erdgeschichtlichen Zeittafel bei Exkursionsbeginn erleichtert das Verständnis.
A3 Die erdgeschichtliche Zeittafel soll am Ende der Exkursion besprochen werden.
A4 Der Informationsverlauf während der Exkursion war spannend.
A5 Der konkret sichtbare Sachverhalt im Gelände sollte als erstes geklärt werden.
A6 Zuerst sollten allgemeine Vorgänge und Zusammenhänge mit Gletschern/ Eiszeit geklärt werden.
A7 Der Einstieg über konkret überschaubare Teilausschnitte der Landschaft ist interessanter.
A8 Erst wenn ich mit der allgemeinen Eiszeitgeschichte vertraut bin, betrachte ich die Einzelphänomene in der Landschaft.
A9 Die Betrachtung der Einzelphänomene in der Landschaft regen mich an, nach den Hintergründen zu fragen..
A10 Ich wünsche bei jedem Einzelphänomen sofort eine vollständige Erklärung durch den Exkursionsleiter.
A11 Ich will bei Einzelphänomenen zunächst selbst nach Erklärungen suchen, statt nur die vorgefertigte Erklärung zu hören.
A12 Erst wenn ich eine auffallende Erscheinung im Gelände entdecke, mache ich mir Gedanken über die Hintergründe.
A13 Ich beschäftige mich systematisch mit dem Eiszeitalter, bevor ich Zeugen dafür im Gelände suche.
A14 Ein konkrete sichtbares Einzelphänomen regt mich zu einem Gespräch darüber an.
A15 Eine einleitende Darstellung des Gesamtzusammenhang liefert eine fruchtbare Gesprächsbasis.
A16 Eine Darstellung des Ablaufes der erdgeschichtlichen Ereignisse zu Beginn der Exkursion erleichtert das Verständnis.
A17 Eine Darstellung des Ablaufes der erdgeschichtlichen Ereignisse ist erst am Ende der Exkursion sinnvoll und einsichtig.
A18 Die Art und Weise wie die Inhalte auf der Exkursion dargeboten wurden, war spannend.
A19 Die Art und Weise wie die Inhalte auf der Exkursion dargeboten wurden, war motivierend.
A20 Die Art und Weise wie die Inhalte auf der Exkursion dargeboten wurden, war interessant.
A21 Die Art und Weise wie die Inhalte auf der Exkursion dargeboten wurden, war leicht nachvollziehbar.

Unterrichtsprinzip Nahraumbezug:

- N1 Die Erkundung der eigenen Umgebung (Lebensraum) ist mir ein besonderes Bedürfnis.
N2 Der direkte Kontakt mit der Wirklichkeit ist anregender/ interessanter als die Erfahrung aus zweiter Hand über Medien.
N3 Ich informiere mich bequemer und interessanter über Medien (Bücher, Filme) zum Thema.
N4 Einfache selbstständige Anwendungen geowissenschaftlicher Arbeitsmethoden erleichtern das Verständnis.
N5 Die selbsttätige Anwendung geowissenschaftlicher Arbeitstechniken führt nicht zu einem besseren Verständnis.
N6 Die vor Ort gewonnenen Erkenntnisse können als Bezug für Fernregionen verwendet werden.
N7 Die vor Ort gewonnenen Erkenntnisse sind nur auf den Tölzer Lobus anwendbar.
N8 Es gibt in meinem persönlichen Alltag Situationen, in denen die Landschaft eine Rolle spielt.
N9 Die Landschaft spielt in meinem persönlichen Alltag keine Rolle.
N10 Das Wissen um die Landschaftsgeschichte verstärkt den emotionalen Bezug zur Region.
N11 Der Erlebniswert der eigenen Umgebung wird durch das Wissen um die Landschaftsgeschichte nicht beeinflusst.
N12 Der Aufwand einer Exkursion lässt sich im Vergleich zum Nutzen nicht rechtfertigen.
N13 Der Gewinn durch eine Exkursion rechtfertigt den hohen Aufwand.

Exkursion als Großform:

- E1 Ich erwarte eine vollständige Erklärung des Exkursionsleiters, auffordernde Fragestellungen empfinde ich als Belästigung.
- E2 Ich will einige bedeutsame Sachverhalte selbst entdecken, in Kommunikation mit dem Exkursionsleiter.
- E3 Wenn ein mir unbekanntes Phänomen neu erklärt wird, betrachte ich es als Gewinn.
- E4 Wenn ein mir unbekanntes Phänomen neu erklärt wird, trägt dies zu meiner Verwirrung/ Irritation bei.
- E5 Einem nicht-teilnehmenden Bekannten könnte ich das Thema der Exkursion in zwei bis drei Sätzen erklären.
- E6 Ich fühle mich nicht in der Lage, einen nicht teilnehmenden Bekannten das zentrale Thema der Exkursion zu erklären.
- E7 Ich habe alle während der Exkursion verwendeten Fachbegriffe verstanden.
- E8 Ich habe einige während der Exkursion verwendeten Fachbegriffe nicht verstanden.
- E9 Viele der während der Exkursion verwendeten Fachbegriffe waren überflüssig.
- E10 Die während der Exkursion verwendeten Fachbegriffe waren hilfreich und notwendig.
- E11 Erst nach Hinweisen des Exkursionsleiters konnte ich bestimmte Phänomene im Gelände entdecken.
- E12 Ich hätte alle entscheidenden Phänomene im Gelände auch ohne Hilfe des Exkursionsleiters entdeckt.
- E13 Der aktive Einbezug der Teilnehmer war angemessen.
- E14 Lieber suche ich zuerst selbst nach Erklärungen, bevor sie mir vorgetragen werden.

Medien:

- M1 Die Gesamtstruktur des Abschmelzvorganges des Tölzer Gletschers habe ich erst mit Hilfe der Kartenfolge erkannt.
- M2 Die Kartenfolge zum Abschmelzvorgang des Tölzer Gletschers war zum Verständnis der Gesamtstruktur nicht notwendig.
- M3 Die bogenförmige Auffächerung der Endmoränenwälle kommt erst durch die kartographische Grundrissdarstellung deutlich zum Ausdruck.
- M4 Die bogenförmige Auffächerung der Endmoränenwälle kann auch ohne Kartendarstellung deutlich aus dem Gelände abgelesen werden.
- M5 Die staffelförmige Anordnung der Endmoränenwälle kommt erst in der kartographischen Profildarstellung deutlich zum Ausdruck.
- M6 Die staffelförmige Anordnung der Endmoränenwälle kann ohne kartographische Profildarstellung leicht im Gelände erkannt werden.
- M7 Die großräumige Gesamtstruktur habe ich erst durch das Blockbild vollständig erfasst.
- M8 Für die Erfassung der großräumigen Gesamtstruktur war das Blockbild eher überflüssig.
- M9 Die großräumige Gesamtstruktur habe ich erst durch die geologische Karte vollständig erfasst.
- M10 Für die Erfassung der großräumigen Gesamtstruktur war die geologische Karte eher überflüssig.
- M11 Die großräumigen Zusammenhänge für die Entwicklung des Talnetzes habe ich erst mit Hilfe der Kartenfolge vollständig erfasst.
- M12 Die großräumigen Zusammenhänge für die Entwicklung des Talnetzes war bereits ohne Sichtung der Kartenfolge offenbar.
- M13 Der Aussagegehalt der Kartenskizzen wurde rasch und mühelos erkannt.
- M14 Der Gehalt der Kartenskizzen konnte erst nach intensiver und langer Betrachtung erkannt werden.
- M15 Welches Medium vermittelt auf Anhieb den schnellsten Überblick: Profil, Übersichtskarten zum Abschmelzprozess, Blockbild, Foto, geologische Karte, stratigraphische Tabelle.
- M16 Auf die Kartendarstellungen kann verzichtet werden, man sieht alles im Gelände viel besser.
- M17 Die Kartendarstellungen waren überladen.

Lernpsychologische Aspekte:

- L1 Ich konnte die neuen Informationen mit schon Bekannten verbinden.
- L2 Ich habe über keinerlei Vorwissen verfügt, welches ich mit den neuen Informationen verbinden konnte.
- L3 An die kurzen selbsttätigen „Gesteinsuntersuchungen“ in den Kiesgruben kann ich mich besonders gut erinnern.
- L4 Selbsttätige „Gesteinsuntersuchungen“ in Kiesgruben sind eher störend.
- L5 Das Gelernte kann ich auch in anderen Zusammenhängen verwenden.
- L6 Das Gelernte ist in anderen Zusammenhängen nicht verwertbar.
- L7 Die Menge der neuen Informationen war in der kurzen Zeit nicht zu bewältigen.
- L8 Die Menge der neuen Informationen war gut zu bewältigen.
- L9 Interessante Neuigkeiten habe ich während der Exkursion nicht erfahren.
- L10 Ich habe während der Exkursion interessante Neuigkeiten erfahren.
- L11 Die Exkursion hat mein Interesse gesteigert.
- L12 Das Landschaftserlebnis und die Exkursionsatmosphäre hatte keinen Einfluss auf mein Interesse.
- L13 Aufgrund der Exkursion musste ich einen Teil meiner bisherigen Vorstellungen revidieren.
- L14 Auf der Exkursion wurden alle meine bisherigen Vorstellungen bestätigt.

Zusätzliche Items:

- Z1 Der Exkursionsleiter war offen für Teilnehmerfragen.
- Z2 Es war schwierig, den inhaltlichen Ausführungen des Exkursionsleiters über die ganze Zeit hinweg zu folgen.
- Z3 Meine Erwartungen an die Exkursion wurden erfüllt.
- Z4 Die Voraussetzungen der Exkursionsteilnehmer wurde ausreichend berücksichtigt.
- Z5 Die Exkursion hat mich angeregt, künftig Landschaftsphänomene eigenständig zu erklären.
- Z6 Die Informationsaufbereitung war interessant.
- Z7 Art und Aufbau der Informationsvermittlung war anregend.

Stand nach der *Item-Revision* (Kap. 5.4.1.4): 41 Items

Zuordnung der Items zu den jeweils zu überprüfenden Hypothesen
(explanative Untersuchung).

Subhypothese 1a (H1a): Der Inhalt besitzt fachliche Repräsentanzeigenschaften (Kap. 3.1.1).		
<i>Nr. im Fragebogen der Pilotstudie</i>	<i>6 Items (mit Nr. in der Item-Sammlung)</i>	<i>Polung</i>
22	F1 Der durch Gletscher gestaltete Landschaftsaufbau ist durch die Exkursion nachvollziehbar	+
3	F10 Das Wissen über die Landschaftsgeschichte gehört zur geographischen Allgemeinbildung	+
34	F15 Die meisten bei der Exkursion erfahrenen Sachverhalte sind nur für den Tölzer Lobus gültig	-
12	F16 Ich fühle mich nicht in der Lage, künftig eigenständig Moränenmaterial von anderen Ablagerungen zu unterscheiden	-
29	F21 Die Landschaftsgeschichte ist nur für Wissenschaftler interessant	-
17	N6 Die vor Ort gewonnenen Erkenntnisse sind auch auf andere glazial geprägten Regionen anwendbar	+

Subhypothese 1b (H1b): Die Gesellschaftsrelevanz des Inhalts ist gegeben (Kap. 3.1.2)		
<i>Nr.</i>	<i>6 Items</i>	<i>P.</i>
21	F18 Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen Oberflächenform und Verkehrserschließung sind überflüssig	-
40	G5 Für politische Raumordnungsentscheidungen sind Kenntnisse des Zusammenhangs zwischen Oberflächenform, Pflanzen, Böden und menschlicher Nutzung unverzichtbar	+
10	G6 Die Landschaft hat durch die wissenschaftliche Betrachtungsweise im Zuge der Exkursion an Reiz verloren	-
31	G11 Das Wissen um die erdgeschichtliche Vergangenheit unserer Landschaft bewahrt sie vor massiven menschlichen Eingriffen	+
4	G18 Das heute erfahrene Wissen ist interessant genug, um es an Freunde oder Bekannte weiterzugeben	+
35	N10 Das Wissen um die Landschaftsgeschichte verstärkt meinen emotionalen Bezug zur Landschaft	+

Hypothese 2 (H2): Eine induktive Führungslinie ist adressatengemäßer als eine deduktive Führungslinie (Kap. 3.1.3).		
Nr.	<i>4 Items zum direkten Qualitätstest (Test 1)</i>	P.
37	A2 Die Erläuterung der erdgeschichtliche Zeittafel zum Exkursionsbeginn erleichtert das Verständnis für die nachfolgenden Inhalte	-
14	A5 Der konkret sichtbare Sachverhalt im Gelände ist zu klären, bevor allgemeine Gesetzmäßigkeiten behandelt werden	+
20	A14 Ein konkrete sichtbares Landschaftselement (z.B. ein Trockental) regt zu einem Gespräch darüber an	+
43	A17 Eine Darstellung des Ablaufes der erdgeschichtlichen Ereignisse ist erst am Ende der Exkursion sinnvoll und einsichtig	+
Nr.	<i>9 Items zum Vergleich mit Kontrollgruppe K₁ (Test 2)</i>	P.
18	A4 Der Informationsverlauf während der Exkursion war spannend	+
41	A21 Der Inhaltsaufbau und die Darbeitung war leicht nachvollziehbar	+
36	E7 Ich habe alle während der Exkursion verwendeten Fachbegriffe verstanden	+
9	E9 Viele der während der Exkursion verwendeten Fachbegriffe waren überflüssig	-
33	E13 Die Einbeziehung der Teilnehmer war unzureichend	-
26	L11 Die Exkursion hat mein Interesse für geowissenschaftliche Inhalte gesteigert	+
23	Z2 Es war schwierig, den inhaltlichen Ausführungen des Exkursionsleiters über die ganze Zeit hinweg zu folgen	-
13	Z4 Der Wissensstand der Exkursionsteilnehmer wurde nicht ausreichend berücksichtigt	-
38	Z7 Die Art der Informationsvermittlung hat zum zuhören angeregt	+

Subhypothese 3a (H3a): Das erkundende Verfahren in laiengerechter Sprache ist adressatengemäßer als das darbietende Verfahren in der Fachsprache (vgl. Kap. 3.2.2).		
Nr.	<i>4 Items zum direkten Qualitätstest (Test 1)</i>	P.
16	N4 Einfache selbstständige Anwendungen geowissenschaftlicher Arbeitsmethoden erleichtern das Verständnis	+
30	E1 Auffordernde Fragen an die Teilnehmer empfinde ich als Belästigung, ich erwarte für jeden Sachverhalt sofort eine vollständige Erklärung vom Exkursionsleiters.	-
11	E2 Ich will einige bedeutsame Sachverhalte mit Unterstützung des Exkursionsleiter selbst entdecken	+
27	E14 Ich suche lieber zuerst selbst nach Erklärungen, bevor sie mir vorgetragen werden.	+
44	Z3 Meine Erwartungen an die Exkursion wurden erfüllt.	+
Nr.	<i>Items zum Vergleich mit Kontrollgruppe K (Test 2)</i>	P.
	Liste wie bei Hyp. 2/ Test 2	

Subhypothese 3b (H3b): Die unmittelbare Geländeerfahrung ist anregender als die Vermittlung in geschlossenen Räumen und bewirkt eine positivere Bewertung der Geopunkte. (vgl. Kap. 3.2.1)		
<i>Nr.</i>	<i>1 Item zum direkten Qualitätstest (Test 2)</i>	<i>P.</i>
5	N2 Der direkte Kontakt mit der tatsächlichen Geländesituation ist anregender als die Erfahrung aus zweiter Hand über Medien (z.B. Bücher)	+
<i>Nr.</i>	<i>40 Items zum Vergleich mit Kontrollgruppe K3 (Test 1)</i>	<i>P.</i>
	alle Items zur Geopunktbewertung	

Subhypothese 3c (H _{3c}): Medien und die Berücksichtigung lernpsychologischer Aspekte fördern und erleichtern das Verständnis (vgl. Kap. 3.2.3 und 3.3).		
<i>Nr.</i>	<i>9 Items zum Qualitätstest</i>	<i>P.</i>
25	M1 Die Gesamtstruktur des Abschmelzvorganges des Tölzer Gletschers habe ich erst mit Hilfe der Kartenfolge erkannt	+
32	M4 Die bogenförmige Auffächerung der Endmoränenwälle kann auch ohne Kartendarstellung deutlich aus dem Gelände abgelesen werden	-
7	M5 Die staffelförmige Anordnung der Endmoränenwälle wurde erst in der kartographischen Profildarstellung offensichtlich	+
28	M8 Für die Erfassung der großräumigen Gesamtstruktur war das Blockbild eher überflüssig	-
42	M13 Die Aussagen der Kartenskizzen wurde rasch und mühelos erkannt	+
6	L1 Ich konnte die neuen Informationen mit schon Bekanntem verbinden	+
19	L9 Neues habe ich während der Exkursion nicht erfahren	-
15	L13 Durch die Erfahrungen während der Exkursion musste ich einen Teil meiner bisherigen Vorstellungen revidieren	+
39	M16 Auf die Kartendarstellungen kann verzichtet werden, man sieht alles im Gelände viel besser	-

P		
---	--	--

FRAGEBOGEN

zur Pilotstudie

Liebe Exkursionsteilnehmer,

Sie werden gebeten, die Exkursion zu beurteilen. Die Erhebung dient allein der wissenschaftlichen Erforschung einer optimalen Exkursionsgestaltung. Bearbeiten Sie bitte alle Fragen in der vorgegebenen Reihenfolge.

Es gibt keine richtigen und falschen Antworten! Wir sind an Ihrer persönlichen Beurteilung der Exkursionsmethodik und -objekte interessiert. Antworten Sie bitte zügig und aufrichtig.

Datenschutz ist gewährleistet. Geben Sie Ihren Namen nicht an!

Angaben zu Ihrer Person:

1. Geschlecht: weiblich männlich
2. Für welches Gebiet interessieren Sie sich am meisten:
 Naturwissenschaften Technik Kultur Sonstiges

Bewertung der Exkursion:

3. Das Wissen über die Landschaftsgeschichte gehört zur geographischen Allgemeinbildung.

.....
 völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

4. Das heute erfahrene Wissen ist interessant genug, um es an Freunde oder Bekannte weiterzugeben.

.....
 völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

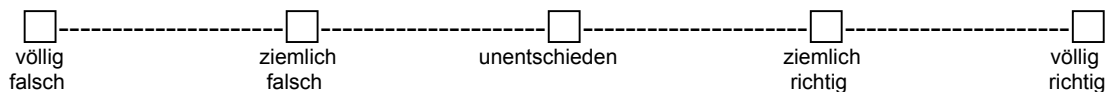
5. Der direkte Kontakt mit der tatsächlichen Geländesituation ist anregender als die Erfahrung aus zweiter Hand über Medien (z.B. Bücher).

.....
 völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

6. Ich konnte die neuen Informationen mit schon Bekanntem verbinden.

.....
 völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

7. Die staffelförmige Anordnung der Endmoränenwälle wurde erst in der kartographischen Profildarstellung offensichtlich.

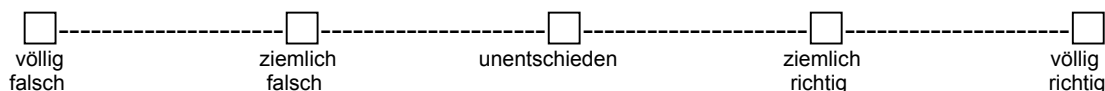


8. Bewerten Sie die genannten Exkursionsobjekte nach den angegebenen Kategorien mit einer Punktzahl von 1 (sehr schlecht) bis 5 (sehr gut). Die Punktzahl des Gesamturteils muss nicht den Durchschnitt der drei vorangegangenen Kategorien bilden.

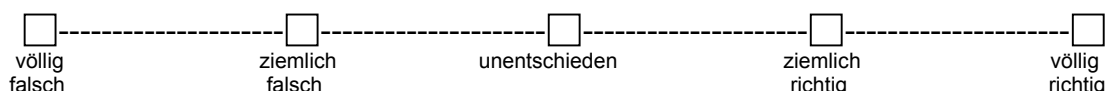
Bitte gehen Sie bei der Bewertung Spaltenweise vor!

Exkursionsobjekt (Nummern wie in der Karte zur Exkursionsroute)	Bewertungskategorien			Gesamturteil
	ästhetischer Reiz	Prägnanz	Interessantheit	
	Das Objekt war unattraktiv (1) ein ästhetischer Genuss (5)	Das Objekt hat meine Erkenntnis nicht gefördert (1) deutlich gefördert (5)	Das Objekt war langweilig (1) sehr anregend (5)	Das Objekt war insgesamt ungeeignet (1) gut geeignet (5)
G1 Blick auf Endmoräne				
G2 Kiesgrube Sufferloh				
G4 Teufelsgraben				
G5 Überblick von der Endmoräne				
G6 Schindelberg (Findlinge)				
G7 Kirchseemoor				
G8 Rückzugswall Sachsenkam				
G9 Umfließungsrinne Piesenkam				
G10 Schotterebene Warngau				
G11 Gletschertor Thann				

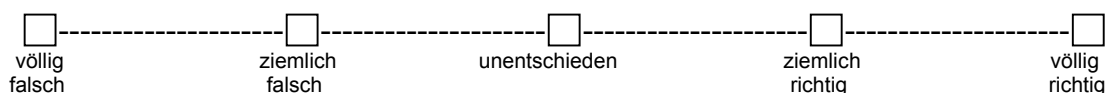
9. Viele der während der Exkursion verwendeten Fachbegriffe waren überflüssig.



10. Die Landschaft hat durch die wissenschaftliche Betrachtungsweise im Zuge der Exkursion an Reiz verloren.



11. Ich will einige bedeutsame Sachverhalte mit Unterstützung des Exkursionsleiters selbst entdecken.



12. Ich fühle mich nicht in der Lage, künftig eigenständig Moränenmaterial von anderen Ablagerungen zu unterscheiden.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

13. Der Wissensstand der Exkursionsteilnehmer wurde nicht ausreichend berücksichtigt.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

14. Der konkret sichtbare Sachverhalt im Gelände ist zu klären, bevor allgemeine Gesetzmäßigkeiten behandelt werden.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

15. Durch die Erfahrungen während der Exkursion musste ich einen Teil meiner bisherigen Vorstellungen revidieren.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

16. Einfache selbstständige Anwendungen geowissenschaftlicher Arbeitsmethoden erleichtern das Verständnis.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

17. Die vor Ort gewonnenen Erkenntnisse sind auch auf andere glazial geprägten Regionen anwendbar.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

18. Der Informationsverlauf während der Exkursion war spannend.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

19. Neues habe ich während der Exkursion nicht erfahren.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

20. Ein konkrete sichtbares Landschaftselement (z.B. ein Trockental) regt zu einem Gespräch darüber an.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

21. Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen Oberflächenform und Verkehrserschließung sind überflüssig.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

22. Der durch Gletscher gestaltete Landschaftsaufbau ist durch die Exkursion nachvollziehbar.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

23. Es war schwierig, den inhaltlichen Ausführungen des Exkursionsleiters über die ganze Zeit hinweg zu folgen.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

24. Ich informiere mich lieber über Medien (Bücher, Filme) zu geowissenschaftlichen Themen.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

25. Die Gesamtstruktur des Abschmelzvorganges des Tölzer Gletschers habe ich erst mit Hilfe der Kartenfolge erkannt.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

26. Die Exkursion hat mein Interesse für geowissenschaftliche Inhalte gesteigert.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

27. Ich suche lieber zuerst selbst nach Erklärungen, bevor sie mir vorgetragen werden.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

28. Für die Erfassung der großräumigen Gesamtstruktur war das Blockbild eher überflüssig.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

29. Die Landschaftsgeschichte ist nur für Wissenschaftler interessant.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

30. Auffordernde Fragen an die Teilnehmer empfinde ich als Belästigung, ich erwarte für jeden Sachverhalt sofort eine vollständige Erklärung vom Exkursionsleiters.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

31. Das Wissen um die erdgeschichtliche Vergangenheit unserer Landschaft bewahrt sie vor massiven menschlichen Eingriffen.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

32. Die bogenförmige Auffächerung der Endmoränenwälle kann auch ohne Kartendarstellung deutlich aus dem Gelände abgelesen werden.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

33. Die Einbeziehung der Teilnehmer war unzureichend.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

34. Die meisten bei der Exkursion erfahrenen Sachverhalte sind nur für den Tölzer Lobus gültig.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

35. Das Wissen um die Landschaftsgeschichte verstärkt meinen emotionalen Bezug zur Landschaft.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

36. Ich habe alle während der Exkursion verwendeten Fachbegriffe verstanden.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

37. Die Erläuterung der erdgeschichtliche Zeittafel zum Exkursionsbeginn erleichtert das Verständnis für die nachfolgenden Inhalte.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

38. Die Art der Informationsvermittlung hat zum Zuhören angeregt.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

39. Auf die Kartendarstellungen kann verzichtet werden, man sieht alles im Gelände viel besser.

.....
 völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

40. Für politische Raumordnungsentscheidungen sind Kenntnisse des Zusammenhangs zwischen Oberflächenform, Pflanzen, Böden und menschlicher Nutzung unverzichtbar.

.....
 völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

41. Der Inhaltsaufbau und die Darbietung waren leicht nachvollziehbar.

.....
 völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

42. Die Aussagen der Kartenskizzen wurden mühelos erkannt.

.....
 völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

43. Eine Darstellung des Ablaufes der erdgeschichtlichen Ereignisse ist erst am Ende der Exkursion sinnvoll und einsichtig.

.....
 völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

44. Meine Erwartungen an die Exkursion wurden erfüllt.

.....
 völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

45. Welches Medium hat Ihnen am besten beim Verständnis geholfen?

- Amtliche geologische Karte
- Profilskizze
- Karte zur Exkursionsroute
- Blockbild
- Amtliche topographische Karte
- Kartenskizze zum Abschmelzvorgang

46. Angenommen, sie wollen zu einer ähnlichen Thematik noch einmal ins Gelände. Welche der drei folgenden Möglichkeiten würden sie vorziehen?

- mit Hilfe von Broschüren oder Führern in Buchform
- mit Exkursionsleiter
- anhand von Informationsschildern an bestimmten Standpunkten (Lehrpfad)

Stand nach der *Item-Analyse* (Kap. 5.4.1.5): 28 Items

Zuordnung der Items zu den jeweils zu überprüfenden Hypothesen
(explanative Untersuchung).

Subhypothese 1a (H _{1a}): Der Inhalt besitzt fachliche Repräsentanzeigenschaften (Kap. 3.1.1).			
Nr. im endgültigen Fragebogen	Bez. in der Item-Sammlung	4 Items	Polung
3	F1	Der von Gletschern gestaltete Landschaftsaufbau ist durch die Exkursion nachvollziehbar	+
13	F21	Das Wissen über die Landschaftsgeschichte ist nur für Wissenschaftler interessant	-
28	F16	Ich sehe mich nicht in der Lage, künftig eigenständig Moränenmaterial von anderen Ablagerungen zu unterscheiden	-
23	N6	Die gewonnenen Erkenntnisse sind auch auf andere glazial geprägten Regionen anwendbar	+

Subhypothese 1b (H _{1b}): Die Gesellschaftsrelevanz des Inhalts ist gegeben (Kap. 3.1.2)			
Nr. im endgültigen Fragebogen	Bez. in der Item-Sammlung	5 Items	Polung
29	F18	Für den Bau von Verkehrswegen sind Kenntnisse über die Oberflächenformen überflüssig.	-
9	G5	Bei der Nutzung der Landschaft müssen die Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen Oberflächenform, Pflanzen, Böden und menschlicher Nutzung berücksichtigt werden	+
19	G6	Die Landschaft hat durch die wissenschaftliche Betrachtungsweise im Zuge der Exkursion an Reiz verloren	-
6	G18	Das heute erfahrene Wissen ist interessant genug, um es an Freunde oder Bekannte weiterzugeben	+
27	N10	Das Wissen um die Landschaftsgeschichte verstärkt meinen emotionalen Bezug zur Landschaft	+

Haupthypothese 2 (H2): Eine induktive Führungslinie ist adressatengemäßer als eine deduktive Führungslinie (Kap. 3.1.3).			
<i>3 Items zum direkten Qualitätstest (Test 1)</i>			
Nr. im endgültigen Fragebogen	Bez. in der Item-Sammlung		Polung
20	A5	Zuerst sollte das erklärt werden, was unmittelbar im Gelände beobachtbar ist, bevor man allgemeine Zusammenhänge behandelt.	+
8	A14	Es fällt mir leichter, an einem Gespräch über theoretische Hintergründe teilzunehmen als an einem Gespräch über direkt beobachtbare Landschaftselemente (z. B. einen Zungenbeckensee).	-
30	A17	Eine Darstellung des Ablaufes der erdgeschichtlichen Ereignisse ist erst am Ende der Exkursion sinnvoll und einsichtig	+
<i>6 Items zum Vergleich mit Kontrollgruppe K₁ (Test 2)</i>			
26	A21	Der inhaltliche Aufbau war schwer nachvollziehbar.	-
16	E9	Viele der während der Exkursion verwendeten Fachbegriffe waren überflüssig	-
11	E13	Die Einbeziehung der Teilnehmer war unzureichend.	-
31	L11	Die Exkursion hat mein Interesse für geowissenschaftliche Inhalte gesteigert.	+
24	Z2	Es war schwierig, den Erklärungen des Exkursionsleiters zu folgen.	-
5	Z7	Die Art der Informationsvermittlung hat zum Zuhören angeregt	+

Subhypothese 3a (H _{3a}): Das erkundende Verfahren in laiengerechter Sprache ist adressatengemäßer als das fachsprachliche darbietende Verfahren (vgl. Kap. 3.2.2).			
<i>3 Items zum direkter Qualitätstest (Test 1)</i>			
Nr. im endgültigen Fragebogen	Bez. in der Item-Sammlung		Polung
12	N4	Eigenständige Anwendungen geowissenschaftlicher Arbeitsmethoden (z.B. Gesteinsbestimmung in der Kiesgrube) vertiefen das Verständnis.	+
21	E1	Ich erwarte für jeden Sachverhalt sofort eine vollständige Erklärung vom Exkursionsleiters.	-
18	E2	Es ist interessanter, einige Erklärungen selbst zu finden. Der Exkursionsleiter soll dabei nur Hilfe leisten.	+
<i>6 Items zum Vergleich mit Kontrollgruppe K₂ (Test 2)</i>			
Liste wie bei Hypothese 2/ Teil II			

Subhypothese 3b (H _{3b}): Die unmittelbare Geländeerfahrung ist anregender als die Vermittlung in geschlossenen Räumen und bewirkt eine positivere Bewertung der Geopunkte. (vgl. Kap. 3.2.1).			
Nr. im endgültigen Fragebogen	Bez. in der Item-Sammlung	<i>1 Item zum Qualitätstest (Test 1)</i>	Polung
14	N2	Der direkte Kontakt mit der tatsächlichen Geländesituation ist anregender als die Erfahrung aus zweiter Hand über Medien (z.B. Bücher)	+
		<i>40 Items zum Vergleich mit Kontrollgruppe K3 (Test 2)</i>	
		alle Items zur Geopunktbewertung	

Subhypothese 3c (H _{3c}): Medien und die Berücksichtigung lernpsychologischer Aspekte fördern und erleichtern das Verständnis (vgl. Kap. 3.2.3 und 3.3).			
Nr. im endgültigen Fragebogen	Bez. in der Item-Sammlung	<i>6 Items zum Qualitätstest</i>	Polung
25	M1	Der Ablauf des Abschmelzvorganges des Tölzer Gletschers ist durch die verwendeten Karten klarer nachvollziehbar.	+
17	M8	Der großräumige Verlauf der Moränenwälle ist auch ohne Blockbild im Gelände leicht erkennbar.	-
10	M13	Die Aussagen der Kartenskizzen wurde mühelos erkannt	+
22	L1	Ich konnte die neuen Informationen mit schon Bekanntem verbinden	+
4	L9	Neues habe ich während der Exkursion nicht erfahren	-
7	M16	Auf die Kartendarstellungen kann verzichtet werden, man sieht alles im Gelände viel besser	-

--	--	--

FRAGEBOGEN

Liebe Teilnehmer,

Sie werden gebeten, die **Exkursion** zu **beurteilen**. Die Erhebung dient allein der wissenschaftlichen Erforschung einer optimalen Exkursionsgestaltung. Entschuldigen Sie die Länge des Fragebogens, aber Sie helfen jetzt uns und später anderen. Bearbeiten Sie bitte alle Fragen in der vorgegebenen Reihenfolge.

Es gibt keine richtigen und falschen Antworten! Wir sind an Ihrer persönlichen Beurteilung der Exkursionsmethodik und -objekte interessiert. Antworten Sie bitte zügig und Ihrer wirklichen Meinung entsprechend.

Datenschutz ist gewährleistet. Geben Sie Ihren Namen **n i c h t** an!

Angaben zu Ihrer Person:

1. Geschlecht: weiblich männlich
2. Für welches Gebiet interessieren Sie sich am meisten (nur eine Nennung):
 Naturwissenschaften Technik Kultur Sonstiges

Bewertung der Exkursion:

3. Der von Gletschern gestaltete Landschaftsaufbau ist durch die Exkursion nachvollziehbar.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

4. Ich habe während der Exkursion nichts Neues erfahren.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

5. Die Art der Informationsvermittlung hat zum Zuhören angeregt.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

6. Das heute erfahrene Wissen ist interessant genug, um es an Freunde oder Bekannte weiterzugeben.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

7. Auf die Kartendarstellungen kann verzichtet werden, man sieht alles im Gelände viel besser.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

8. Es fällt mir leichter, an einem Gespräch über theoretische Hintergründe teilzunehmen als an einem Gespräch über direkt beobachtbare Landschaftselemente (z. B. einen Zungenbeckensee).

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

9. Bei der Nutzung der Landschaft müssen die Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen Oberflächenform, Pflanzen, Böden und menschlicher Nutzung berücksichtigt werden.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

10. Die Aussagen der Kartenskizzen wurden mühelos erkannt.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

11. Die Einbeziehung der Teilnehmer war unzureichend.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

12. Eigenständige Anwendungen geowissenschaftlicher Arbeitsmethoden (z.B. Gesteinsbestimmung in der Kiesgrube) vertiefen das Verständnis.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

13. Das Wissen über die Landschaftsgeschichte ist nur für Wissenschaftler interessant.

.....
 völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

14. Der direkte Kontakt mit der tatsächlichen Geländesituation ist anregender als die Erfahrung aus zweiter Hand über Medien (z.B. Bücher).

.....
 völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

15. Bewerten Sie die genannten Exkursionsobjekte nach den angegebenen Kategorien mit einer Punktzahl von 1 (schlecht) bis 5 (gut).

Bitte gehen Sie bei der Bewertung **s p a l t e n w e i s e** vor!

Exkursionsobjekt (Nummern wie in der Karte zur Exkursionsroute)	Bewertungskategorien			Gesamturteil
	Ästhetischer Reiz	Prägnanz	Interessantheit	
	Das Objekt war unattraktiv (1) schön (5)	Es hat meine Erkenntnis nicht gefördert (1) deutlich gefördert (5)	Das Objekt war langweilig (1) anregend (5)	Das Objekt war ungeeignet (1) geeignet (5)
1 Blick auf Endmoräne				
2/ 3 Kiesgr. Jung-/ Altmoräne				
4 Teufelsgraben				
5 Überblick von der Endmoräne				
6 Schindelberg (Findlinge)				
7 Kirchseemoor				
8 Rückzugswall Sachsenkam				
9 Umfließungsrinne Piesenkam				
10 Schotterebene Warngau				
11 Gletschertor Thann				

16. Viele der während der Exkursion verwendeten Fachbegriffe waren überflüssig.

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

17. Der großräumige Verlauf der Moränenwälle ist auch ohne Blockbild im Gelände leicht erkennbar.

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

18. Es ist interessanter, einige Erklärungen selbst zu finden. Der Exkursionsleiter soll dabei nur Hilfe leisten.

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

19. Die Landschaft hat durch die wissenschaftliche Betrachtungsweise im Zuge der Exkursion an Reiz verloren.

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

20. Zuerst sollte das erklärt werden, was unmittelbar im Gelände beobachtbar ist, bevor man allgemeine Zusammenhänge behandelt.

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

21. Ich erwarte für jeden Sachverhalt sofort eine vollständige Erklärung vom Exkursionsleiter.

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

22. Ich konnte die neuen Informationen mit schon Bekanntem verbinden.

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

23. Die gewonnenen Erkenntnisse sind auch auf andere glazial geprägten Regionen anwendbar.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

24. Es war schwierig, den Erklärungen des Exkursionsleiters zu folgen.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

25. Der Ablauf des Abschmelzvorganges des Tölzer Gletschers ist durch die verwendeten Karten klarer nachvollziehbar.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

26. Der inhaltliche Aufbau war schwer nachvollziehbar.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

27. Das Wissen um die Landschaftsgeschichte verstärkt meinen emotionalen Bezug zur Landschaft.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

28. Ich sehe mich nicht in der Lage, künftig eigenständig Moränenmaterial von anderen Ablagerungen zu unterscheiden.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

29. Für den Bau von Verkehrswegen sind Kenntnisse über die Oberflächenformen überflüssig.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

30. Eine Darstellung des Ablaufes der erdgeschichtlichen Ereignisse ist erst am Ende der Exkursion sinnvoll und einsichtig.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

31. Die Exkursion hat mein Interesse für geowissenschaftliche Inhalte gesteigert.

.....

völlig falsch ziemlich falsch unentschieden ziemlich richtig völlig richtig

32. Welches Medium hat Ihnen beim Verständnis am meisten geholfen (nur eine Nennung) ?

- Amtliche geologische Karten
- Profil-Darstellung der Moränenwälle
- (Straßen-)Karte zur Exkursionsroute
- Blockbild der Moränenbögen
- Karten zum Abschmelzvorgang

33. Angenommen, Sie wollen zu einem ähnlichen Thema noch einmal ins Gelände. Welche der folgenden Möglichkeiten würden Sie vorziehen (eine Nennung)?

- mit Hilfe von Broschüren oder Führern in Buchform
- mit Exkursionsleiter
- anhand von Informationsschildern an bestimmten Standpunkten (Lehrpfad)

34. Was hat Ihnen an der heutigen Exkursion besonders gefallen?

.....

.....

.....

35. Was sollte besser gemacht werden?

.....

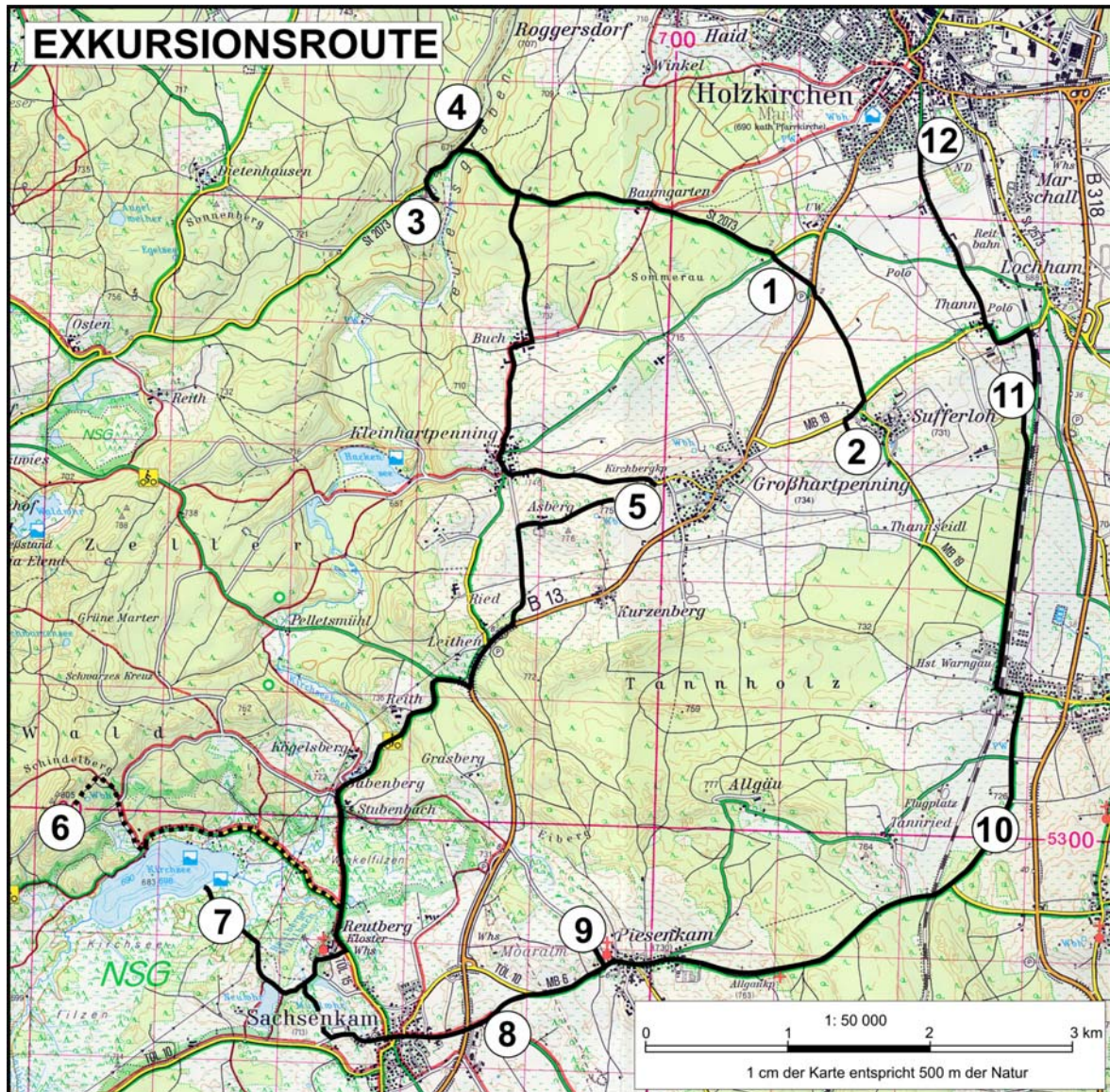
.....

.....

Herzlichen Dank für Ihre Mühe! (F. Kestler, LMU München)

Blatt 1

Exkursionsroute zur Fahrt „in die Eiszeit“



„Mottos“ der einzelnen Teilabschnitte und wichtige Exkursionsstandorte:

Teilabschnitt I: „Spuren der Eiszeit“

1. Frontaler Blick zur Endmoräne
2. Kiesgrube Sufferloh
3. Kiesgrube Zeller Wald
4. Teufelsgraben

Teilabschnitt II. „Stationen des Gletscherrückzugs“

5. Aussicht von der Endmoräne
6. Findlinge am Schindelberg
7. Zungenbecken Kirchsee

8. Sachsenkamer Rückzugswall

Teilabschnitt III: „Wege der eiszeitlichen Schmelzwasserströme“

9. Piesenkamer Umfließungsrinne
10. Warngauer Schotterebene
11. Gletschertor südlich Lochham

Abschließende

Zusammenfassung:

12. Ortsrand Holzkirchen (Panorama)

Blatt 2

Maximale Ausdehnung der Gletscher während der letzten Eiszeit

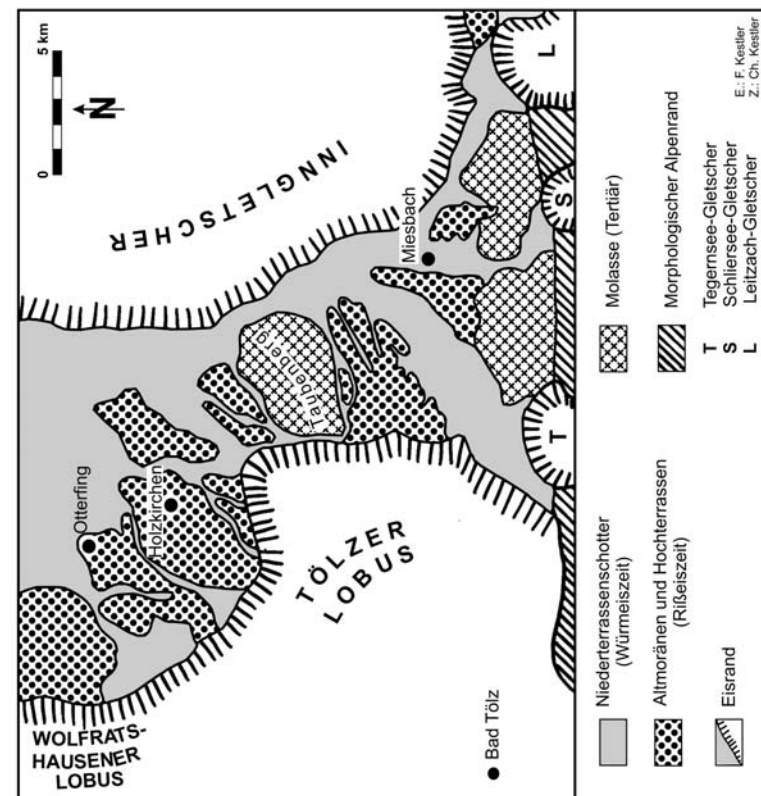


Abb. 1: Lage der Tölzer Gletscherzunge im Vergleich zu den benachbarten Gletschern. Die Gletscher der vorangegangenen Eiszeit sind weiter ins Vorland vorgedrungen. Ihre Ablagerungen wurden von den Schmelzwässern der Würmeiszeit zerschnitten.

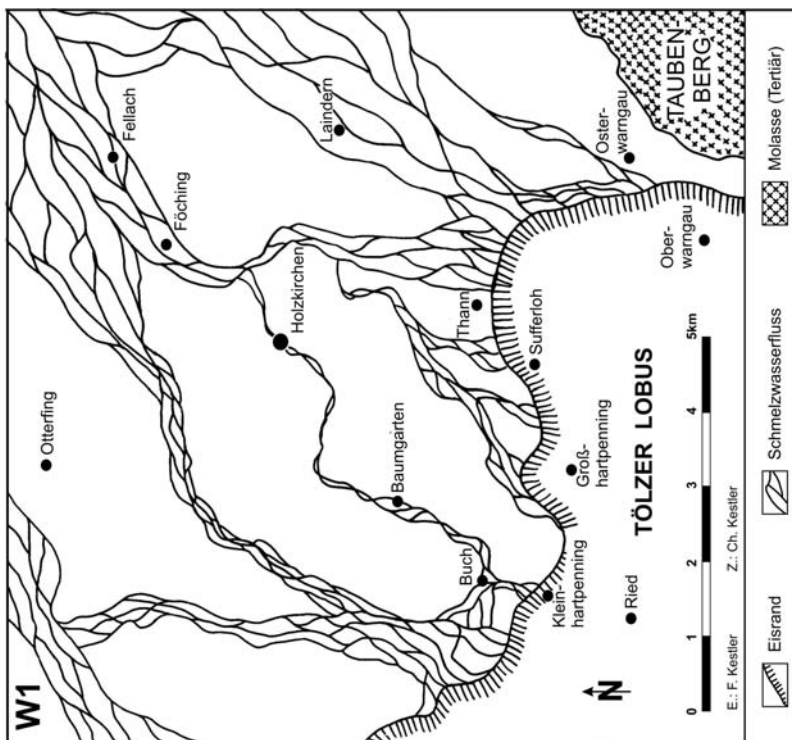
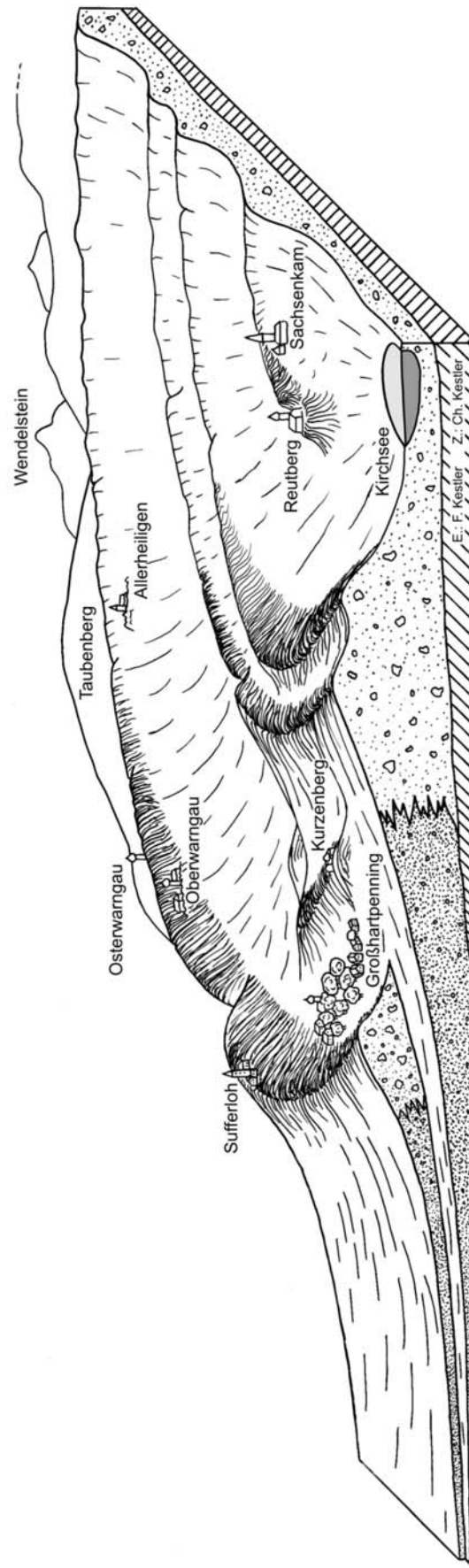


Abb. 2: Verlauf der Hauptschmelzwasserströme während des Maximalstandes (W 1: Hartpenning-Wargauer Wallgruppe)

Blatt 3

Schotterflächen, Moränenwälle und Zungenbecken des Tölzer Gletschers im Überblick



Vereinfachtes und generalisiertes Blockbild von den Schotterflächen über die äußeren Moränenwälle bis zum Zungenbecken (sog. „glaziale Serie“) der jungeszeitlichen Tölzer Gletscherzunge. Blickrichtung nach Osten.

Gletscherrückzugsstadien im Kirchseebecken

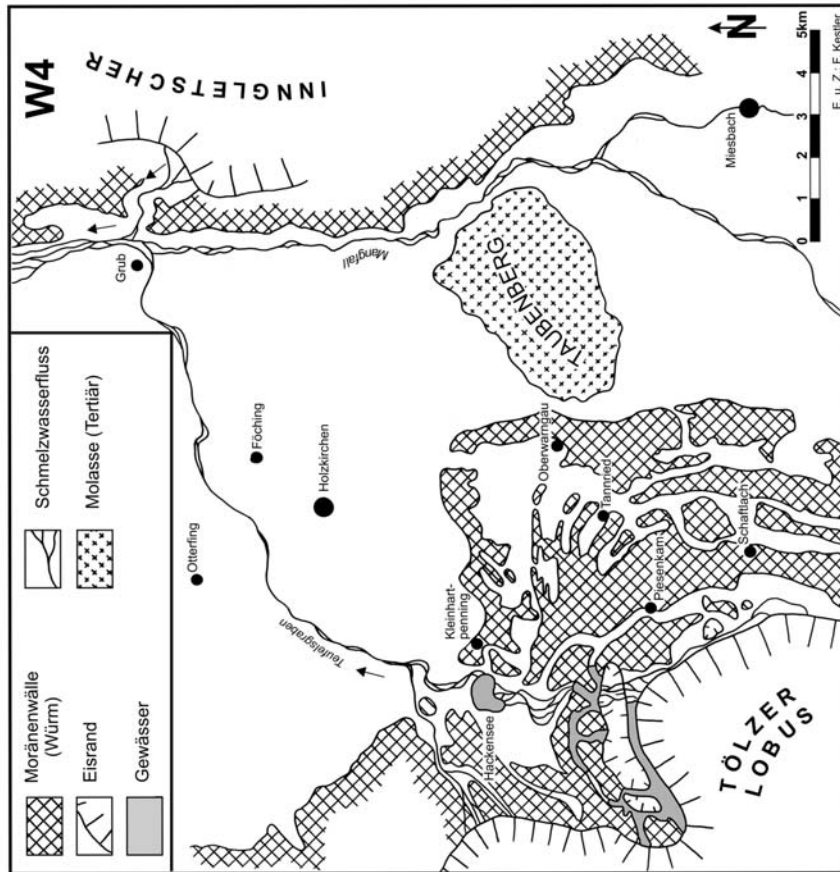


Abb. 1: Während des W4-Rückzugsstadiums (Sachsenkammer Wallgruppe) verblieb ein riesiger Toteisblock im heutigen Kirchseebecken. Die Schmelzwässer aus dem Teufelsgraben vereinigten sich mit denen des Mangfalltales und flossen über das Grub-Harthausener Tal nach Norden ab.

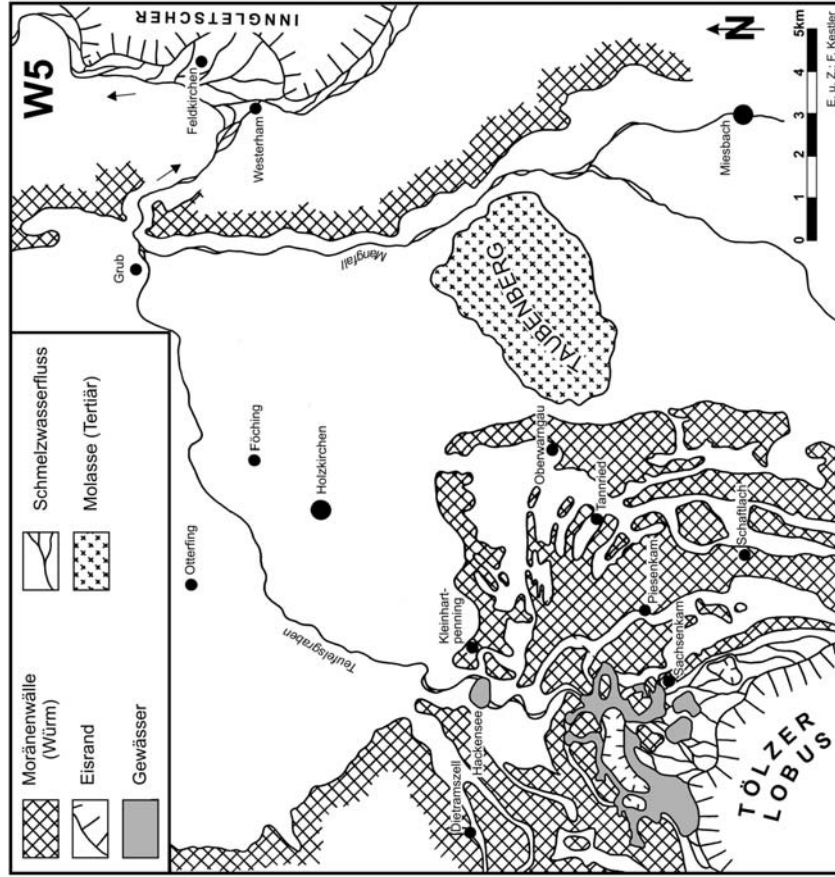
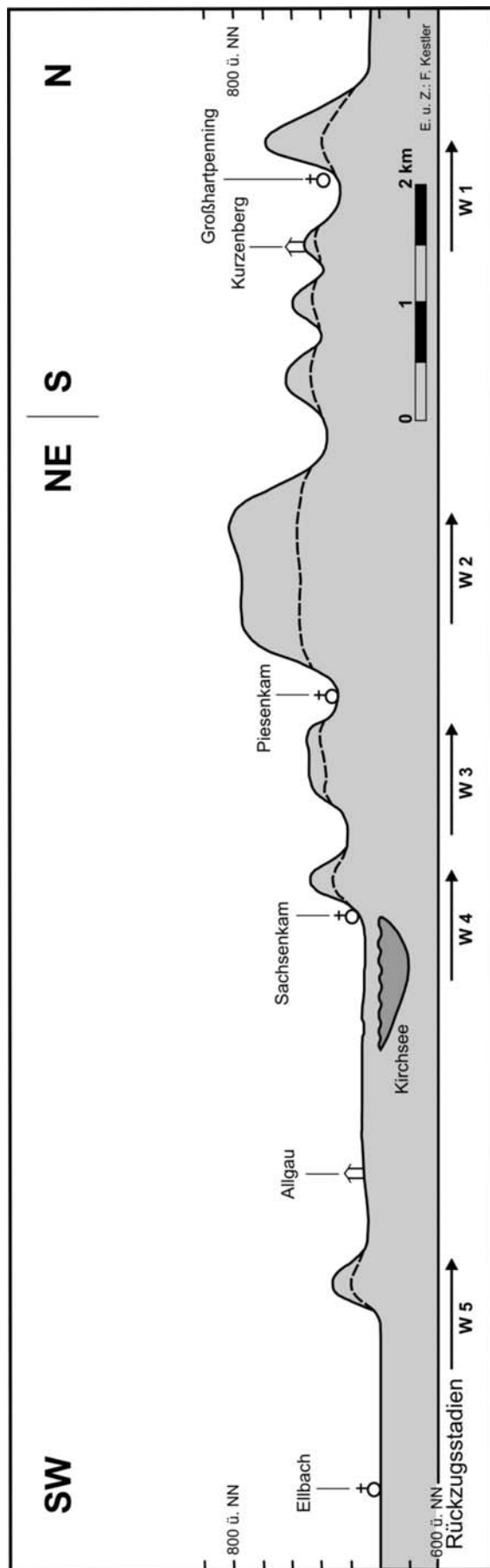


Abb. 2: Beim Rückzug auf das W5-Stadium (Allgau-Rückzugsmoränen) fand die Mangfallumlenkung in den Leitzach-Gars-Talzug statt. Diese Absenkung der Erosionsbasis hatte eine Tieferlegung des Teufelsgrabens um ca. 40 m zur Folge.

Blatt 5

Die Moränenwälle der Tölzer Gletscherzunge im Profil



Die durchgezogene Linie verdeutlicht die maximal erreichten Höhen der betreffenden Wallgruppe. Die gestrichelte Linie repräsentiert die mittleren Höhen der Wälle. Das Profil ist 12,5-fach überhöht.

Die im Profil dargestellten Moränenwälle sind folgenden Gletscher-Stillstandsphasen zuzuordnen:

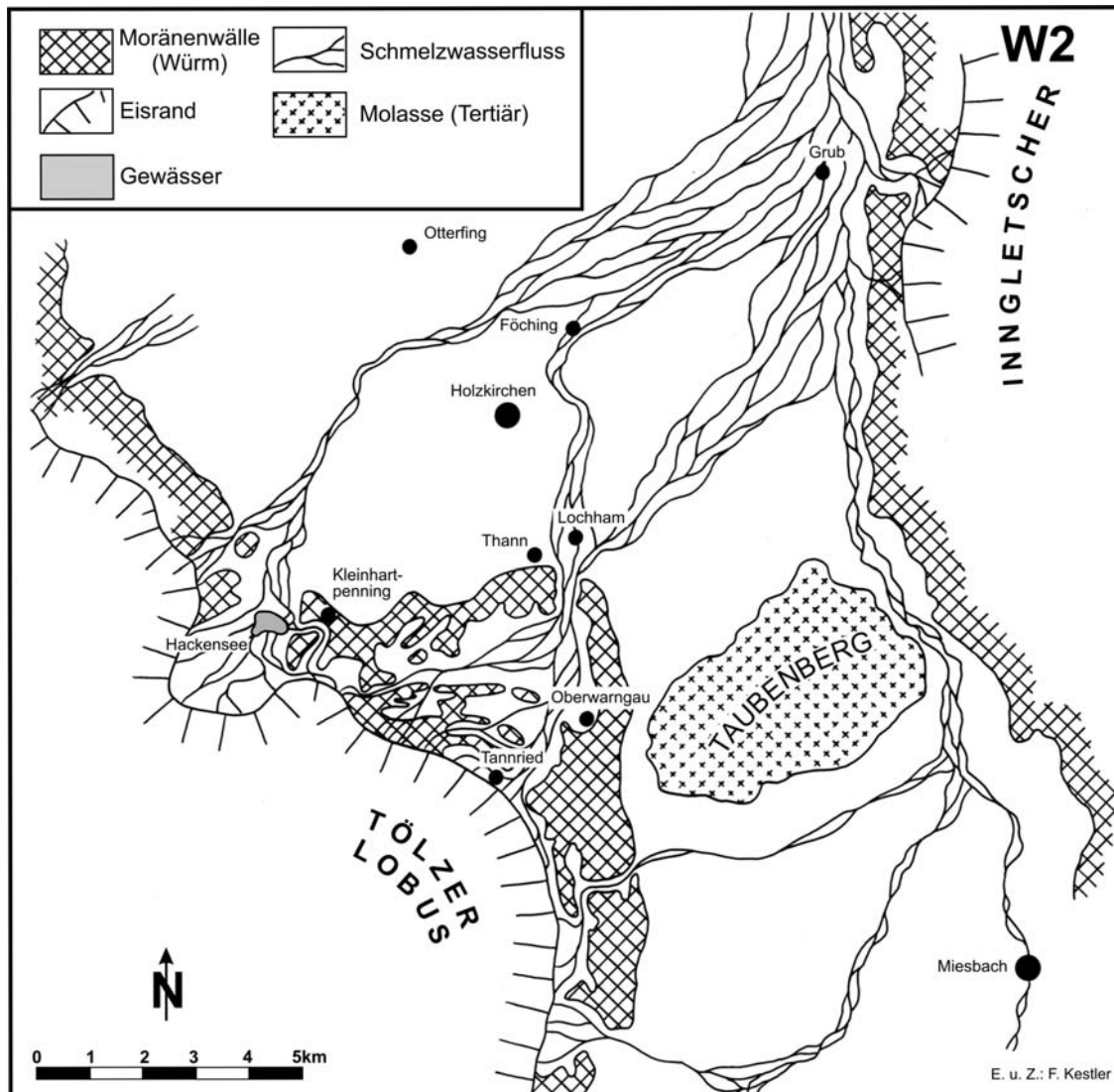
- W1: Hartpenning-Warngauer Wallgruppe.
- W2: Schindelberg-Tannrieder Wallgruppe.
- W3: Kirchsee-Piesenkamer Wallgruppe
- W4: Sachsenkamer Wallgruppe.
- W5: Allgau-Rückzugsmoränen.

Die Ortsangaben markieren jeweils den äußeren Rand der betreffenden Wallgruppe.

(unter Verwendung der Topographischen Karten 1:25000, Blatt. 8136 Holzkirchen, Blatt 8135 Sachsenkam und Blatt 8235 Bad Tölz; KALLENBACH 1964; GROTTENTHALER 1985)

Blatt 6

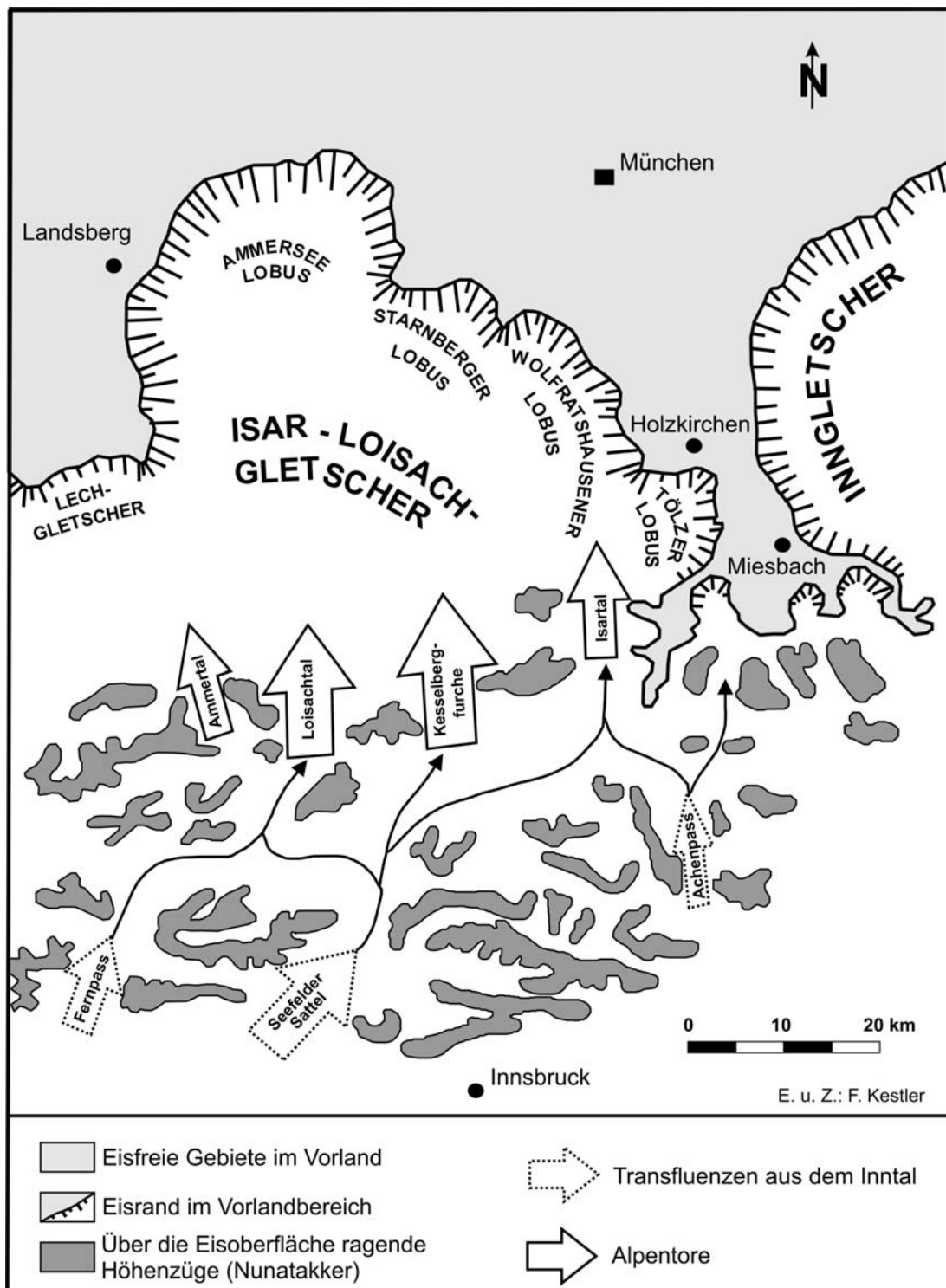
Erstes Gletscher-Rückzugsstadium



Die Karte zeigt die Ausdehnung der Gletscher während des W2-Stadiums (Schindelberg-Tannrieder Wallgruppe). Dies war die erste relativ langanhaltende Stillstandphase (W2) nach dem Gletscherrückzug von der Höchststrandlage (W1) in der Würmeiszeit. Während dieser Phase wurde das sog. Hauptniveau der Münchner Schotterebene von verwilderten Schmelzwasserströmen aufgeschüttet. Ein Großteil des Warngauer Talbodens wurde in dieser Phase abgelagert (E. u. Z.: F. Kestler).

Blatt 7

Der würmeiszeitliche Isar-Loisach-Gletscher



Fließen Talgletscher aus dem Gebirge durch so genannte „Alpentore“ ins Vorland hinaus, breiten sie sich fladenförmig aus. Im Vorland haben sich die Zungen (Loben) von Ammersee, Starnberger See, Wolfratshausen und Bad Tölz zum Isar-Loisach-Gletscher vereinigt.

Zusätzlich wurde Eis aus dem benachbarten Inntal an relativ niedrigen Übergangsstellen (Transfluenzen) zugeführt. Der Tölzer Lobus erhielt nur über Abzweigungen der Transfluenzen vom Achensee und Seefelder Sattel Eiszufluss aus dem Inntal.

Das Eiszeitalter in der Erdgeschichte

Erdzeitalter	Periode (Beginn vor heute)	Entwicklung des Lebens	Holozän (Postglazial) (ca. 10.000 Jahre)	Spätwürm (15.000 Jahre)
Erdneuzeit (Känozoikum)	Quartär (2,5 Mio. Jahre)	Entwicklung des Menschen; mehrfacher Klimabedingter Florenwandel	Eiszeitalter (Pleistozän)	Hochwürm (25.000 Jahre)
	Tertiär (65 Mio. Jahre)	Entfaltung der Blütenpflanzen, Vögel und Säugetiere Saurier ausgestorben		
Erdmittelalter (Mesozoikum)	Kreide (144 Mio. Jahre)	Saurier in Riesenformen, Aussterben der Ammoniten	Riß-Kaltzeiten	Frühwürm (115.000 Jahre)
	Jura (213 Mio. Jahre)	Meeres-, Flug- und Dinosaurier; Auftreten des Urvogels Archäopteryx	Mindel-Riß-Warmzeit (ca. 380.000 Jahre)	
	Trias (248 Mio. Jahre)	Reptilien in vielen Ordnungen, v. a. Saurier; Ammoniten; erste Säugetiere	Mindel-Kaltzeit	
Erdaltertum (Paläozoikum)	Perm (286 Mio. Jahre)	Trilobiten sterben aus	Günz-Mindel-Warmzeit	
	Karbon (360 Mio. Jahre)	„Steinkohle“-Wälder	Günz-Kaltzeit	
	Devon (408 Mio. Jahre)	Erste Landtiere	Donau-Günz-Warmzeit (ca. 790.000 Jahre)	
	Silur (438 Mio. Jahre)	Erste Landpflanzen	Donau-Kaltzeiten	
	Ordovizium (505 Mio. Jahre)	Erste Fische	Biber-Donau-Warmzeit	
Kambrium (590 Mio. Jahre)	nur Meeresorganismen (Algen und Trilobiten)	Biber-Kaltzeiten (2,5 Mio. Jahre)		

Gliederung der Erdgeschichte unter besonderer Berücksichtigung des Eiszeitalters (Pleistozäns) sowie der jüngsten Kaltzeit (Würm) (Zeitangaben für das Quartär nach HABBÉ 1989, JERZ 1993 und RÖGNER 2004; Zeitangaben für die präquartären Abschnitte nach MURAWSKI/ MEYER 2004).

Lebenslauf

Name: Franz Xaver Kestler
Geburtsdatum: 12. März 1955
Geburtsort: Mittenwald, Oberbayern
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: verheiratet, zwei Kinder
Anschrift: Kiem-Pauli-Str. 15 A
83607 Holzkirchen

Schulbildung

1961 – 1964 Volksschule Mittenwald
1964 – 1967 Volksschule Rötze, Oberpfalz
1967 – 1971 Maristen-Realschule Cham
Juni 1971 Mittlere Reife
1971 – 1975 Joseph-von-Fraunhofer Gymnasium Cham
Juni 1975 Abitur

Juli 1975 – Sept. 1976 Grundwehrdienst

Studium

WS 76/ 77 – WS 82/ 83 Studium der Mathematik und Geographie,
Lehramt Gymnasium, LMU München
April 1983 1. Staatsexamen
Juli 1985 2. Staatsexamen

Beruf

1985 – 1989 Gertrud-von-le-Fort Gymnasium Oberstdorf
1989 – 1998 Gymnasium Bad Aibling
seit 1998 LMU München, Didaktik der Geographie

München, den 25. August 2005