

Landschafts- und Umweltgeschichte im Einzugsgebiet der Elz

Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der
Geowissenschaftlichen Fakultät
der
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br.

vorgelegt von
Rafaël Schneider
aus Lausanne

2000

Dekan: Professor Dr. J. Stadelbauer

Referent: Professor Dr. R. Mäkel

Korreferent: Professor Dr. B. Metz

Tag der Beschlußfassung des Promotionsausschusses: 02. November 2000

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<i>Verzeichnis der Tabellen</i>	IV
<i>Verzeichnis der Abbildungen</i>	V
<i>Verzeichnis der Photos</i>	VII
<i>Danksagungen</i>	VIII
<i>Vorwort</i>	IX
<u>1 Das Untersuchungsgebiet</u>	1
1.1 Die naturräumlichen Einheiten	3
<i>Südöstlicher Schwarzwald S. 3 – Mittlerer Talschwarzwald S. 3 – Freiburger Bucht S. 5 – Lahr-Emmendinger Vorberge S. 5 – Straßburg-Offenburger Rheinebene S. 5</i>	
1.2 Das Klima	6
<i>Temperaturverhältnisse S. 6 – Niederschlag S. 7</i>	
1.3 Die Böden	9
1.4 Die Vegetation	11
1.5 Die Elz – Längsprofil und Abflußverhältnisse	13
1.6 Zur Siedlungsgeschichte	17
<u>2 Überblick über die Arbeitstechniken</u>	21
<i>Im Gelände angewandte Arbeitstechniken S. 22 – Laboranalysen S. 22 – Graphische Darstellung S. 23 – Zur Methode der Pollenanalyse S. 23</i>	
<u>3 Geomorphologische Untersuchungen im Elz-Einzugsgebiet</u>	25
3.1 Die Elz im Südöstlichen Schwarzwald	25
<i>Glaziale Formen S. 27 – Farnberg S. 29 – Mühlebühl S. 31</i>	
Zusammenfassung	33
3.2 Die Elz im Mittleren Talschwarzwald	34
<i>Holz als Wirtschaftsfaktor S. 34 – Holzbringung S. 35 – Verbau des Elzbetts und Wiesenwässerung S. 36</i>	
3.2.1 <i>Das Hinterprechtal</i>	37
<i>Elzhof S. 37 – Schüßelebauer S. 39</i>	
3.2.2 <i>Der Mittellauf der Elz von Oberprechtal bis Waldkirch</i>	41
<i>Talasymmetrie S. 41 – Oberprechtal S. 42 – Polihof S. 44 – Eilet S. 46 – Elzach S. 48 – Grün S. 49 – Moosmatten S. 51 – Waldkirch S. 51</i>	
3.2.3 <i>Das Simonswälder Tal</i>	53

3.2.4	<i>Das Brettenbachtal</i>	56
	<i>Waldshut S. 56 – Am Horn S. 57 – Tennenbach S. 59</i>	
3.2.5	<i>Beispiele zu aktuellen geomorphodynamischen Prozessen</i>	62
	Zusammenfassung	63
3.3	Das Zartener Becken	65
	Zusammenfassung	69
3.4	Die nördliche Freiburger Bucht	70
	<i>Elzniederung S. 70 – Glotteraue S. 71 – Lößinseln S. 72</i>	
	Zusammenfassung	73
3.5	Hangsedimente und Kolluvien am Kaiserstuhlrand und in den Emmendinger Vorbergen	75
	3.5.1 <i>Der nördliche Kaiserstuhlrand</i>	76
	3.5.2 <i>Die Lahr-Emmendinger Vorberge</i>	79
	<i>Hochburg (Windenreute) S. 80 – Weißbach (Mundingen) S. 80 – Fernecker Tal S. 82 – Bombachtal S. 84 – Bleichheimer Becken S. 86 – Wonnental S. 90 – Ettenheim-Radackern S. 92</i>	
	Zusammenfassung	95
	3.5.3 <i>Fossile Böden in den Lößgebieten</i>	97
	3.5.4 <i>Phasen der Hangsedimentbildung in den Lößgebieten</i>	98
3.6	Die Elz in der Straßburg-Offenburger Rheinebene	101
	3.6.1 <i>Die Forchheimer Platte</i>	101
	<i>Lindenbrunnenbuck S. 102 – Weisweil-Hohnau S. 104 – Wyhl-Schorpfad S. 106</i>	
	Zusammenfassung	107
	3.6.2 <i>Die Elzniederung</i>	107
	<i>Zinkengrien S. 108 – Rheinhausen S. 110 – Ehemaliger östlicher Elzlauf auf der Mahlberg-Kippenheimweiler Platte S. 113 – Rust S. 117 – Kappel S. 118 – Elzkopf S. 119</i>	
	Zusammenfassung	121
<u>4</u>	<u>Pollenanalytische Untersuchung und Vegetationsgeschichte</u>	122
4.1	Bohrkern Bleichheimer Becken	122
4.2	Beschreibung des Pollendiagramms	123
	<i>Chronostratigraphische Einordnung des Profils S. 128 – Die Waldgeschichte S. 128 – Die Waldentwicklung unter anthropogenem Einfluß S. 130</i>	

4.3	Der anthropogene Einfluß auf die holozäne Vegetationsgeschichte im Oberrheintiefland	132
4.4	Vegetationsgeschichte der Emmendinger Vorberge, des Oberrheintieflands und des Mittleren Schwarzwalds im Vergleich	133
	Zusammenfassung	136
<u>5</u>	<u>Überblick über die Landschafts- und Umweltgeschichte der Elz im Mittleren Schwarzwald und Oberrheintiefland</u>	138
<u>6</u>	<u>Zusammenfassung und Ausblick</u>	153
<u>7</u>	<u>Literaturliste</u> <i>Kartenverzeichnis S. 166</i>	157
<u>8</u>	<u>Anhang</u> <i>Photos S. 167</i>	167

Verzeichnis der Tabellen

	Seite
Tab. 1.1: Dauer des Lufttemperaturmittels (5°C/10°C), Frost- und Eistage.	7
Tab. 1.2: Zahl der Tage mit Niederschlagsmengen von 0,1 l/m ² , 1 l/m ² , 10 l/m ² und 20 l/m ² .	8
Tab. 1.3: Extremwerte am Pegel Gutach (1941-1995).	16
Tab. 1.4: Kulturperioden im Untersuchungsgebiet (nach BITTEL et al. 1981, SANGMEISTER 1993, MÜLLER 1994, DEHN 1999 u. FRIEDMANN 1999).	19
Tab. 3.1: Jungquartäre Phasen der Hangsedimentbildung (Schwemmlöß) in den Lößgebieten (nach SCHNEIDER et al. 2000, ergänzt).	99
Tab. 4.1: Zonierung des Pollendiagramms Bleichheimer Becken.	128
Tab. 4.2: Waldanteil, Offenland und Kulturzeiger im Holozän in den Pollendiagrammen des südlichen Oberrheintieflands.	132
Tab. 4.3: Vergleichende Vegetationsgeschichte der Emmendinger Vorberge, des Oberrheintieflands und des Mittleren Schwarzwalds.	134
Tab. 5.1: Überblick über die durch ¹⁴ C-Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation im Paläolithikum (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).	139
Tab. 5.2: Überblick über die durch ¹⁴ C-Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation im Mesolithikum (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).	140
Tab. 5.3: Überblick über die durch ¹⁴ C-Analysen oder Artefakte datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation im Neolithikum (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).	142
Tab. 5.4: Überblick über die durch ¹⁴ C-Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation in der Frühbronze- und Hügelgräberzeit (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).	143
Tab. 5.5: Überblick über die durch Artefakte datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation in der Späten Bronzezeit und während der Urnenfelder Kultur (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).	144
Tab. 5.6: Überblick über die durch ¹⁴ C-Analysen oder Artefakte datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation in der Eisenzeit (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).	145
Tab. 5.7: Überblick über die durch ¹⁴ C-Analysen oder Artefakte datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation in der Römerzeit (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).	146
Tab. 5.8: Überblick über die durch ¹⁴ C-Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation in der Alamannenzeit (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).	147
Tab. 5.9: Überblick über die durch ¹⁴ C-Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation im Frühmittelalter (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).	148
Tab. 5.10: Überblick über die durch ¹⁴ C-Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation im Hochmittelalter (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).	149
Tab. 5.11: Überblick über die durch ¹⁴ C-Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation im Spätmittelalter (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).	150

<i>Tab. 5.12: Überblick über die durch ¹⁴C-Analysen oder Artefakte datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation in der Neuzeit (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).</i>	152
<i>Tab. 8.1: Neue ¹⁴C-Datierungen im Einzugsgebiet der Elz (Stand 18.09.2000).</i>	175
<i>Tab. 8.2: Ausgewählte Analysen zum organischen Kohlenstoffanteil (%) bzw. zur Korngröße der Feuchtschwarzerden im Untersuchungsgebiet.</i>	178

Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
<i>Abb. 1.1: Die Elz und ihre Zuflüsse im Untersuchungsgebiet.</i>	1
<i>Abb. 1.2: Lage (schraffiert) und naturräumliche Gliederung des Untersuchungsgebiets.</i>	2
<i>Abb. 1.3: Ausgewählte Niederschlagskurven für das Elz-Einzugsgebiet.</i>	8
<i>Abb. 1.4: Karte der Böden im Untersuchungsgebiet.</i>	10
<i>Abb. 1.5: Karte der potentiellen Vegetation im Untersuchungsgebiet.</i>	12
<i>Abb. 1.6: Längsprofil der Elz im Mittleren Schwarzwald und in der Freiburger Bucht.</i>	14
<i>Abb. 1.7: Abflußkurven der Pegel Rohrhardsberg und Gutach (Elz).</i>	15
<i>Abb. 2.1: Lage der Aufschlüsse und Bohrpunkte im Untersuchungsgebiet.</i>	21
<i>Abb. 3.1: Höhenprofil und Kolluvienbildung an der Talwasserscheide zwischen Elz und Breg.</i>	26
<i>Abb. 3.2: Höhenprofil durch das obere Elztal mit einem Rundhöcker.</i>	28
<i>Abb. 3.3: Moorwachstum im Muldental der oberen Elz.</i>	30
<i>Abb. 3.4: Querprofil Mühlebühl mit Anmoorflächen über Auenlehm.</i>	32
<i>Abb. 3.5: Querprofil und Auenlehmlagen in der Talweitung bei Elzhof.</i>	38
<i>Abb. 3.6: Querprofil durch die Talsohle des Hinterprechtals mit Kolluvienbildung auf der Niederterrasse (gestrichelt).</i>	40
<i>Abb. 3.7: Auenlehmstratigraphie einer Elzrinne bei Oberprechtal.</i>	43
<i>Abb. 3.8: Reliefformen und Lageplan der Bohrungen in der Elzaue bei Polihof.</i>	44
<i>Abb. 3.9: Querprofil durch das Oberprechtal bei Polihof mit Gleithang und Terrassensystem am Prallhang.</i>	45
<i>Abb. 3.10: Rißzeitliche Schotter und neuzeitliche Kolluvien am Aufschluß Eilet.</i>	47
<i>Abb. 3.11: Rinnensystem am Schwemmfächer des Respenbachs bei Grün (Oberwinden).</i>	50
<i>Abb. 3.12: Querprofil durch das mittlere Elztal bei Moosmatten (Bleibach).</i>	52
<i>Abb. 3.13: Querprofil durch das Simonswälder Tal bei Obertal.</i>	54
<i>Abb. 3.15: Auensedimentaufbau am Oberlauf des Brettenbachs (MÄCKEL & RÖHRIG 1991).</i>	56
<i>Abb. 3.14: Querprofil durch die Talsohle des Brettenbachtals bei Am Horn.</i>	58
<i>Abb. 3.16: Stratigraphie der mächtigen Sedimentablagerungen im Tennenbachtälchen.</i>	60
<i>Abb. 3.17: Karte zur Verlagerung des Krummbachs im Zartener Becken seit 1797.</i>	66
<i>Abb. 3.18: Aufschlußsituationen in der Krummbachaue (Zartener Becken).</i>	67
<i>Abb. 3.19: Schmelzplatz in der Krummbachaue (Zartener Becken).</i>	68
<i>Abb. 3.20: Auenlehm bzw. Schwemmlöß über den Schwarzwaldschottern in der Freiburger Bucht.</i>	70
<i>Abb. 3.21: Holzkohle- und Schlackefunde in den Sedimenten der Glotterau bei Denzlingen.</i>	71

<i>Abb. 3.22: Völkerwanderungszeitliche Grube auf einer Lößinsel bei Vörstetten.</i>	73
<i>Abb. 3.23: Stratigraphie des Schwemmlößsaums bei Eendingen (Nördlicher Kaiserstuhl) (Quelle: Schneider et al. 2000).</i>	77
<i>Abb. 3.24: Stratigraphie zweier Lößtälichen in den Emmendinger Vorbergen.</i>	81
<i>Abb. 3.25: Querprofil durch das Fernecker Tal (Emmendinger Vorberge).</i>	83
<i>Abb. 3.26: Bohrung Bombachtal (Emmendinger Vorberge).</i>	85
<i>Abb. 3.27: Querprofil des Muckentals (Mittellauf des Bleichbachs im Mittleren Talschwarzwald).</i>	86
<i>Abb. 3.28: Bohrprofil Bleichheimer Becken.</i>	87
<i>Abb. 3.29: Übersicht zu den geomorphodynamischen Prozessen im Bleichheimer Becken.</i>	89
<i>Abb. 3.30: Profil vom Hangfuß der Emmendinger Vorberge bis zur Elz bei Wonnental.</i>	91
<i>Abb. 3.31: Aufschluß Ettenheim - Radackern 1 auf dem Schwemmfächer des Ettenbachs.</i>	93
<i>Abb. 3.32: Aufschluß Ettenheim - Radackern 2 auf dem Schwemmfächer des Ettenbachs.</i>	94
<i>Abb. 3.33: Überblick über die holzkohlehaltigen bzw. organischen Lagen und deren ¹⁴C-Alter in den Sedimenten der Vorberge.</i>	96
<i>Abb. 3.34: Karte zu den Untersuchungen auf der Forchheimer Platte.</i>	102
<i>Abb. 3.35: Querprofil durch ein ehemaliges Elzbett auf der Forchheimer Platte.</i>	103
<i>Abb. 3.36: Bohrungen in der Rheinaue und auf der Niederterrasse bei Weisweil.</i>	105
<i>Abb. 3.37: Stratigraphie eines Sandrückens mit urnenfelderzeitlichen Gruben.</i>	106
<i>Abb. 3.38: Querprofil durch eine Mäanderschlinge in der Elzniederung.</i>	109
<i>Abb. 3.39: Stratigraphie eines Lößrückens (Schelmenkopf) bei Rheinhausen.</i>	111
<i>Abb. 3.40: Verlagerung der Elz seit dem Mittelalter nach alten Karten und Geländeformen.</i>	112
<i>Abb. 3.41: Querprofil durch den ehemaligen Elzlauf auf dem Gewinn Ringsmättle.</i>	114
<i>Abb. 3.42: Bohrprofile im ehemaligen östlichen Elzlauf östlich von Rust.</i>	115
<i>Abb. 3.43: Altes Elzbett und Niederterrassenkante nördlich von Rust.</i>	116
<i>Abb. 3.44: Fossile Böden im Auenlehm in Rust.</i>	118
<i>Abb. 3.45: Stratigraphie des Sedimentkörpers über den Niederterrassenschottern bei Kappel.</i>	119
<i>Abb. 3.46: Bohrprofile an der ehemaligen Mündung der Elz in den Rhein.</i>	120
<i>Abb. 4.1: ¹⁴C-Alter/Entnahmetiefe-Bezugskurve im Ried des Bleichheimer Beckens</i>	122
<i>Abb. 4.2: Baumpollendiagramm zur Pollenanalyse Bleichheimer Becken (Emmendinger Vorberge).</i>	125
<i>Abb. 4.3: Nichtbaumpollendiagramm zur Pollenanalyse Bleichheimer Becken (Emmendinger Vorberge).</i>	126
<i>Abb. 8.1: Schlüssel zu den Signaturen.</i>	174

Verzeichnis der Photos

	Seite
<i>Photo 1: Die Elz im Südöstlichen Schwarzwald bei Farnbauer.</i>	167
<i>Photo 2: Terrassensystem im Prechtal bei Polihof (Mittlerer Talschwarzwald).</i>	167
<i>Photo 3: Rinne beim Kasperhof (Simonswälder Tal).</i>	168
<i>Photo 4: Stellfalle zur Wiesenwässerung im mittleren Elztal (Moosmatten).</i>	168
<i>Photo 5: Bohrstangen-Sondierung in der Aue des Tennenbächles (Mittlerer Talschwarzwald).</i>	169
<i>Photo 6: Krumbachverlegung im Zartener Becken.</i>	169
<i>Photo 7: Rammkernsonden-Bohrung im Fernecker Tal (Emmendinger Vorberge).</i>	170
<i>Photo 8: Aufschluß Endingen (nördlicher Kaiserstuhlrand).</i>	170
<i>Photo 9: Aufschluß Ettenheim-Radackern (Lahr-Emmendinger Vorberge).</i>	171
<i>Photo 10: Fundplatz Wyhl-Schorpfad (Forchheimer Platte).</i>	171
<i>Photo 11: Bechtaler Wald bei Weisweil (Forchheimer Platte).</i>	172
<i>Photo 12: Ehemaliges Elzbett südlich von Rust (Ettenheim-Kippenheimweiler Platte).</i>	172
<i>Photo 13: Zinkengrien-Mäanderschlinge (Elzniederung).</i>	173
<i>Photo 14: Bohrarbeiten im ehemaligen Flußbett der Elz auf dem Gewinn Ringsmättle (Ettenheim-Kippenheimweiler Platte).</i>	173

Danksagungen

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) „Wandel der Geo-Biosphäre während der letzten 15 000 Jahre – Kontinentale Sedimente als Ausdruck sich verändernder Umweltbedingungen“ angefertigt, und zwar im regionalen Teilprojekt „Die paläoökologischen Umweltbedingungen im Oberrheintiefland und Schwarzwald im Neolithikum und zur Römerzeit – Fluviale Sedimente, Böden und Relief als Archive“ (Ma 557/11). Meinem Lehrer, Herrn Professor Dr. R. Mäckel, der auch Leiter des genannten Teilprojekts ist, gilt mein ganz besonderer Dank für die ausgezeichnete Betreuung und Unterstützung sowohl im Gelände als auch im Diskussionskreis.

Herrn PD Dr. A. Friedmann bin ich für die vielen Gespräche und vor allem für die Unterstützung bei der Pollenanalyse zu besonderem Dank verpflichtet. Sowohl bei der Bergung des Bohrkerns als auch bei der Arbeit am Mikroskop waren sein Engagement und seine Erfahrung unentbehrlich.

Für die tatkräftige Mitarbeit im Gelände bedanke ich mich besonders bei Herrn J. Seidel, M.A., und Herrn A. Fischer. Frau U. Löffler danke ich für die gewissenhafte Laborarbeit.

Mein Dank gilt ebenso Herrn Professor Dr. H. Küster (Institut für Geobotanik, Hannover) und seinen Mitarbeitern für einen intensiven und lehrreichen zweiwöchigen Kurs zur Pollenanalyse.

Die ¹⁴C-Datierungen erfolgten am Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg unter der Leitung von Dr. B. Kromer. Ihm und seinen Mitarbeitern bin ich für die Bearbeitung von über 40 Proben, ohne die keine präzise zeitliche Einordnung der Sedimente möglich gewesen wäre, sehr dankbar.

Herr Prof. Dr. J. Keller, Institut für Mineralogie, Petrologie und Geochemie der Universität Freiburg, danke ich für die Analysen von LST-Proben.

Für die Aufarbeitung der Torfproben zur Pollenanalyse möchte ich Herrn Dipl. Agrar. Ing. P. Kopal (Institut für Vor- und Frühgeschichte, Universität München) danken.

Herrn A. Geppert (Ettenheim-Altdorf) bin ich für die Benachrichtigung über besondere Aufschlußsituationen in den Neubaugebieten bei Ettenheim sehr dankbar.

Ganz besonders danke ich meiner Frau Christine, die nicht nur durch zahlreiche sonntägliche Spaziergänge im Untersuchungsgebiet, sondern auch durch ihre Geduld und Korrekturarbeiten einen wesentlichen Beitrag zur Erstellung dieser Arbeit beigetragen hat.

Vorwort

Das Einzugsgebiet der Elz hat Anteil an zwei großen naturräumlichen Einheiten: dem Schwarzwald und dem Oberrheintiefland. Während der Schwarzwald vorwiegend von natürlich anmutenden Wald- und Wiesenlandschaften bei insgesamt geringer Bevölkerungsdichte geprägt wird, sind im Oberrheintiefland Agrarflächen, Verkehrswege, Industrie und Siedlungen vorherrschend. Beide Naturräume sind in ihrer heutigen Erscheinung durch das Schaffen des Menschen stark überprägt worden und haben sich auf unterschiedlichem Wege und in verschiedenen Zeiträumen von der Naturlandschaft zur Kulturlandschaft entwickelt. In den Gunstlagen beginnt diese Entwicklung bei kontinuierlicher Besiedlung bereits im Neolithikum. Die Geschichte der Landschaft und Umwelt im Einzugsgebiet der Elz wird aus natürlichen Archiven abgeleitet. Zu diesen Archiven gehören die geschichteten Sedimente der Talauen (Auenlehme) und Hangfußzonen (Kolluvien) sowie die Hoch- und Niedermoore. Auch die Böden und das Relief liefern wichtige Erkenntnisse zu geomorphodynamischen Ruhe- oder Aktivitätsphasen. Durch ¹⁴C-Datierungen und archäologische Befunde können natürliche Veränderungen der Geo-Biosphäre von den anthropogenen unterschieden und zeitlich eingeordnet werden.

Um diese Unterscheidung herauszuarbeiten, konzentrieren sich die Untersuchungen im Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft „Wandel der Geo-Biosphäre in den letzten 15 000 Jahren – Kontinentale Sedimente als Ausdruck sich verändernder Umweltbedingungen“ auf drei Zeitabschnitte (Zeitscheiben) im Spät- und Postglazial mit unterschiedlicher anthropogener Einwirkung auf die Umwelt. Die erste Zeitscheibe umfaßt den Übergang von der letzten Kaltzeit zum Holozän. In diesem Zeitabschnitt war die Entwicklung der Umwelt von der menschlichen Einflußnahme unberührt. Die zweite Zeitscheibe erfaßt das Atlantikum mit dem holozänen Klimaoptimum und den ersten menschlichen Eingriffen in den Naturraum im Laufe der ‚Neolithischen Revolution‘. Die dritte Zeitscheibe soll Erkenntnisse zu den Folgen der intensiven Nutzung der natürlichen Ressourcen durch den Menschen in der Bronze- und Römerzeit liefern (ANDRES 1994).

Diese Beschränkung auf drei Zeitscheiben bleibt in dieser Arbeit unberücksichtigt. Anhand der untersuchten Sedimente und der archäologischen Funde sollen die anthropogenen und natürlichen Veränderungen der Geo-Biosphäre seit dem Spätglazial bis in die Gegenwart untersucht werden. Dies ist insbesondere für den Schwarzwald von Bedeutung, da die natürlichen Archive in diesem Naturraum sehr jung sind und von der dritten Zeitscheibe nicht mehr erfaßt werden.

Die vorliegende Arbeit ist in fünf Teile gegliedert. Zunächst erfolgt eine Beschreibung des Untersuchungsgebiets, die Voraussetzung für die Interpretation der Untersuchungen ist und in den folgenden Kapiteln eine kurze, prägnante Darstellung erlaubt. Anschließend werden die angewandten Arbeitstechniken kurz erläutert. Der dritte Teil der Arbeit umfaßt die geomorphologischen Untersuchungen, die nach den naturräumlichen Einheiten entlang des Elzlaufs gegliedert sind. Die Pollenanalyse Bleichheimer Becken und die Vegetationsgeschichte der Naturräume im Einzugsgebiet der Elz werden im vierten Teil dargestellt. Abschließend faßt das fünfte Kapitel die Ergebnisse chronologisch, nach Kulturepochen gegliedert, zusammen. Die Photos, auf die im Text verwiesen wird, befinden sich im Anhang.

1 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet folgt dem Lauf der Elz von der Quelle (1089 m ü. NN) im Mittleren Schwarzwald bis zur Mündung in den Rhein bei Nonnenweier (155 m ü. NN). Die Elz durchfließt den Landkreis Emmendingen, wobei der Quellbereich jedoch im Schwarzwald-Baar-Kreis liegt. Die Mündung in den Rhein bei Nonnenweier befindet sich im Ortenaukreis. Das Untersuchungsgebiet wird durch den Lauf der Elz und deren Einzugsgebiet definiert (Abb. 1.1 u. 1.2). Im bis Riegel 479 km² großen Einzugsgebiet der Elz sind die wichtigsten Zuflüsse die Wilde Gutach, der Glotterbach und der Brettenbach. Mit dem Zufluß der Dreisam bei Riegel (Einzugsgebiet 597 km²) sowie des Bleichbachs und des Ettenbachs nördlich von Riegel vergrößert sich das Einzugsgebiet der Elz bis zur Mündung auf 1418 km² (MINISTERIUM F. ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT U. UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG 1975). Allerdings wird der Hauptteil des Abflusses von Elz und Dreisam nördlich von Riegel über den Leopoldskanal direkt zum Rhein abgeführt. Über ein Stellwerk wird eine konstante Wassermenge in die noch bis zur Mündung in den Rhein bei Nonnenweier etwa 30 km lange Alte Elz abgeführt. Die Forschungsarbeiten zur Landschaftsgeschichte im Einzugsgebiet der Elz erfolgten entlang ihres Laufs und ihrer Zuflüsse. Zusätzlich konnten im Zartener Becken (Einzugsgebiet der Dreisam) mehrere Aufschlüsse bearbeitet werden, die im Vergleich zum Mittleren Elztal wichtige Erkenntnisse zur Landschaftsgeschichte in einem besonderen Gunstraum im Mittleren Talschwarzwald liefern.

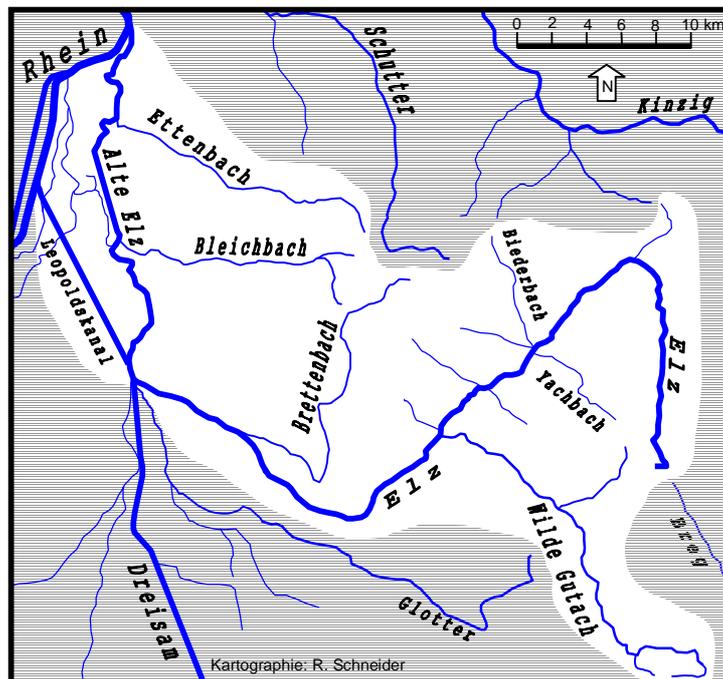


Abb. 1.1: Die Elz und ihre Zuflüsse im Untersuchungsgebiet.

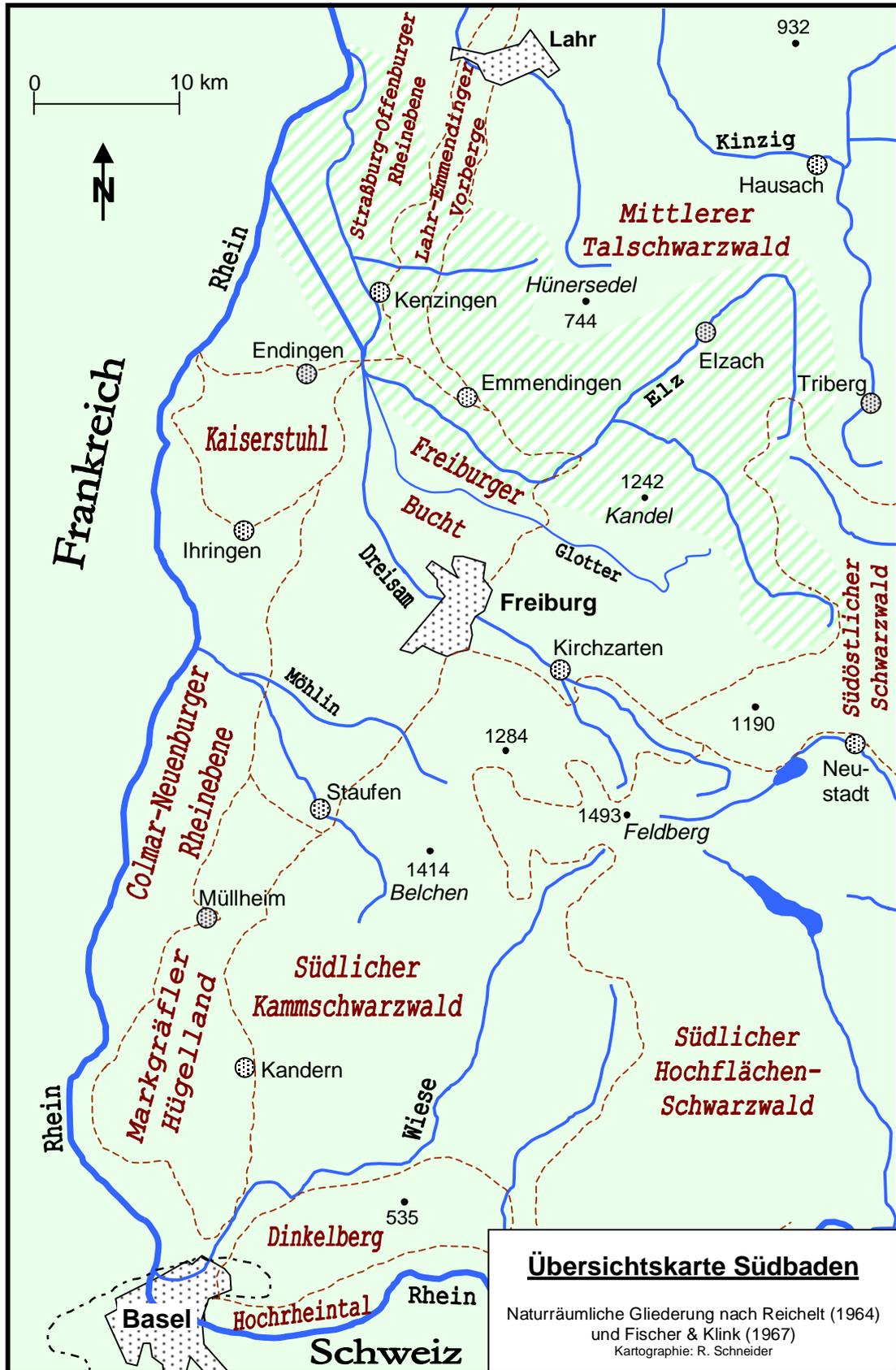


Abb. 1.2: Lage (schraffiert) und naturräumliche Gliederung des Untersuchungsgebiets.

1.1 Die naturräumlichen Einheiten

Das Untersuchungsgebiet hat nach der naturräumlichen Gliederung Deutschlands (MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1962) Anteil am Mittleren Schwarzwald sowie am Mittleren und Südlichen Oberrheintiefland. Im Gebiet des Schwarzwalds liegt der Quellbereich der Elz im *Südöstlichen Schwarzwald*, der Hauptteil des zum Rhein hin entwässernden Flußsystems gehört zum *Mittleren Talschwarzwald* (Abb. 1.2). Die Elz durchfließt den Norden der *Freiburger Bucht*, die ebenso wie der *Kaiserstuhl* zum *Südlichen Oberrheintiefland* gehört. Bis zur Mündung in den Rhein fließt die Elz von Riegel an durch das *Mittlere Oberrheintiefland* und durchquert hier die *Straßburg-Offenburger Rheinebene*. Zwischen dem Mittleren Talschwarzwald und der Straßburg-Offenburger Rheinebene liegen die *Lahr-Emmendinger Vorberge*, die ebenfalls zum Mittleren Oberrheintiefland gehören (FISCHER & KLINK 1967).

Südöstlicher Schwarzwald

Das Landschaftsbild des Südöstlichen Schwarzwalds ist von weitläufigen, im Untersuchungsgebiet auf etwa 900 m ü. NN liegenden Hochflächen geprägt. Da die Donau als Vorfluter des Südöstlichen Schwarzwalds wesentlich höher liegt als der Rhein im Westen, ist die rückschreitende Erosion auf dieser Schwarzwaldseite weitaus weniger aktiv als im Westen. In diesem insgesamt vom ausgeglichenen danubischen Relieftyp geprägten Teil des Schwarzwalds liegt die Quelle der zum Rhein entwässernden Elz (1089 m ü. NN) auf der *Schönwalder Hochfläche*. Ebenfalls auf dieser flach welligen Gebirgsfläche befindet sich die Quelle der Breg, einer der Quellflüsse der Donau. Zwischen diesen beiden Quellen verläuft die europäische Hauptwasserscheide, die vom Einzugsgebiet der Donau aus gesehen hier am weitesten nach Westen ausgreift. Die von Mooren und Rodungsinseln geprägte Waldlandschaft wird vorwiegend grünlandwirtschaftlich genutzt. Der Heubach, einer der Quellflüsse der Wilden Gutach, entspringt ebenfalls im Südöstlichen Schwarzwald in der naturräumlichen Einheit der *Breg-Urach-Riedelkämme*. Der Oberlauf der Elz folgt im Südöstlichen Schwarzwald dem Prechtal-Farnberg-Katzensteig-Graben, in dessen Nord-Südverlauf auch der Breg-Oberlauf liegt. Bis zum Elzknie fließt die Elz im Triberger Granit, auf dem im Bereich Farnberg noch kleine Restflächen an Rotliegendem erhalten sind. Südlich und östlich der Elzquelle am Briglirain steht Paragneis an.

Mittlerer Talschwarzwald

Der Mittlere Talschwarzwald wird durch die Gewässersysteme der Elz und der Kinzig entwässert. Entsprechend dem eng verzweigten Gewässernetz ist dieser Teil des Schwarzwalds durch die tiefe Lage des Vorfluters Rhein stark und dicht zertalt. Die hier besonders wirksame rückschreitende Erosion hat das Grundgebirge in Täler, Kuppen, Rücken, Riedel und einige Hochflächenreste aufgelöst. Im Mittleren Talschwarzwald herrschen Paragneise vor, nördlich der Elz treten vermehrt Orthogneise auf. Die Paragneise sind meist dunkel- bis olivgrau und verwittern oft kleinscherbig und zu lehmigen Böden. Dadurch bilden sie im Gelände überwiegend weiche Formen aus. Die Orthogneise sind hell/dunkelgefleckt und weisen eine flaserige Textur auf. Sie verwittern schwerer als die Paragneise und bilden im Elztal oftmals diskus- bis elliptische Gebilde unter einer grobschuppigen Verwitterungsschicht (Grus) aus (KESSLER 1996).

Durch das Elzknie im ‚Prechtal‘ genannten Flußabschnitt umfließt die Elz den *Elz-Wildgutach-Winkel*, einem von ausgeprägter Reliefenergie und starker Zertalung charakterisierten Gneisgebirge. Diese naturräumliche Einheit ist von über 1000 m ü. NN gelegenen Erhebungen wie dem Gschasikopf (1045 m) oder der Hohen Steig (1008 m) und den tief eingeschnittenen Kerbtälern des Prechtals und des Yachbachs geprägt.

Im Süden liegt zwischen Kandelmassiv und Elz-Wildgutach-Winkel das tief eingeschnittene und zunächst kerbtalförmige *Simonswälder Tal* (Wildgutachgraben). Zur Elz hin verbreitert es sich, so daß die Talsohle Raum für Siedlungen, Grünlandwirtschaft, Acker- und Obstanbau bietet.

Das Kandelmassiv schließt sich im Süden mit den Einheiten *Kandelwald* sowie *Kandel* (1241 m) und *Hochwald* an. Sowohl zum Elztal, zum Glottertal als auch zum Simonswälder Tal fällt das Kandelmassiv steil ab und wird durch die tief eingeschnittenen Täler umgrenzt. Anhand unterschiedlicher Niveaus ist noch heute trotz erheblicher Erosion durch die große Reliefenergie die in Etappen vollzogene Hebung der nach Süden gekippten Scholle ersichtlich (ZIENERT 1961).

Von Unterprechtal bis Waldkirch bildet das *mittlere Elztal* eine eigene naturräumliche Einheit. Das breite Sohltal wird von der Elz in weiten Bögen durchflossen und bietet Raum für größere Siedlungen (Elzach, Winden, Bleibach, Kollnau, Waldkirch) und Landwirtschaft. Der Talquerschnitt ist asymmetrisch mit einem steilen Nordhang.

Während nördlich des mittleren Elztals die Einheiten *Bücherner Wald* und *Hünersedelplatte* vorwiegend aus einem Mosaik an Para- und Orthogneis bestehen, herrscht westlich der Hünersedelplatte der namengebende Buntsandstein im Bereich der *Ettenheimmünsterer Buntsandsteinberge* (*Ottoschwandener Buntsandsteingebiet* und *Lahrer Buntsandsteinberge*) vor, wobei in den hohen Lagen der Muschelkalk erhalten ist. Bei diesen Einheiten handelt es sich um Hochflächen in 450 bis 600 m Höhe, die vor allem an ihren Rändern, also zum Elztal und zum Oberrheingraben hin, stärkere Zertalung aufweisen. Während die Buntsandstein- und Muschelkalkgebiete überwiegend bewaldet sind, werden die Kuppen und Talungen der Gneisgebiete landwirtschaftlich genutzt. Die aus Buntsandstein und Muschelkalk aufgebauten Ettenheimmünsterer Buntsandsteinberge werden, da sie westlich der Schwarzwaldrandverwerfung liegen, in der Geologie (GEYER & GWINNER 1991) im Gegensatz zur naturräumlichen Gliederung Deutschlands der Vorbergzone und nicht dem Mittleren Schwarzwald (FISCHER & KLINK 1967) zugerechnet.

Entlang der tektonischen Störungen im Mittleren Talschwarzwald finden sich Mineralgänge, die insbesondere im Spätmittelalter bergbaulich genutzt wurden. An der Schwarzwaldrandverwerfung finden sich im Brettenbachtal am Schloßberg Keppenbach (Grube Silberloch) und parallel dazu am Eberbächle (Grube Caroline) Gänge, deren Mineralgehalt vorwiegend aus Schwerspat, Siderit und Bleiglanz besteht. Silber und Eisenerz wurden aus einem in Nordwest-Südostrichtung streichenden Mineralgang im Suggental abgebaut. An der Elztalverwerfung liegt bei Bleibach die Grube Gottessegen im Silberwald. Hier kamen Quarz-Schwerspat-Gänge mit Blei-Zinkerzen zum Abbau. Beim Emlerhof im Uebental nördlich von Waldkirch wurden Quarz-Schwerspat und Fahlerz abgebaut (KESSLER & LEIBER 1991, MAUS 1996, HÜTTNER 1999).

Freiburger Bucht

Die kanalisierte Elz durchfließt den Norden der zum Südlichen Oberrheintiefland gehörenden Freiburger Bucht vom Ausgang des Elztals (235 m ü. NN) bis zur Riegeler Pforte (180 m ü. NN). Die aus dem Schwarzwald heraustretenden Flüsse Elz, Glotter und Dreisam haben hier im Laufe der Würm-Eiszeit große Schwemmfächer ausgebildet, die im Spätglazial zur Plombierung des Ostrheins am Kaiserstuhlrand im Westen der Freiburger Bucht geführt haben. Auch die auffällige Mündungsverschleppung des Brettenbachs ist auf die Blockierung durch den mächtigen Elz-Schwemmfächer zurückzuführen (FRESLE 1969, MÄCKEL & FRIEDMANN 1999). Die pleistozänen Schwarzwaldschotter, die die *Elz-Dreisam-Niederung* aufbauen, sind von Elz, Glotter und Dreisam im Holozän zerriedelt und mit Auenlehm überlagert worden. Löß kommt nur inselhaft in diesem Naturraum vor. Eine ackerbauliche Nutzung wurde durch die Kanalisierung der Flüsse dieser ehemals feuchten Niederung ermöglicht.

Lahr-Emmendinger Vorberge

Bei den zum Mittleren Oberrheintiefland gehörenden Lahr-Emmendinger Vorbergen handelt es sich um lößbedeckte und nur auf den Kuppen bewaldete, der Schwarzwaldwestrandverwerfung vorgelagerte Schollen aus mesozoischen und tertiären Gesteinen. Von der Rheinebene setzt sich die Vorbergzone durch einen markanten Steilabfall ab. An diesen Hängen tritt meist das Anstehende zutage, im Süden vorwiegend Muschelkalk, zwischen Kenzingen und Ettenheim zumeist Dogger. Das Bleichheimer Becken bildet die Grenze zwischen den *Ettenheimer Vorbergen* im Norden und den *Emmendinger Vorbergen* im Süden. Die durchgeführten Untersuchungen konzentrieren sich vor allem auf den südlichen Teil dieser lößüberkleideten und 250 bis 300 m hohen Hügellandschaft. Die Lößüberkleidung und das günstige Klima ermöglichen Obst- und Weinbau.

Straßburg-Offenburger Rheinebene

Von der Riegeler Pforte wird das Wasser von Elz und Dreisam über den Leopoldskanal quer durch die *Forchheimer Platte* dem Rhein zugeführt. Auf dieser lößbedeckten Niederterrassenplatte fließt der eigentliche Flußlauf, die Alte Elz, zunächst am Ostrand in großen Bögen entlang des Steilabfalls der Emmendinger Vorberge bis Kenzingen, wo er die nach Nordwesten ziehende *Elzniederung* erreicht. Diese waldfreie, von Riedwiesen dominierte Abflusniederung des Unterlaufs der Elz reicht von Kenzingen über Rust bis Kappel. Die Elz fließt hier in weiten Mäanderbögen, ist jedoch im Bereich des Naturschutzgebietes Elzwiesen begradigt. Nördlich der Niederung schließt sich die Einheit der *Mahlberg-Kippenheimweiler Platte* an, die vom Ettenbach, einem Zufluß der Elz, durchquert wird. Die Terrassenreste dieser Platte sind von moorigen, mit Erlenbruchwäldern bestandenen Niederungen durchsetzt. Nördlich von Kappel erreicht die Elz mit der *Weisweiler Wald- und Mooraue* die Rheinaue. Die Auenzone des Rheins ist bewaldet, sie enthält Moorflächen und wird von zahlreichen Altwasserläufen durchzogen. Bei Nonnenweier erreicht die Elz im Süden der *Ottenheimer Waldaue* den Rhein.

1.2 Das Klima

Das Einzugsgebiet der Elz befindet sich in der Klimazone der gemäßigten Breiten Mitteleuropas. Vom Atlantik und aus dem Mittelmeerraum strömen vor allem feuchte und warme subtropische Luftmassen, vom östlichen kontinentalen Raum und aus den nördlichen und polaren Breiten hingegen relativ trockene und kühle Luftmassen und treffen hier zusammen. Die hieraus resultierenden Fronten, die das Gebiet überqueren, sind in Verbindung mit eingelagerten Zwischenhochs für den Witterungsablauf verantwortlich. Das Klima im Untersuchungsgebiet wird vor allem durch die orographischen Verhältnisse, die erheblichen Höhenunterschiede sowie die Lage zur südwestlichen Hauptwindrichtung geprägt.

Für die Untersuchungen zur Landschaftsgeschichte sind vor allem die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse in den verschiedenen Naturräumen von Interesse, da sie sowohl für den Besiedlungsgang als auch für die geomorphodynamischen Prozesse ausschlaggebend sind. So wurden zunächst die klimatischen Gunstgebiete besiedelt, wozu vor allem das Oberrheintiefland, aber auch das Zartener Becken im Mittleren Talschwarzwald gehören. Für die Geomorphodynamik sind insbesondere Starkniederschläge und ihre Auswirkung auf das Hochwassergeschehen von Bedeutung, da sie in kürzester Zeit durch Erosions- und Akkumulationsvorgänge zu erheblichen Materialverlagerungen führen.

Die Klimaänderungen im Holozän (v. RUDLOFF 1980, LÜTTIG 1988, SCHÖNWIESE 1995) haben große Bedeutung für den Besiedlungsgang und die geomorphodynamischen Prozesse. Sie werden bei der Interpretation der Aufschlüsse und Bohrprofile berücksichtigt und bei der Beschreibung der Landschaftsgeschichte (Kap. 5) einbezogen.

Temperaturverhältnisse

Das Oberrheintiefland hat infolge der aus Südwesten durch die Burgundische Pforte zuströmenden warmen und feuchten Luftmassen mit einem Jahresmittel der Temperatur um 10°C ein recht mildes Klima. Auf den Hochlagen des Schwarzwalds sinkt dieser Wert hingegen auf bis unter 4°C, was einer vertikalen Temperaturabnahme von etwa 0,6 K/100 m entspricht (REKLIP 1995). Im Jahresverlauf schwankt jedoch der Temperaturunterschied zwischen Oberrheintiefland und Hochlagen erheblich.

Die mittlere Lufttemperatur weist im Januar verhältnismäßig geringe Unterschiede auf: Im Bereich des Oberrheintieflands liegt sie bei 0°C, im Schwarzwald um 0° bis -1°C und sinkt lediglich in den Gipfellagen (Kandel, Rohrhardsberg) auf -2°C. Im April wird die Klimagunst des Oberrheintieflands mit einer schnellen Erwärmung deutlich: Hier beträgt der Mittelwert 9°C, in der Vorbergzone und im Kaiserstuhl 8°C. In den Tälern des Mittleren Schwarzwalds (Elztal, Simonswälder Tal) werden nur noch 7°C im Aprilmittel erreicht, die Hochlagen um Kandel und auf der Schönwalder Hochfläche weisen 5°C auf, die Werte für die Gipfellagen bleiben unter 4°C. Im Juli erreicht die mittlere Lufttemperatur am Oberrhein 18°C, im Bereich der Vorberge und des mittleren Elztals 17°C, die höhergelegenen Talbereiche im Mittleren Talschwarzwald weisen Werte um 16°C auf, und die Hochlagen um Kandel und auf der Schönwalder Hochfläche bleiben unter 15°C. Im Herbst macht sich eine langsamere Abkühlung der Hochlagen bemerkbar. Infolge von Inversionswetterlagen und dem Absinken der Kaltluft werden geringere Unterschiede der mittleren Lufttemperatur im Untersuchungsgebiet gemessen. So erreicht der Wert um den Rohrhardsberg noch 6°C, die Täler des

Mittleren Talschwarzwalds liegen bei 7°C und das Oberrheintiefland um 9°C (REKLIP 1995, TIBORSKI 1999).

Entsprechend ist auch die Vegetationsperiode von der Höhenlage und der Exposition abhängig. Wie in Tabelle 1.1 ersichtlich, steigt die Anzahl der Tage mit einer mittleren Dauer des Temperaturmittels von 5°C von den Gipfeln des Mittleren Talschwarzwalds zum Oberrheintiefland von 190 auf 250 Tage im Jahr. Auch die Zahl der Frost- und Eistage zeigt die mit steigender Höhenlage kürzer werdende Vegetationsperiode an: Werden im Oberrheintiefland noch weniger als 20 Eistage gezählt, so sind es auf der Schönwalder Hochfläche im Quellbereich der Elz bereits mindestens doppelt so viele. Die Anzahl der Frost- und Eistage sind für die geomorphodynamischen Prozesse von besonderer Bedeutung, da sie gleichzeitig die Intensität der Frostverwitterung und die Länge der Bodenfrostperiode in den höheren Lagen widerspiegeln. Über gefrorenen Böden, die nur oberflächlich angetaut sind, führen Niederschläge durch den hohen Oberflächenabfluß zu verstärkter Erosion. Zudem kann starker Niederschlag in den Hochlagen durch schnellen Abfluß über gefrorene Böden Hochwasser an den Mittel- und Unterläufen der Flüsse bewirken.

Tab. 1.1: Dauer des Lufttemperaturmittels (5°C/10°C), Frost- und Eistage.

Lokalität	Mittlere Dauer des Lufttemperaturmittels (Tage)		Frosttage (Tagestiefstwert unter 0°C)	Eistage (Tageshöchstwert unter 0°C)
	min. 5°C	min. 10°C		
Oberrheintiefland (± 175 m ü. NN)	240	170	< 80	< 20
Kaiserstuhl/Vorbergzone/ Mittleres Elztal (250-350 m ü. NN)	230	160		
Prechtal/Hochwald (350-550 m ü. NN)	220	150	100-120	< 30
Schönwalder Hochfläche (± 950 m ü. NN)	200	130	> 120	40
Kandel/Rohrhardsberg (> 1100 m ü. NN)	190	120	> 140	50

(Quelle: TIBORSKI 1999)

Niederschlag

Mit der Höhenlage nehmen die mittleren Niederschlagsmengen im Untersuchungsgebiet deutlich zu. Wie in Abbildung 1.3 ersichtlich, erhält Königschaffhausen am nördlichen Kaiserstuhlrand durchschnittlich 670 mm Jahresniederschlag. Im Südöstlichen Schwarzwald werden in Furtwangen 1649 mm/Jahr gemessen. Die Niederschlagskurven weisen für das Oberrheintiefland und den Mittleren Talschwarzwald die höchsten Niederschläge im Sommer auf. Während die Wintermonate im Oberrheintiefland mit monatlichen Niederschlagsmitteln zwischen 30 und 50 mm besonders trocken sind, zeigen die breiten Talbereiche (Mittleres Elztal, Simonswälder Tal) ein sekundäres Niederschlagsmaximum in den Monaten Dezember und Januar auf. Die Hochlagen des Südöstlichen Schwarzwalds erhalten hingegen im Winter die höchsten Niederschläge.

Als Schnee fällt der Niederschlag im Oberrheintiefland an weniger als 20 Tagen im Jahr, in den Vorbergen und im mittleren Elztal können bis zu 30 Tage mit Schneefall im Jahr gezählt werden. Die höheren Lagen um Hünersedel, im Simonswälder Tal oder im Prechtal erhalten etwa 50 Schneetage, auf den Gipfellagen (Kandel/Rohrhardsberg) sind es über 70. Entsprechend findet man im Mittleren Schwarzwald an mindestens 50 Tagen im Jahr eine geschlossene Schneedecke vor, an Kandel und Rohrhardsberg an bis zu 120 Tagen.

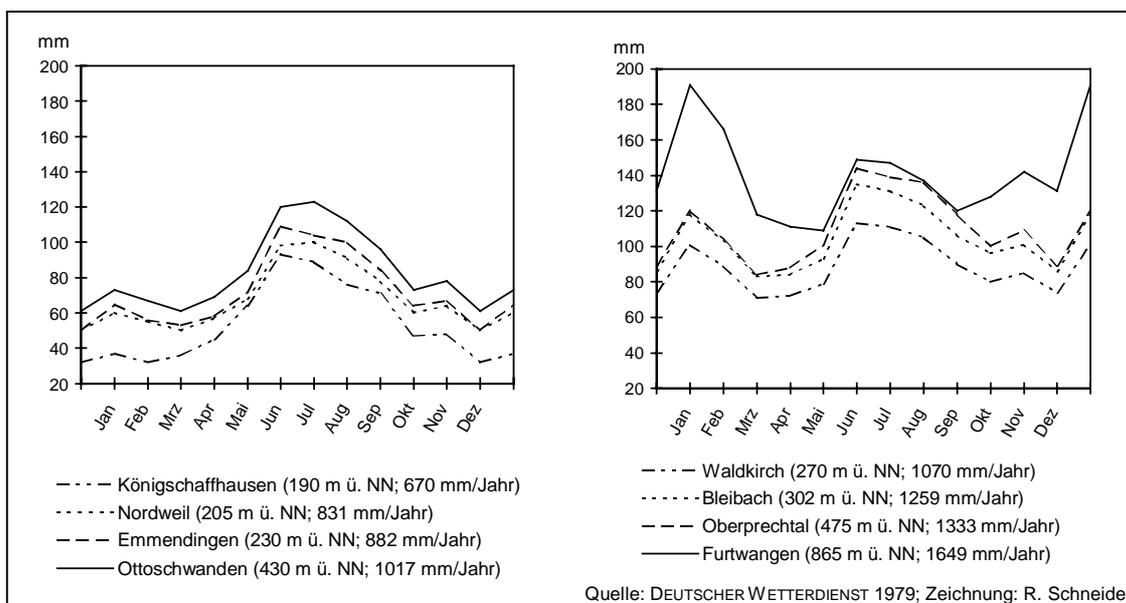


Abb. 1.3: Ausgewählte Niederschlagskurven für das Elz-Einzugsgebiet.

Wie aus Tabelle 1.2 hervorgeht, steigt ab einer Niederschlagsmenge von $1,0 \text{ l/m}^2$ pro Tag die Häufigkeit von Starkniederschlägen mit zunehmender Höhenlage. Niederschläge mit geringeren Mengen haben in tieferen Lagen eine höhere Frequenz als in den höheren Lagen. TRENKLE (1987) weist darauf hin, daß die Gewitterhäufigkeit keine ausgesprochene Höhenabhängigkeit wie die Temperatur oder die Niederschlagsmenge aufweist. Vielmehr

Tab. 1.2: Zahl der Tage mit Niederschlagsmengen von $0,1 \text{ l/m}^2$, 1 l/m^2 , 10 l/m^2 und 20 l/m^2 .

	0,1	1,0	10	20
Freiburg	188	133	29	7
Waldkirch	185	135	33	10
Bleibach	178	137	40	12
Elzach	174	141	44	14
Oberprechtal	174	148	47	15
Obersimonswald	175	153	54	18
Furtwangen	196	160	58	20

(Quelle: TRENKLE 1987)

schaffen die hochgelegenen Heizflächen und die stark beschienenen Hänge der Vorbergzone sowie die tief eingeschnittenen Schwarzwaldtäler günstige Voraussetzungen für die Ausbildung von Wärmegewittern oder für die Verstärkung von Frontgewittern. Die Gewitterhäufigkeit liegt im Gebiet St. Märgen-Kandel und Brend-Rohrhardsberg mit jährlich 20 bis 25 Tagen etwas niedriger als in der Vorbergzone und im Oberrheintiefland mit 25 bis 30 Gewittertagen (TIBORSKI 1999). Diese Werte

zeigen, daß der Mittlere Schwarzwald und das Oberrheintiefland gleichermaßen von den verstärkten Erosionsprozessen infolge von lokalen Starkniederschlägen bei Gewittern betroffen sind. Die zahlreichen Tage mit hohen Niederschlagsmengen im Schwarzwald

bewirken nicht nur die häufigen Hochwasser in den Tälern (Kap. 1.5), sondern führen auch bei ausreichender Bodendurchfeuchtung zu Hangrutschungen und Murabgängen (Kap. 3.2.5).

1.3 Die Böden

Die vielfältige naturräumliche Ausstattung des Untersuchungsgebiets spiegelt sich auch im kleinräumigen Mosaik verschiedener Böden wider, die sich entsprechend der jeweiligen Besonderheiten der Lokalitäten entwickelt haben (Abb. 1.4). Faktoren für die Entwicklung der Vielfalt der Böden sind die verschiedenen bodenbildenden Gesteine mit ihren unterschiedlichen petrographischen Eigenschaften (Kalk-, Mergel-, Ton- und Silikatgesteine), die klimatischen Bedingungen mit den lokalen hygrischen und thermischen Ausprägungen sowie die Intensität des anthropogenen Eingriffs in die natürliche Vegetationsdecke durch Landwirtschaft und Siedlung (HÄDRICH & STAHR 1997).

Entlang des Rheins mit den zahlreichen erhaltenen Altarmen und den Schwankungen des Grundwasserstands sind Auengleye vorherrschend. Mit der Zunahme der Vermischung von Rhein- und Schwarzwaldmaterial zur Niederterrasse hin treten vermehrt Vegen auf. Auch im Bereich der Elzaue hat sich auf den kalkfreien Auensedimenten Vega und Gley-Vega entwickelt.

Die Rhein-Niederterrasse ist im Bereich der Löß- und Schwemmlößüberdeckung von mittelgründigen Parabraunerden geprägt. Mittel- bis tiefgründige Parabraunerden finden sich auf der Niederterrasse im Bereich der Hochflutlehme der aus dem Schwarzwald kommenden Rheinzuflüsse. Auf der Forchheimer Platte kommt es durch intensive landwirtschaftliche Nutzung im von Kuppen und Mulden geprägten Relief bei Starkregen zur flächenhaften Abtragung des Feinmaterials. Hier entstehen tiefgründig humose und kalkhaltige Kolluvisole (HÄDRICH 1999).

Die Elzaue im Norden der Freiburger Bucht ist von Auengleyen, Gley-Vegen und Vegen geprägt. Infolge des Grundwasserstaus südlich der Riegeler Pforte ist im Bereich der kieshaltigen Hochflutlehme auf den Niederterrassenschottern der Grundwasserstand mit 0,5 bis 2 m unter Flur so hoch, daß sich hier Gleye, Braunerde-Gleye und Gley-Braunerden entwickelt haben.

Auf den Lößflächen der Emmendinger Vorberge ist wie im Kaiserstuhl die Pararendzina vorherrschend. An den Stellen, wo Muschelkalk oder Buntsandstein zutage tritt, liegt vorwiegend Parabraunerde vor, die mit zunehmender Höhe infolge des verstärkten Niederschlags die Eigenschaften einer Pseudovergleyung aufweist. Im Mittleren Talschwarzwald dominieren die Braunerden. Über den Sandsteingebieten handelt es sich um Podsol-Braunerden, über Gneis und Granit um reine Braunerden. In den Hangschutt- und Talschotterbereichen der Gneisgebiete überwiegen Pseudogley-Parabraunerden. Kolluvisole kommen in den Hangfußzonen infolge der landwirtschaftlichen Nutzung vor. An den steilen Hängen der tief eingeschnittenen Täler befindet sich das Verbreitungsgebiet der Syroseme, Ranker und Regosole.

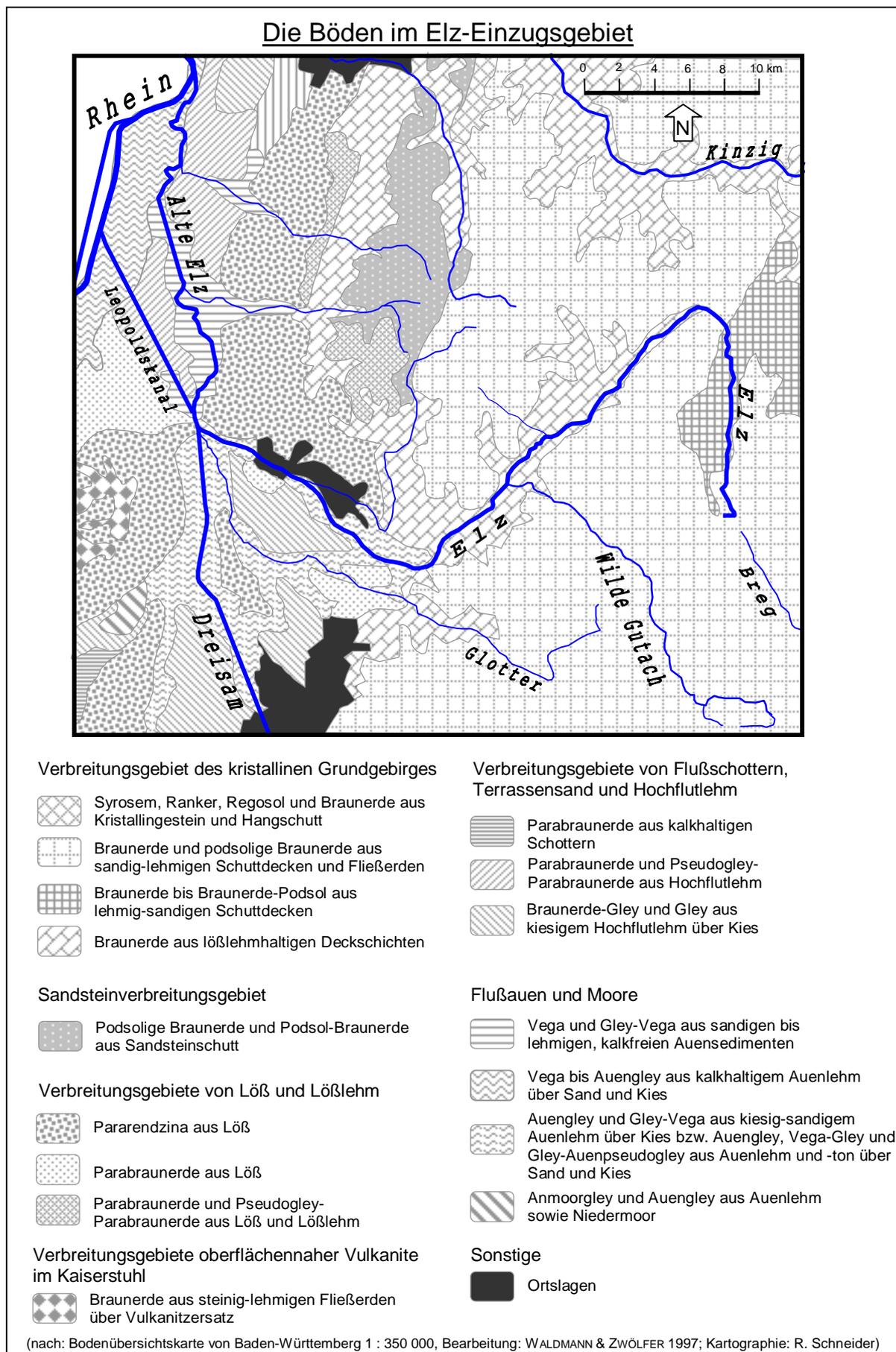


Abb. 1.4: Karte der Böden im Untersuchungsgebiet.

1.4 Die Vegetation

Die verschiedenartigen naturräumlichen Einheiten des Untersuchungsgebiets spiegeln sich in einer vielseitigen Vegetation wider (Abb. 1.5). Das Einzugsgebiet der Elz hat infolge der großen Höhenunterschiede Anteil an vier Vegetationsstufen (kollin bis 300 m, submontan bis 600 m, montan bis 1000 m und hochmontan bzw. subalpin über 1000 m). Flußniederungen, Lößlandschaften, tief im Grundgebirge eingeschnittene Täler oder hoch gelegene Muldentäler und Gipfellagen sowie die klimatische Vielfalt führen zu einer großen Fülle an verschiedenen Standorten, die heute eine durch den Menschen überprägte Zusammensetzung der Vegetation aufweisen (KNOCH 1981, WILLMANS 1989 u. 1995, GEIGER & KNOCH 1999).

Entlang der Flüsse liegen die Standorte der Auenwälder (Abb. 1.5). Die Bildung dieser auf den Flußsedimenten gedeihenden Vegetation ist an episodische oder periodische Hochwasser und an einen hohen Grundwasserstand gebunden. Durch die weitgehende Kanalisierung, Regulierung und Begradigung der Elz und des Rheins im 19. Jahrhundert sind diese Standortbedingungen im wesentlichen nur noch im Naturschutzgebiet Taubergießen und entlang einiger Altarme am Rhein vorhanden. Charakteristisch für die Weichholzaue am Ufersaum sind die Silberweide (*Salix alba*) und die Brennessel (*Urtica dioica*). Die Hartholzaue auf den etwas höheren und trockeneren Standorten wird von Feldulme (*Ulmus carpinifolia*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) geprägt. Durch den Ausbau der Flüsse wurden die Auenbereiche landwirtschaftlich nutzbar. Flußnah erfolgt wegen des hohen Grundwasserstandes vorwiegend Grünlandwirtschaft sowie untergeordnet Forstwirtschaft (Laubmischwald als Mittel- und Niederwald). Die flußferneren Bereiche werden ackerbaulich genutzt. Flußbegleitende Niedermoore wurden durch den Gewässerausbau oder durch Trockenlegung zerstört. Sie kommen noch in den muldentalförmigen Oberläufen der Flüsse vor (Elz und Wilde Gutach), wo sie extensiv bewirtschaftet werden. Die Hochmoore in den Karen (z.B. Schurtenseekar im Simonswälder Tal) werden durch Fichtenforste oder Moorbirkenwälder überprägt.

In der Straßburg-Offenburger Rheinebene und in der Freiburger Bucht ist der Stieleichen-Hainbuchenwald vorherrschend. Er hat die durch die hydrologischen Eingriffe veränderten Wuchsorte der Erlen-Eschen-Wälder eingenommen (GEIGER & KNOCH 1999). Für Buchenwälder ist das durch Grundwasserschwankungen verursachte Vernässen und Austrocknen der lehmigen und tonigen Böden weniger gut geeignet, so daß die Eichen-Hainbuchen-Mischwälder (*Carpinion betuli*) hier als edaphisch bedingte Spezialgesellschaft anzusprechen sind (MÜLLER & OBERDORFER 1974). Waldgebiete sind in diesem landwirtschaftlich geprägten Naturraum (v.a. Ackerbau: Mais, Tabak, Weizen) nur noch als Forste mit geringem Flächenanteil vorhanden.

Die Lahr-Emmendinger Vorberge werden intensiv genutzt und sind weitgehend terrassiert. Die mächtige Lößauflage und das günstige Klima ermöglichen Weinbau und Obstanbau, zwischen den Anbauflächen sind nur wenige Gebüschstreifen vorhanden. Lediglich diejenigen Bereiche, in denen das Anstehende zutage tritt, sind mit Eichen-Buchenwälder und Hainbuchen bewaldet.

In den submontanen Lagen des Mittleren Talschwarzwalds besteht die Vegetation vorwiegend aus Rotbuchen, an feuchten Standorten und in Ufernähe kommen Eschen (*Fraxinus excelsior*) und Bergulmen (*Ulmus scabra*) hinzu. Große Verbreitung hat im Elztal in dieser Höhenlage im Bereich des Unterwuchses die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), aber auch Hainsimsen (*Luzula sylvatica*) und Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*) prägen die Bodenflora (KNOCH 1981, WILMANN 1995).

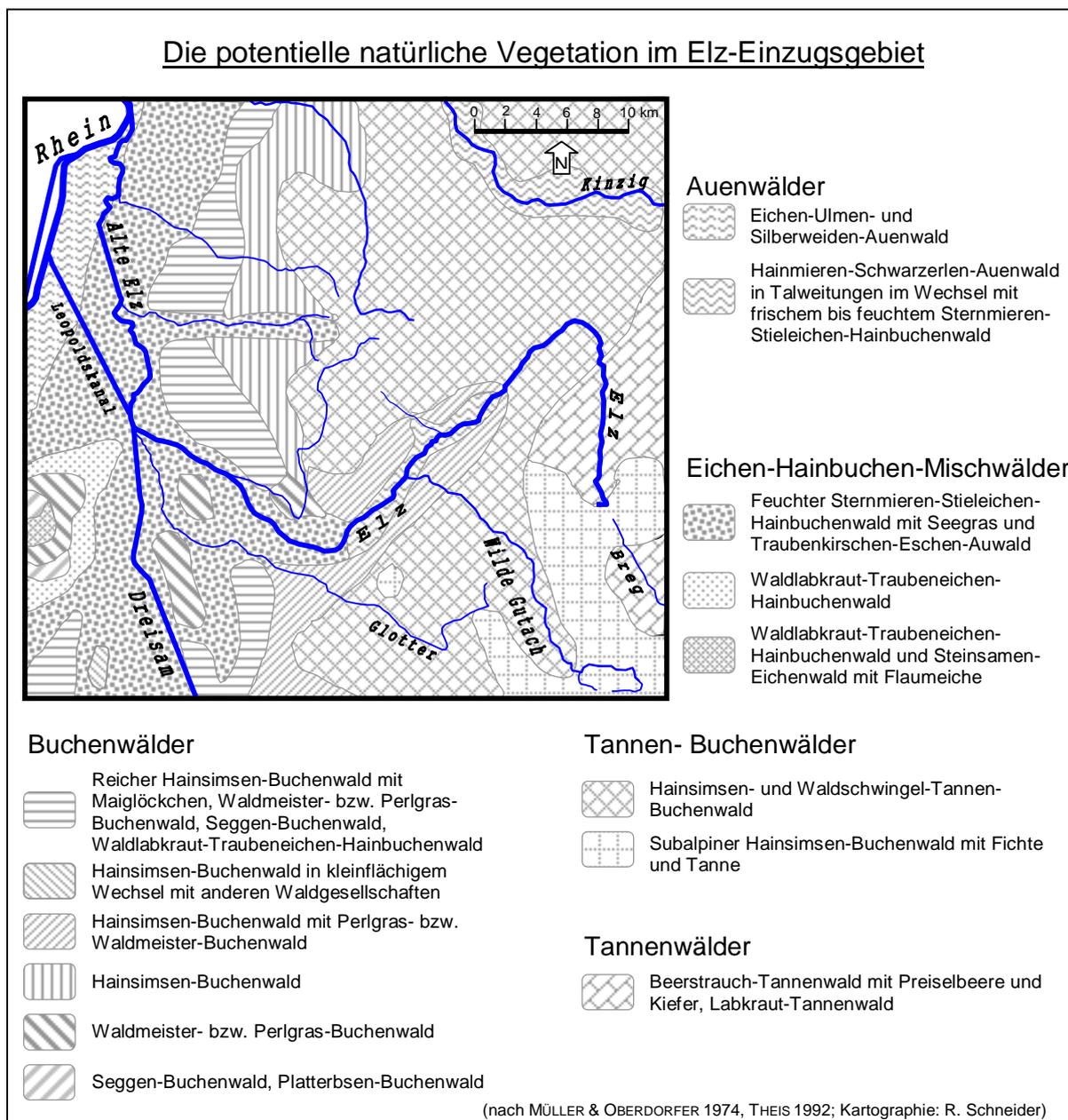


Abb. 1.5: Karte der potentiellen Vegetation im Untersuchungsgebiet.

Am Aufbau der montanen Wälder sind Buchen und Tannen (insbesondere Weißtannen), aber auch Eichen beteiligt. Aufforstungen wurden in diesem Bereich früher mit Tannen vorgenommen, heute verwendet man meist Fichten und Douglasien (*Pseudotsuga taxifolia*). Die Bodenflora wird im Bereich dieser Vegetationsstufe von Waldschwingel (*Festuca altissima*), Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*) und Heckenkirsche (*Lonicera nigra*) geprägt. Feuchte Standorte sind vorwiegend mit Farnen bewachsen. Kennzeichnend für den Talboden sind durch die Gräben der Wiesenbewässerung durchzogene Talwiesen und die artenreiche flußbegleitende Vegetation entlang der Elz. Aus Tanne (*Abies alba*), Buche (*Fagus sylvatica*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Fichte (*Picea abies*) setzen sich die hochmontanen bzw. subalpinen Bergwälder im Gebiet des Rohrhardsbergs, des Brends und des Kandels zusammen. Vorherrschend im Unterwuchs sind Bergampfer (*Rumex arifolius*), Alpendost

(*Adenostyles alliariae*) und Alpenmilchlattich (*Cicerbita alpina*). Die landwirtschaftlichen Nutzflächen bilden ein Mosaik mit den Waldflächen, wobei letztere insgesamt überwiegen. Die Auenbereiche werden grünlandwirtschaftlich (Weiden und Mähwiesen) genutzt, Ackerbau wird nur untergeordnet betrieben. Zahlreiche offene Flächen wurden in den letzten Jahrzehnten in Forste überführt.

1.5 Die Elz – Längsprofil und Abflußverhältnisse

Die Elz ist die wichtigste Entwässerungslinie im Untersuchungsgebiet. Im Grundgebirge des Mittleren Talschwarzwalds liegt ein dichtes, dendritisches Entwässerungsmuster vor. Auf den Buntsandstein- und Muschelkalkpartien im Norden der Elz ist das Gewässernetz aufgrund der höheren Durchlässigkeit des Gesteins weitmaschiger. Die Freiamter Buntsandsteinscholle bildet hier jedoch mit ihrer relativ hohen Gewässerdichte eine Ausnahme. Ursache hierfür ist die geringere Zerklüftung und der dadurch geringere Grundwasserabfluß als in den anderen Buntsandsteingebieten. Mit dem Norden der Freiburger Bucht erreicht die Elz das Oberrheintiefland und hat hier wie die Glotter und die Dreisam am Talausgang einen Schwemmfächer aufgebaut. Typisch für die Freiburger Bucht und die Straßburg-Offenburger Rheinebene sind Mündungsverschleppungen. Der Brettenbach vollzieht beim Eintritt in die Freiburger Bucht einen deutlichen Knick und fließt bis Emmendingen parallel zur Elz. Auch die Glotter fließt nach dem Austritt aus dem Mittleren Schwarzwald weitgehend parallel zur Elz, bis an die Engstelle, die durch die Riegeler Pforte gebildet wird, wo Elz, Dreisam und Glotter zusammenfließen. Auch die Mündung der Elz in den Rhein ist von Riegel bis Nonnenweiher verschleppt, der 12 km lange Leopoldskanal führt jedoch jegliche Wassermengen, die 8,5 m³/s überschreiten, direkt zum Rhein ab. Der etwa 30 km lange Lauf der Alten Elz erreicht teilweise mäandrierend, teilweise begradigt bei Nonnenweiher den Rhein. Ihre Zuflüsse in diesem Abschnitt sind ebenfalls weitgehend kanalisiert und begradigt. In der Offenburger Rheinebene ist die Mündungsverschleppung des Bleichbachs deutlich zu erkennen, der Ettenbach hingegen fließt von Ost nach West der Elz direkt zu und vollzieht lediglich einen Kilometer vor der Mündung einen nach Norden gerichteten Bogen. Sowohl in der Freiburger Bucht als auch in den Vorbergen und der Offenburger Oberrheinebene wurde insbesondere im 19. Jahrhundert so stark in die Flußläufe zur Hochwassersicherung und zur Melioration eingegriffen, daß heute kaum noch natürliche Fließgewässer vorkommen.

Das Längsprofil der Elz (Abb. 1.6) spiegelt deutlich die verschiedenen Naturräume wider. Im Mittleren Schwarzwald zeigt der Wechsel zwischen konkaven und konvexen Flußpartien einen recht unausgeglichene Verlauf an. Das Profil erfährt mit dem Eintritt in die Freiburger Bucht eine Glättung und ist bis zur Mündung in den Rhein so flach, daß von einer Darstellung abgesehen wurde.

Der Quellbereich der Elz ist mit 8,2 % einer der steilsten. Das muldenförmige Hochtal im Südöstlichen Schwarzwald weist ein durchschnittliches Gefälle von 2,4 % auf. Diese mittlere Neigung erfährt durch Querriegel wie am Korallenhäusle stellenweise eine Versteilung des Gefälles. Mit den Elzfällen erfolgt der Eintritt in den Mittleren Talschwarzwald mit einer

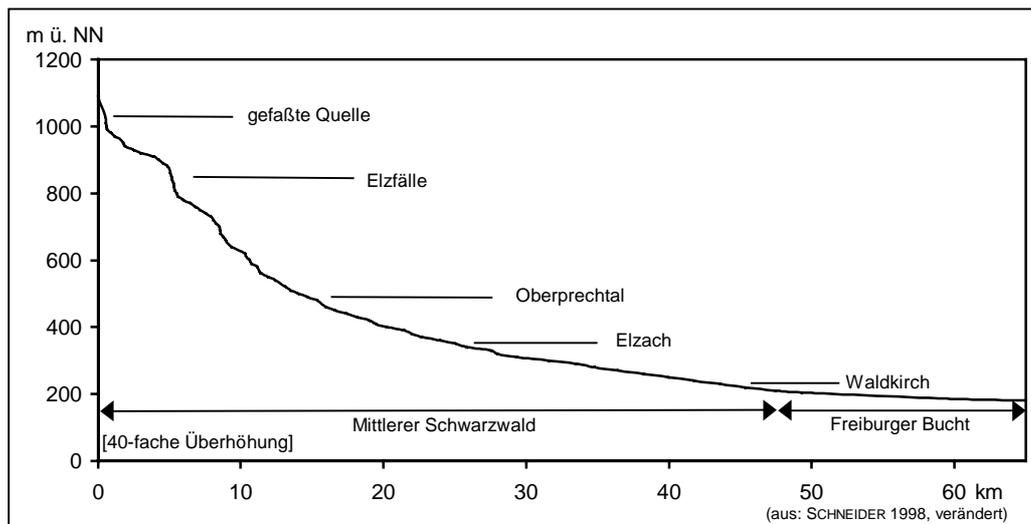


Abb. 1.6: Längsprofil der Elz im Mittleren Schwarzwald und in der Freiburger Bucht.

ausgeprägten rückschreitenden Erosion. Im Hinterprechtal, also von den Elzfällen bis zum Elzknie bei Oberprechtal, beträgt das Gefälle 5 %. Das tief eingeschnittene Kerbtal ist jedoch nicht durchgehend so steilhängig, vielmehr wechseln sich steile Abschnitte mit Verebnungsniveaus – lokalen Erosionsbasen – wie bei Elzhof, Dornebelmatte und Elzbach ab, die in der Gefällskurve als kleine Stufen wiedergegeben werden. Bei Oberprechtal vollzieht der Lauf eine Wende nach Südwest und erreicht den oberen Mittellauf. Im Bereich des Elzknies ist das Gefälle mit 1,8 % noch relativ hoch, reduziert sich von nun an aber rasch. Das Prechtal bis Elzach ist bereits mäßig flach (1,6 %). Auf 0,7 % sinkt der Wert im Windener Elztal. Im Elzgraben fließt die Elz im Bereich der leichter erodierbaren Gneise, so daß hier ein schon recht ausgeglichenes Längsprofil vorliegt. Lediglich die Schwemmfächer der Zuflüsse und Hangschuttmassen bilden Riegel, die die Elz zum Ausweichen zwingen und etwas steilere Gefällspartien verursachen. Im weiteren Verlauf bis Riegel sinkt das Gefälle auf unter 0,3 % und bis zur Mündung noch darunter.

Die kleinen Zuflüsse im Mittleren Schwarzwald haben oft Wildbachcharakter und werden meist Dobel genannt. Der größte Zufluß der Elz im Schwarzwald, die Wilde Gutach, hat ein recht ähnliches Gefällsmuster. Der Quellbereich im Südöstlichen Schwarzwald weist geringe Hangneigung auf. Es folgt nach dem Zusammenfluß von Glaserbach und Heubach ein tief eingeschnittenes und steiles Kerbtal im Mittleren Talschwarzwald, welches sich im Mittellauf zu einem flacheren Sohltal öffnet. Im Mündungsbereich bei Bleibach drängt der Schwemmfächer der Wilden Gutach die Elz nach Norden ab (SEIDEL 1999).

Die für die Abflußverhältnisse wichtige Verteilung und Menge der Niederschläge im Elzgebiet wurde bereits besprochen. Diese sind durch ihren Einfluß auf die fluvialhydrologischen Parameter Abflußhöhe (mm), Abflußmenge (m^3/s) und Durchschnittsgeschwindigkeit (m/s) für die Flußentwicklung von großer Bedeutung. Im Untersuchungsgebiet befinden sich an der Elz zwei Pegelanlagen, die durch langjährige und kontinuierliche Messung diesbezüglich aufschlußreiche Daten liefern. Der Pegel „Rohrhardsberg“ befindet sich direkt oberhalb der Elzfälle in 877,65 m ü. NN und wird seit 1954 betrieben. Das Einzugsgebiet der Elz beträgt hier 7,45 km^2 . Der zweite Pegel „Gutach“ liefert seit 1940 Daten und befindet sich in 282,3 m Höhe. Hier ist das Einzugsgebiet der Elz 303 km^2 groß. Der Pegel Riegel liegt bereits jenseits des Zusammenflusses von Dreisam, Glotter und Elz und umfaßt dadurch ein 1107 km^2 großes Einzugsgebiet. Hier liegen jedoch keine kontinuierlichen Meßreihen vor. In der nachfol-

genden Abbildung 1.7 sind die Abflußkurven für die Pegel Rohrhardsberg und Gutach dargestellt. Am Pegel Gutach wurden die Werte von 1941 bis 1995 ausgewertet, am Pegel Rohrhardsberg diejenigen von 1955 bis 1979.

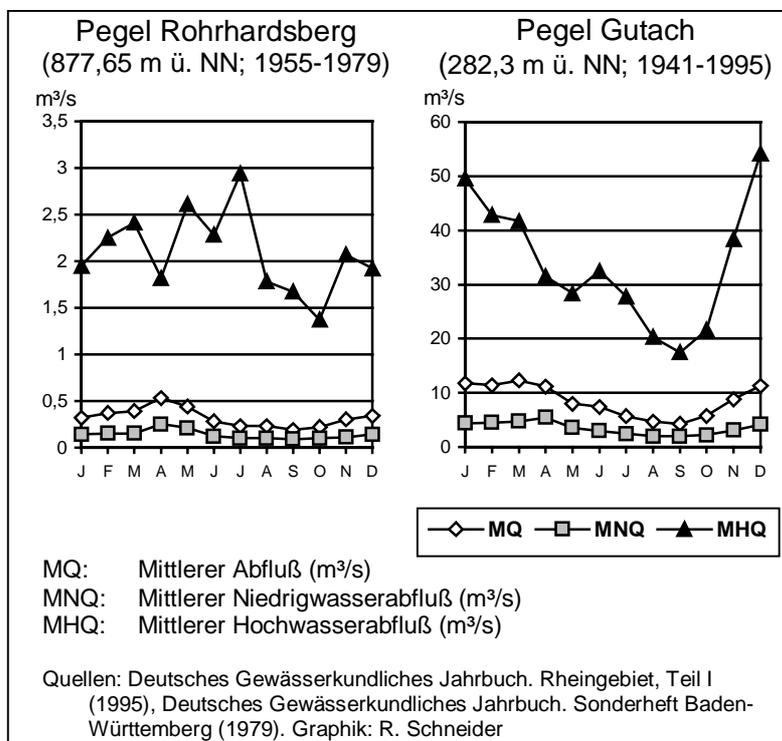


Abb. 1.7: Abflußkurven der Pegel Rohrhardsberg und Gutach (Elz).

Der mittlere Abfluß am Pegel Rohrhardsberg weist ein eindeutiges Maximum im April auf. In den Monaten Juni bis Oktober bleiben die Werte durchgehend unter $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Im langjährigen Mittel ist der September mit einem Durchschnitt von $0,19 \text{ m}^3/\text{s}$ der abflußärmste Monat. Die Maxima der mittleren monatlichen Niederschlagsmengen, die in dieser Höhenlage des Einzugsgebietes fallen, liegen in den Monaten Januar/Februar und Juni/Juli, das Minimum wird im Frühjahr (März bis April) verzeichnet. Die Verschiebung der jeweiligen Maxima weist darauf hin, daß vor allem die Schneeschmelze den erhöhten Abfluß im April verursacht. Zu dieser Zeit ist ein erhöhter Materialtransport und eine verstärkte Erosion zu erwarten. In den Monaten Juni bis Oktober bleibt der mittlere Abfluß trotz höherer Niederschläge relativ konstant.

Der mittlere Abfluß am Pegel Gutach (Abb. 1.7) weist keinen Monat mit ausgeprägtem Maximum auf. Von Dezember bis April liegen die Werte zwischen $11,2 \text{ m}^3/\text{s}$ und $12,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Im September ist die mittlere Abflußmenge – wie am Pegel Rohrhardsberg – am geringsten ($4,31 \text{ m}^3/\text{s}$). Da in diesem Bereich des Einzugsgebietes die Monate Juni und Juli die regenreichsten sind (Abb. 1.3), die Abflußmenge in diesen Monaten jedoch sinkt, ist die Kurve des mittleren Abflusses nicht direkt mit den durchschnittlichen Niederschlägen korrelierbar. In den Monaten April bis Juni fallen die mittleren Abflußkurven beider Pegel am stärksten. In den Sommermonaten wird der Oberflächenabfluß offensichtlich durch Verdunstung und Evapotranspiration niedrig gehalten. Auch die phänologischen Gegebenheiten zeigen eine Analogie mit dem Zeitpunkt des Rückgangs der Abflußmenge: Die den Vollfrühling einleitende Apfelblüte beginnt im Untersuchungsgebiet je nach Höhenlage zwischen dem

25. April und dem 20. Mai (LANDESARCHIVDIREKTION BADEN-WÜRTTEMBERG 1982). In der kalten Jahreszeit ist der Oberflächenabfluß größer. Als Schnee fallender Niederschlag wird rasch wieder aufgetaut, der Regen fließt über die gefrorenen Böden schnell ab. Der Niederschlag wirkt sich im Winter direkter auf den Abfluß aus und fördert somit den Materialtransport und die Erosion. Nach der Klassifizierung der Flüsse in Regimetypen von PARDE (in MANGELSDORF & SCHEURMANN 1980) ist die Elz als pluvio-nivaler Typ einzustufen. Die Schneeschmelze spielt nur im März/April eine abflußverstärkende Rolle. Der erhöhte Abfluß in den Wintermonaten wird vor allem durch den in tieferen Lagen fallenden Niederschlag verursacht, das sommerliche Abflußminimum durch die erhöhte Verdunstung.

Die Kurve des mittleren Niedrigwasserabflusses (Abb. 1.7) verläuft an beiden Pegeln annähernd parallel zu derjenigen des mittleren Abflusses. Die entsprechenden Werte liegen jeweils 30 bis 50 % unter dem mittleren Abflußwert. Die in der Tabelle 1.3 aufgeführten Extremwerte am Pegel Gutach zeigen jedoch, daß der Abfluß in den Monaten Juli bis November in bestimmten Jahren noch viel weiter absinken kann. Bei solchen extremen Ereignissen sinkt der Wasserstand so weit ab, daß das Flußbett der Elz beim Eintreten in die quartäre Schotterflur der Oberrheinebene trockenfällt.

Tab. 1.3: Extremwerte am Pegel Gutach (1941-1995).

	Niedrigwasser		Hochwasser	
	m ³ /s	Datum	m ³ /s	Datum
1	0,51	27.07.1952	333	22.12.1991
2	0,51	21.08.1943	235	17.11.1972
3	0,59	06.09.1949	223	15.02.1990
4	0,64	05.09.1964	221	25.01.1995
5	0,64	24.11.1953	193	13.01.1955
6	0,64	07.09.1953	186	29.12.1947
7	0,65	08.10.1972	176	22.06.1963
8	0,68	01.11.1949	170	23.02.1970
9	0,71	01.11.1943	158	04.03.1956
10	0,71	13.09.1942	142	25.05.1983

Quelle: LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 1995.

Der Verlauf der Kurve des mittleren Hochwasserabflusses (Abb. 1.7) ist bei beiden Pegeln recht unterschiedlich. Am Pegel Rohrhardsberg treten die stärksten Hochwasser im Juli auf, gefolgt von den Monaten Mai, März und Juni. Der Wert des mittleren Hochwasserabflusses liegt im Juli 12,8 mal höher als der Mittelabflußwert. Am Pegel Gutach treten die größten Hochwasser in den Wintermonaten mit einem deutlichen Maximum im Dezember auf. Hier liegt der Wert des mittleren Hochwasserabflusses 4,8 mal höher als derjenige des mittleren Abflusses. Wie beim Niedrigwasser liegen auch hier die Extremwerte (Tab. 1.3) noch viel höher: Am 22.12.1991 war der Abfluß am Pegel Gutach 29,5 mal höher als derjenige des langjährigen Monatsmittels.

Ereignisse niedriger Frequenz aber hoher Amplitude wie Hochwasser spielen im aktuellen Erosions- und Akkumulationsgeschehen des Elztals eine bedeutende Rolle. Ein Unwetter am 22. Juni 1963 im Bereich der Gemeinden Siegelau, Niederwinden und Spitzenbach verursachte große Erdrutsche an steilen Wiesenhängen, tiefe Erdschluchten und ausgedehnte Überschüttungen von Wiesen und Äckern (SCHMIDT 1963). Durch die Abfolge von geneigten, ackerbaulich genutzten Flächen und steilen Hängen in diesem Gebiet konnte sich zunächst reichlich Wasser auf den Äckern ansammeln und dann über die wiesenbedeckten Steilhänge

abströmen. Hierbei wurde die Wiesendecke stellenweise aufgerissen und der Lockerboden durch das eindringende Wasser aufgeweicht. Das auf breiter Front aufgelöste Erdreich verursachte dann die Erdrutsche. In den steilen Nebentälern der Elz wurde das Erdreich bis in 2 m Tiefe – meist bis zum anstehenden Gneis – ausgespült. Hierbei wurden auch einige Fahrwege zerstört. Große Mengen an Steinschutt und Felsstücken wurden bis zum Elztalboden verfrachtet. Selbst an bewaldeten Steilhängen gingen Felschuttströme bis weit ins Tal hinab (SCHMIDT 1963). Bei einem Hochwasser im zum Einzugsgebiet der Elz gehörenden Brettental im Juli 1987 wurden im Oberlauf Brücken zerstört und deren Betonteile von über 150 cm Durchmesser mit der Flut 2 km weit talabwärts transportiert. Ebenfalls wurden Blöcke des anstehenden Buntsandsteins in Prallhangposition unterspült und in ähnliche Entfernung befördert (MÄCKEL & RÖHRIG 1991, MÄCKEL 1997). Anhand von Meßreihen am Pegel Riegel/Leopoldskanal kann für die Elz eine Häufung von extremen Hochwasserereignissen in der Periode 1882 bis 1920 sowie seit 1990 festgestellt werden (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 1995, VIESER 1996). Die Häufung von Hochwasserereignissen bewirken in kürzester Zeit bedeutende Materialumlagerungen bzw. -verlagerungen und Flußlaufveränderungen. Derartige Phasen konzentrierter Hochwasserereignisse sind für die Geomorphologie und Landschaftsgeschichte von Bedeutung, da sie gleichzeitig als Phasen verstärkter Erosion bzw. Akkumulation zu interpretieren sind. Bei Extremhochwasser werden durch die Gebirgsbäche auch Steine und Blöcke transportiert und in den Auenbereichen wieder abgelagert. Durch spätere Hochwasser werden diese Schotter mit Feinmaterial überlagert. Dadurch sind die Auenlehme der Schwarzwaldtäler typischerweise mit Steinen und Blöcken durchsetzt.

1.6 Zur Siedlungsgeschichte

Der Verlauf der Besiedlung des Untersuchungsgebiets ist durch die naturräumlichen Gegebenheiten insgesamt zweigeteilt: Zum einen sind Spuren des Menschen im Gunstraum des Oberrheintieflandes seit der Steinzeit vorzufinden, zum anderen erfolgte die Erschließung des siedlungsfeindlichen Mittleren Schwarzwalds erst im Mittelalter.

Die ersten Anzeichen von Besiedlung liegen für das Mesolithikum in den Lößgebieten insbesondere des Kaiserstuhls und vereinzelt auf der Rhein-Niederterrasse. Die Fundsituation für das Mesolithikum (Tab. 1.4) ist infolge von Erosions- und Akkumulationsprozessen über Jahrtausende hinweg schwierig. Verschiedene spätmesolithische Silexsplinterfunde liegen aus dem Raum Denzlingen vor (LAIS 1934). Im Neolithikum (ab 5500 v. Chr.) siedelten die ersten Ackerbauern im Oberrheintiefland. Im Untersuchungsgebiet zeugen zahlreiche Fundplätze entlang alter Elzrinnen auf der Forchheimer Platte von einer frühen Besiedlung am Übergang vom Mittelneolithikum zum Jungneolithikum durch die Straßburger Gruppe (STÖCKL & NEUBAUER-SAURER 1990). Für den Weizenanbau und die Tierhaltung (Rind, Schwein, Schaf, Ziege) wurden erste Rodungen vorgenommen. Nach der typischen Verzierung der rundbodigen Tongefäße werden diese ersten Bauern der Kultur der Linearbandkeramiker zugeordnet (DEHN 1999). Auf den fruchtbaren Lößböden des Kaiserstuhlvorlandes haben die mittelneolithischen Kulturen Großgartach und Rössen (4800-4500 v. Chr.) gesiedelt. Im Jungneolithikum (4100-3300 v. Chr.) erfolgte die Erschließung einiger Lößtäler und der Hänge durch die Wauwiler und Straßburger Gruppe, die Michelsberger Kultur und die Munzinger Gruppe. Gräberfelder der Schnurkeramischen und Glockenbecher Kultur finden sich am Kaiserstuhlnordrand (SANGMEISTER 1993, DEHN 1999).

Bezüglich der Frühbronzezeit (2200-1600 v. Chr.), der Zeit des Beginns der Gewinnung und Verarbeitung des Kupfermetalls, ist das Untersuchungsgebiet ausgesprochen fundleer. Aufgrund der Ergebnisse der Pollenanalysen von FRIEDMANN (1998), die für diese Zeit einen Rückgang des Ackerbaus und eine Zunahme der Waldflächen belegen (Kap. 4), und der wenigen Fundplätze spricht DEHN (1999) von einer Wüstungsphase. Auch für die Zeit der Hügelgräberbronzezeit (1600-1300 v. Chr.) sind infolge der intensiven Landwirtschaft auf den Lößflächen und der hieraus resultierenden Erosions- und Akkumulationsprozesse nur wenige Fundstellen erschlossen. Diese weisen jedoch darauf hin, daß eine Besiedlung der kleinen Lößtäler stattfand. Für die Urnenfelderzeit (1100-800 v. Chr.) hingegen ist die Fundstellendichte höher, so daß man von einer flächendeckenden Besiedlung des Oberrheintieflandes einschließlich der Vorberge ausgehen kann. Wichtigste Siedlungsform waren Einhöfe oder kleine Weiler, aber auch einige Höhengründungen (Limberg, Michaelsberg bei Riegel und Diel bei Endingen) sowie größere zentrale Siedlungen wie Burkheim und Breisach sind belegt. Vermehrte Höhengründungen in der Hallstattzeit (800-500 v. Chr.) weisen auf eine verstärkte Herausbildung einer Oberschicht. Während für die Frühlatènekultur (500-250 v. Chr.) aufgrund der überlieferten Keltenwanderungen und der Anlage kleiner Flachgräberfelder auf einen Siedlungsrückgang geschlossen wird, entstanden aus dem Kontakt mit den Hochkulturen des Mittelmeerraumes heraus in der Spätlatènekultur ab dem 2. Jh. v. Chr. die ersten unbefestigten Städte. Ein solches Oppidum hat im Untersuchungsgebiet am Hochufer der Elz am nördlichen Ortsrand des heutigen Riegel bestanden (SANGMEISTER 1993, DEHN 1999).

Auch im römischen Zeitabschnitt vom Sieg C. Julius Cäsars über das Germanenheer (58 v. Chr.) bis zum Rückzug der Römer aus den rechtsrheinischen Gebieten (ab 260 n. Chr.) konzentrierte sich die Besiedlung auf das Oberrheintiefland. Der Rheinübergang wurde bei Sasbach durch ein Lager gesichert, später wurde in Riegel ein Kastell errichtet. Durch den Schwarzwald führte eine Straße nach Hüfingen, Siedlungsplätze sind jedoch im Schwarzwaldanteil des Untersuchungsgebietes lediglich bei Waldkirch (villa rustica) bekannt. Durch Straßen-, Brücken-, Wasser- und Städtebau, durch neue Tierzucht- und Ackerbauverfahren sowie durch Einführung von Obst- und Weinkulturen erfolgte eine weitgehende Überprägung des Naturraums. Mit dem Rückzug der Römer, die im Untersuchungsgebiet vor allem noch zur Sicherung der Rheinübergänge (z.B. Limberg, Sponeck bei Jechtingen) bis 401 n. Chr. präsent waren (BÖHNERT 1992), begann die alamannische Landnahme. Diese Zeit ist durch das Nebeneinander von Alamannen und Römern geprägt und wiederum reich fundarm (DEHN 1999). Zum einen traten statt Handel die Viehzucht und der Ackerbau als wirtschaftliche Grundlage wieder in den Vordergrund, zum anderen war es nicht mehr üblich, die Toten mit reichen Beigaben zu begraben. Die germanischen Wohnplätze orientierten sich an den römischen Strukturen. Vor allem im Vorfeld römischer Kastelle fand eine Aufsiedlung statt. Fundreich ist im Untersuchungsgebiet insbesondere die Forchheimer Platte nördlich des Kaiserstuhls (Wyhl, Weisweil, Forchheim). Auffällig ist nach bisherigem Kenntnisstand ein Abbrechen der Besiedlung der frühalamannischen Plätze im Breisgau vom Ende des 5. Jahrhunderts bis ins 7. Jahrhundert (BÜCKER 1999). Erst in der späten Merowingerzeit (8. Jh. n. Chr.) zeigen Reihengräberfelder wieder größere Ortschaften auf, wie etwa Mundingen, Endingen. Insbesondere über 2000 Bestattungen im Ostfriedhof von Sasbach weisen auf eine große und bedeutende Siedlung hin (SANGMEISTER 1993, FINGERLIN 1999).

Im Hochmittelalter wurde der Mittlere Schwarzwald erschlossen. Zunächst wurde jedoch der Bereich Sexau gerodet. Zwischen 900-1100 n. Chr. erfolgte im Vorfeld des Schwarzwalds die Besiedlung der Lahr-Emmendinger Vorberge mit den Ortschaften Tutschfelden, Wagenstadt,

Nordweil, Bombach und Heimbach. Schrittmacher dieser Entwicklung waren am Schwarzwaldwestrand und in der Vorbergzone die Burgen (z.B. Kastelberg, Maleck, Hochburg), die jeweils Einzelhöfe und Kleinsiedlungen nach sich zogen.

Die Erschließung des Mittleren Talschwarzwalds und somit auch des Elztals setzte im Laufe der hochmittelalterlichen Rodung und Besiedlung ein. Die Hochlagen und die Seitentäler

Tab. 1.4: Kulturperioden im Untersuchungsgebiet (nach BITTEL et al. 1981, SANGMEISTER 1993, MÜLLER 1994, DEHN 1999 u. FRIEDMANN 1999).

Zeitraum	Kulturperiode	Abschnitte
1500-2000 n. Chr.	Neuzeit	Späte Neuzeit Frühe Neuzeit
1254-1500 n. Chr.	Spätmittelalter	Königshäuser Habsburg, Nassau, Wittelsbach u. Luxemburg (1273-1493) Interregnum (1254/56-1273)
1024-1254 n. Chr.	Hochmittelalter	Staufer (1138-1254) Salier (1024-1125)
482-1024 n. Chr.	Frühmittelalter	Ottonen (919-1024) Karolinger (751/52-919) Merowinger (482-751/52)
260-482 n. Chr.	Alamannenzeit (Spätantike u. Völker- wanderungszeit)	Alamannische Ausbauphase (ab 4. Jh. n. Chr.) Alamannische Landnahme (ab 3. Jh. n. Chr.)
58 v. Chr.-260 n. Chr.	Römerzeit	Kaiserzeit und Späte Republik
800-58 v. Chr.	Eisenzeit	Latènezeit (ab 500 v. Chr.) Hallstattzeit (ab 800 v. Chr.)
2200-800 v. Chr.	Bronzezeit	Urnenfelder Kultur (ab 1100 v. Chr.) Späte Bronzezeit (ab 1300 v. Chr.) Hügelgräberkultur (ab 1600 v. Chr.) Frühbronzezeit (ab 2200 v. Chr.)
5500-2200 v. Chr.	Neolithikum	Jüngeres Endneolithikum (ab 2800 v. Chr.) Älteres Endneolithikum (ab 3300 v. Chr.) Jungneolithikum (ab 4000 v. Chr.) Mittelneolithikum (ab 4900 v. Chr.) Altneolithikum (ab 5500 v. Chr.)
8000-5500 v. Chr.	Mesolithikum	Spätmesolithikum Beuronien Frühmesolithikum
vor 8000 v. Chr.	Paläolithikum	Spätpaläolithikum Magdalénien

wurden erst im Spätmittelalter erschlossen. Der steigende Bedarf an Rohstoffen wie Holz und Erz sowie der verstärkte Besiedlungsdruck machten eine Nutzung der Täler und später auch der Hochlagen notwendig. Diese Entwicklung wurde durch das im Vergleich zu heute etwas wärmere und trockenere Klima des 11. und 12. Jahrhunderts (mittelalterliches Klimaoptimum) begünstigt (v. RUDLOFF 1980, LÜTTIG 1988). Träger der Besiedlungsprozesse waren meist die Klöster. Am Schwarzwaldwestrand erfolgten die ersten Klostergründungen bereits im 8. Jahrhundert (Gengenbach, Ettenheimmünster). Im 10. Jahrhundert wurde in Waldkirch (s.u.), Sulzburg und im Münstertal der Klosterbetrieb aufgenommen. Erst ein Jahrhundert später wurden in den höheren und abgelegeneren Lagen des Schwarzwalds die Klöster St. Georgen (1084), St. Peter (1093) und St. Märgen (1118) gegründet. Die planmäßige Erschließung des Elztals ging vom Kloster St. Margaretha (zwischen 912 und 918 gegründet) in Waldkirch aus, wo bereits seit dem 7./8. Jahrhundert die für das damalige Mönchtum schon eine gewisse Bedeutung tragenden Eigenhofkirchen St. Martin und St. Peter existierten (JEDIN et al. 1988, MÜLLER 1988 u. 1989). Lediglich der oberste Bereich des Simonswälder Tals, das Wildgutachtal, wurde vom Kloster St. Peter aus erschlossen. Während Elzach und Prechtal schon 1178 zum Klosterbesitz gehörten, war die Besiedlung der Seitentäler erst im 14. Jahrhundert abgeschlossen. Der hohe Schwarzwald im Untersuchungsgebiet stellte bis zum 11. Jahrhundert eine weitgehend unbesiedelte Waldlandschaft dar. Mit der Erschließung des Elztals blühte auch der Bergbau auf: Aufgrund der Silbergruben im Suggental befanden sich hier schon im 12. Jahrhundert größere Siedlungen (WALTHER 1909, LANDESARCHIVDIREKTION BAD.-WÜRTT. 1982, SCHAAB 1999). Im 16. Jahrhundert existierte im Simonswälder Tal ein Hammerwerk. Dieses wurde durch die Folgen des Dreißigjährigen Krieges im 17. Jahrhundert geschlossen. Im Elztal wurde aufgrund der Erzlager in Herdern, im Glottertal, im Kohlebachtal sowie in Heuweiler und vor allem wegen des Holzreichtums im Herrschaftsgebiet Waldkirch Ende des 17. Jahrhunderts in Kollnau ein neues Eisenwerk gegründet (WALTHER 1909, SCHILLINGER 1954). Solche Werke zogen die Entstehung größerer Siedlungen nach sich. Erst Mitte des 13. Jahrhunderts entstanden die heutigen Stadtstrukturen im Untersuchungsgebiet. Die Anlage von Kenzingen begann 1249 einen Kilometer westlich des gleichnamigen Dorfes durch Rudolf von Üsenberg. Nach 1290 wurde Endingen infolge einer Teilung der Herrschaft Üsenberg zur Stadt ausgebaut. Für Waldkirch, von den Herren v. Schwarzenberg gegründet, wird bereits 1287 eine Unterscheidung zwischen Oberstadt mit Klostersiedlung und ummauerter Unterstadt beschrieben. Emmendingen erhielt bereits 1418 Markt- und 1590 Stadtrecht. Herbolzheim wurden diese Rechte 1586 bzw. 1810 zugesprochen (LANDESARCHIVDIREKTION BADEN-WÜRTTEMBERG 1982).

2 Überblick über die angewandten Arbeitstechniken

Zur Erforschung der Landschafts- und Umweltgeschichte anhand natürlicher Archive wie Auenlehme und Kolluvien kamen vorwiegend die konventionellen geomorphologischen Arbeitstechniken zur Anwendung. Im Gelände wurden Aufschlüsse in Baugruben aufgenommen, Bohrungen mit verschiedenen Arbeitsgeräten (s.u.) durchgeführt und die Geländeoberfläche eingemessen. Die Lage der untersuchten Lokalitäten sind in der Abbildung 2.1 dargestellt. Während die Aufschlußsituation von der örtlichen Bautätigkeit im Untersuchungsgebiet abhängig war, wurden die Bohrungen vorwiegend entlang des Elzlaufs und in den Kolluvien der Emmendinger Vorberge durchgeführt. Durch ^{14}C -Datierungen und archäologische Funde konnte eine präzise zeitliche und milieuspezifische Einordnung von Sedimentabfolgen erreicht werden. Dies ermöglichte in idealer Weise eine Korrelation der Sedimente und der Formung der Oberfläche mit der Geschichte der Vegetation, die durch

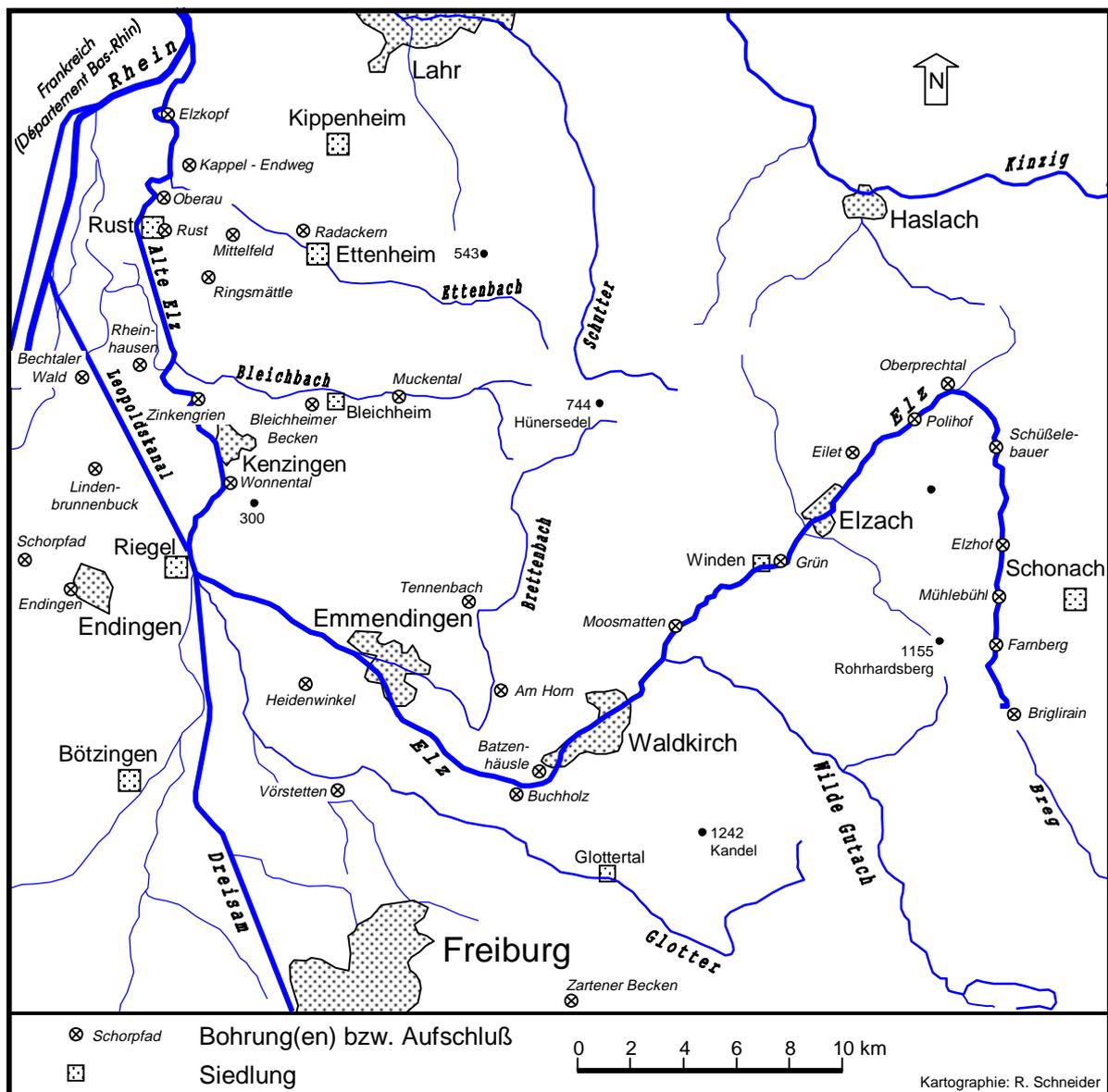


Abb. 2.1: Lage der Aufschlüsse und Bohrpunkte im Untersuchungsgebiet.

eine Pollenanalyse des Bleichheimer Beckens und durch die Arbeit von FRIEDMANN (1999) erfaßt wurde. Dadurch können die Umweltbedingungen und -veränderungen in den verschiedenen naturräumlichen Einheiten des Untersuchungsgebiets im Holozän dargestellt werden.

Im Gelände angewandte Arbeitstechniken

Schlaghammer-Bohrungen erfolgten mit einem Cobra-Bohrgerät, einer Rammkernsonde und bis zu 10 m Verlängerungsstangen. Diese Bohrtechnik eignet sich vor allem für mächtige geröll- und schuttarme Sedimente wie Kolluvien oder zur Durchteufung von Mooren und Rieden (Photo 7 im Anhang).

Eine Rammkernsonde mit Schneide wurde zur Aufnahme von Profilen vor Ort und zur Entnahme von Proben benutzt. Die geschlossene Rammkernsonde dient in Verbindung mit Plexiglashülsen zur Bergung und zum Transport ganzer Bohrkerne, wie es z.B. die pollenanalytische Untersuchung erfordert.

Bohrstangen-Sondierungen wurden in Sedimentablagerungen durchgeführt, die einen größeren Anteil an Grobmaterial aufweisen. Hierzu gehören vor allem die fluvialen Sedimente und die Kolluvien im Schwarzwald. Bei der Durchführung von Bohrstangen-Sondierungen wurde ein Pürckhauer Erdbohrstock (1 m und 1,5 m) mit Verlängerungsstangen (bis 8 m), Schonhammer und Ziehgerät verwendet (Photo 5 im Anhang).

Vermessungsarbeiten wurden zur Erfassung von Hangneigungen und Kleinformen im Gelände mittels Handgefällsmesser und Fluchtstangen durchgeführt. Die Profile wurden tachymetrisch eingemessen.

Die Aufnahme der Profile erfolgte nach der bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODEN 1996), die Ansprache der Bodenart nach SEMMEL's 'Schlüssel zur Ermittlung der Bodenart des Feinbodens' (1983). Zur Erfassung der einzelnen Horizonte wurde das Formblatt zur Aufnahme von Bodenprofilen des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg benutzt. Aufgenommen wurden die Tiefenlage, die Bodenart mittels Fingerprobe, das Bodenskelett, die Farbe, der Feuchtegrad, die Reduktions- und Oxidationsvorgänge sowie der Kalkgehalt. Besondere Funde wie Ziegelstücke, Holzkohle oder Scherben wurden mit Fundtiefe notiert.

Laboranalysen

Untersucht wurde die *Korngrößenzusammensetzung* der Feinerde (Äquivalentdurchmesser < 2 mm). Die Trennung der Sand-Unterfraktionen (gS 630-2000 µm, mS 200-630 µm, fS 63-200 µm) erfolgte im Naßsiebverfahren, die Schluff- (gU 20-63 µm, mU 6,3-20 µm, fU 2,0-6,3 µm) und Tonanteile (gT 0,63-2,0 µm, mT 0,2-0,63 µm, fT < 0,2 µm) nach der Pipettenmethode von KÖHN.

Zusätzlich wurde der *Gehalt an organischem und anorganischem Kohlenstoff* bestimmt: Durch Glühen der Proben bei 550°C bzw. 950°C wird der organische bzw. anorganische Kohlenstoff entfernt. Mittels Wägen des Glührückstands wird der Gehalt an organischem bzw. anorganischem Kohlenstoff indirekt gewichtsanalytisch bestimmt.

Holzkohleproben und organisches Material wurden zur ¹⁴C-Datierung an das Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg (Leitung Dr. B. Kromer) versandt. Ein Verzeichnis

zu diesen neuen Daten befindet sich im Anhang (Tab. 8.1). Alle anderen, älteren ^{14}C -Datierungen wurden der Datensammlung von MÄCKEL et al. (1998) entnommen.

Graphische Darstellung

Sämtliche Aufschlüsse und Profile, die in dieser Arbeit besprochen werden, wurden graphisch dargestellt. Um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit der Sedimentabfolgen zu erreichen, wurde für jede Bodenartgruppe (auch Grobboden) eine eigene Signatur festgelegt, die von der benutzten Graphik-Software unterstützt wird. Ein Schlüssel zu diesen Signaturen ist im Anhang (Abb. 8.1) dargestellt.

Zur Methode der Pollenanalyse

Die einzeln mit bloßem Auge nicht erkennbaren Pollenkörner der Blütenpflanzen und die Sporen der Farnpflanzen stellen die häufigsten Pflanzenreste in quartären Ablagerungen dar. Durch die Pollenanalyse ist es möglich, die nur 10-100 μm kleinen Pollenkörner zu identifizieren und den entsprechenden Familien, Gattungen und teilweise auch Arten zuzuordnen (MOORE et al. 1991, LANG 1994).

Ein Pollenkorn ist der Träger der männlichen genetischen Information, der von den Staubblättern durch einen Vektor zum Stempel einer Blüte transportiert wird. Die Bestäubung kann entomophil oder anemophil erfolgen. Bei der entomophilen Bestäubung ist der Vektor ein Insekt. Da hier eine gute Transportleistung gegeben ist, ist die Pollenproduktion der entsprechenden Pflanzen relativ gering. Anemophile Pflanzen nutzen den Wind als Vektor und müssen viele Pollenkörner produzieren, um eine möglichst hohe Bestäubungsrate zu erzielen. Um vom weiblichen Blütenteil genau erkannt zu werden, hat jedes Pollenkorn eine spezifische Oberflächenstruktur. Diese Eigenschaft macht das Identifizieren eines Pollenkorns und die Pollenanalyse möglich. Insbesondere die Außenhaut der Pollenkörner ist für die Pollenanalyse von größter Bedeutung: Die aus Sporopollenin, einem PVC-verwandten Material, bestehende Exine ist unter anaeroben Bedingungen fast unbegrenzt haltbar. Die von der Exine geschützte genetische Substanz im Pollenkorn hingegen wird rasch zersetzt. Damit die genetische Substanz aus der Exine austreten kann, haben die Pollenkörner Aperturen, durch die der Pollenschlauch herauswachsen kann. Diese Öffnungen können rund sein (Poren), längliche Schlitze (Colpi) aufweisen oder eine Kombination aus beidem darstellen.

Die Jahr für Jahr auf der Erdoberfläche abgelagerten Pollenkörner müssen für die Pollenanalyse einen möglichst guten Erhaltungszustand und eine vorzugsweise ungestörte und geschichtete Lagerung aufweisen. Diese Bedingungen sind in feuchten Senken mit wachsenden Sedimenten, also vor allem in Mooren und Seen gegeben, wo eine jährliche Schichtung zu erwarten ist und die anaeroben Verhältnisse eine gute Erhaltung des Sporopollenins ermöglichen.

Die chemische Aufbereitung der Proben für die Pollenanalyse wurde am Institut für Vor- und Frühgeschichte in München durchgeführt, da die Aufbereitung infolge der Bearbeitungsschritte mit konzentrierter Flußsäure nicht im institutseigenen Labor erfolgen durfte. Im Labor wurden die durch Rammkernsonden-Bohrungen gewonnenen Bohrkernkerne eingefroren, im gewünschten Probenabstand geschnitten und chemisch behandelt. Proben zur ^{14}C -Datierung wurden in regelmäßigen Abständen entnommen. Nach der chemischen Aufbereitung wurden die Proben unter dem Mikroskop untersucht. Pro Probe wurden sofern möglich mindestens

500 Baumpollenkörner sowie alle Nichtbaumpollen bei einer 400- bis 1000-fachen Vergrößerung gezählt.

Der Aufbau und die Darstellung eines Pollendiagramms richten sich nach dem Forschungsziel und können deshalb nach spezifischen Kriterien variiert werden. Für forstwissenschaftliche, ökologische und paläoökologische Fragestellungen werden die Pollendiagramme meist nach folgendem Schema dargestellt:

- Die vertikale Achse gibt die Entnahmetiefe der Probe wieder, die horizontale Achse die Anzahl der Pollenkörner. Für jeden Pollentyp wird ein eigenes Diagramm erstellt. Diese werden aneinandergereiht dargestellt.
- Die Stratigraphie wird auf der linken Seite des Pollendiagramms anhand verschiedener Signaturen in einer cm-Skala dargestellt.
- Es folgt rechts neben der Stratigraphie die Einteilung der vertikalen Achse in Pollenzonen. Hier werden auch die ^{14}C -Datierungen eingetragen. Diese Achse dient also gleichzeitig zur Darstellung der Probtiefe (u. GOF), der Stratigraphie und der Zeiteinteilung.
- Auf der horizontalen Achse werden nachfolgend die einzelnen Pollentypen dargestellt. Es werden meist zwei Hauptdiagramme dargestellt: Das eine gibt die prozentualen Anteile der jeweiligen Baumpollentypen (BP) wieder, das andere jene der Nichtbaumpollen (NBP). So kann für jeden Pollentyp der prozentuale Anteil für eine bestimmte Probtiefe abgelesen werden. Ob sich die Prozentangaben auf die insgesamt ausgezählte Pollensumme einer Probe oder z.B. lediglich auf die Baumpollenprozentanteile ohne Nichtbaumpollensumme bezieht, wird in der obersten oder untersten Zeile des Diagramms erwähnt. Häufig werden diese Diagramme der Übersichtlichkeit halber als durchlaufende Kurven dargestellt. Vor allem in rezenten Publikationen jedoch wurde auf Balkendiagramme zurückgegriffen. Diese Darstellung gibt die Probtiefe genauer wieder und zeigt die Lücken zwischen zwei Proben auf.
- Das Pollendiagramm zeigt also die Dynamik der Vegetation von der ältesten Probe bis in die heutige Zeit.

3 Geomorphologische Untersuchungen im Elz-Einzugsgebiet

3.1 Die Elz im Südöstlichen Schwarzwald

Die Elz entspringt in 1089 m Höhe am nordöstlichen Hang des Roßecks (1154 m). Sie durchfließt vom ‚Briglirain‘ genannten Sattel zwischen Elztal und Katzensteigtal bis zu den Elzfällen (877 m ü. NN) ein etwa drei Kilometer langes und von Vermoorungen geprägtes Hochtal. Die flachen Formensysteme sind hier noch nicht von der starken rückschreitenden Erosion des rhenanischen Entwässerungssystems betroffen. Der Talabschnitt des Oberlaufs ist im Längsprofil mittellgeneigt und im Querprofil muldenförmig (Photo 1 im Anhang). Er wird deshalb, obwohl die Elz dem Rhein tributär ist, aufgrund des ausgeglichenen Reliefs der naturräumlichen Einheit des Südöstlichen Schwarzwalds zugerechnet. Da der Vorfluter dieser naturräumlichen Einheit eigentlich die Donau ist, wird aufgrund des Formensystems ein früherer Abfluß zur Donau angenommen (FISCHER & KLINK 1967). Die Dominanz der grünländwirtschaftlichen Nutzung des Hochtals wird durch den Weißenbacherwald unterbrochen. In diesem bewaldeten Talabschnitt südlich des Korallenhäusles (922 m ü. NN) wird der bisher nach Nordnordwest gerichtete Lauf der Elz von einem von West nach Ost verlaufenden Riegel nach Osten abgelenkt. Dieser Riegel ist auf die Verzahnung der Schwemmfächer von Hirzbach und kleineren aus Westen zufließenden Bächen zurückzuführen. In 910 m Höhe durchfließt die Elz diesen Riegel und erhält ihren bis Hinterprechtal nach Norden gerichteten Lauf. An diese Flußenge wurde bis Anfang des 20. Jahrhunderts die Wasserkraft durch die Farnwälder Säge genutzt. Das benachbarte Korallenhäusle erinnert durch ihren Namen an die ehemaligen Edelsteinschleifereien, die im Gebiet des Rohrhardsberges im 18. Jahrhundert betrieben wurden (LUTZ 1999).

Bei der Elzquelle handelt es sich um eine Kombination aus einer Rheokrenquelle und einer Buchenlaubquelle (HOFIUS 1971). Die meisten Quellen des Mittleren und Südlichen Schwarzwalds sind Rheokrene, d. h. Sturz- oder Sprudelquellen. Unter Buchenlaubquelle versteht man eine Waldquelle, deren Wasser unter dicken Schichten lufthaltigen Buchenlaubes liegt. Am Wald- und Wanderweg wurde die Quelle 1956 in 1057 m Höhe gefaßt. Die Quelle der Breg befindet sich etwa 500 m südwestlich der Elzquelle. Die Breg ist der weiter nach Westen reichende der beiden Quellflüsse der Donau (Breg und Brigach).

Zwischen Elz- und Bregquelle verläuft die Europäische Hauptwasserscheide, die das Rhein-Einzugsgebiet von dem der Donau trennt. Wie es zum aktuellen Verlauf der Wasserscheide zwischen Elz und Breg gekommen ist, ist noch nicht näher untersucht worden. SCHNARRENBERGER (1909) zieht eine durch das Absinken des Heidburggrabens verstärkte rückschreitende Erosion im Hinterprechtal in Betracht, die zur Anzapfung der Gewässer oberhalb der heutigen Elzfälle geführt hat. LIEHL (1934) sieht im Höhenzug Mühlebühl, Farnwald und Rohrhardsberg Reste einer älteren Wasserscheide. Durch nach Süden gerichtetes Absinken der obersten Talböden wurde die ‚Urbreg‘ zur Flußumkehr nach Norden gezwungen, und der Briglirain wurde zur Talwasserscheide. Diese Überlegungen basieren auf den auffälligen Geländeformen: Die Talwasserscheide, das Muldental, der Höhenzug vom Mühlebühl bis zum Rohrhardsberg und der durch die Elzfälle markante Übergang in das Kerbtal legen eine Anzapfung der Breg nahe. Aufgrund der Lage im Triberger Granit und der starken Erosion können weder Schotteranalysen noch Terrassenreste konkrete Beweise erbringen. Ein großer Teil des Wassers aus dem Quellgebiet der Elz wird durch einen Graben über die Europäische Hauptwasserscheide in das Katzensteigtal zum Furtwänglehof (Briglirain) abgeleitet. Das oberste Katzensteigtal, das zur Breg (Donauzufluß) entwässert, hat

kein natürliches Oberflächengewässer und erhält so aus dem ehemaligen Einzugsgebiet das für den Hofbetrieb und die Landwirtschaft nötige Wasser. Vom Briglirain bis zu den Elzfällen nimmt die Elz acht von Westen kommende Sturzbäche auf (u. a. den Hirzbach), von Osten jedoch fließen nur kleine Rinnsale in die Elz. Dies ist auf die Lage an der Wasserscheide zurückzuführen. Die Wasserscheide verläuft nur 500 bis 700 m östlich des Elzlaufs auf der etwa 80 m über dem Talboden gelegenen Hangkante, so daß das Einzugsgebiet auf dieser Seite zu klein für einen perennierenden Oberflächenabfluß ist.

Während sich der nach Norden gerichtete Oberlauf der Elz im Bereich des Triberger Granits befindet, fließt die Breg zunächst nach Südosten in einem im Paragneis eingeschnittenen Kerbtal. Die Oberläufe beider Flüsse folgen dem „Prechtal-Farnberg-Katzensteig-Graben“ (PAUL 1955). Der weitläufige Rücken der in etwa 1000 m ü. NN Höhe gelegenen Talwasserscheide und die Hänge des Muldentals werden als Mäh- und Weidewiesen genutzt. In dieser Höhenlage wird Ackerbau aufgrund der Kürze der Vegetationsperiode heute nur noch auf den fruchtbaren Böden über den Flächen, wo das Oberrotliegende das Anstehende bildet, betrieben. Aufgrund ihrer leichten Bearbeitbarkeit wurden früher auch die sandigen aber wenig fruchtbaren Böden über Granit genutzt. Eine Bohrung im Scheitelbereich der Wasserscheide auf dem Briglirain nordwestlich des Furtwänglehofs zeigte, daß schon in 60 cm Tiefe verwitterter Paragneis ansteht (Abb. 3.1). Die vorwiegend aus Lehm bestehende Auflage (0-31 cm u. GOF) ist mit der Sedimentation von durch Oberflächenwasser transportiertem Feinmaterial zu erklären. Ursache hierfür ist die in dieser Höhenlage erst im Spätmittelalter einsetzende Besiedlung, Rodung und landwirtschaftliche Nutzung des

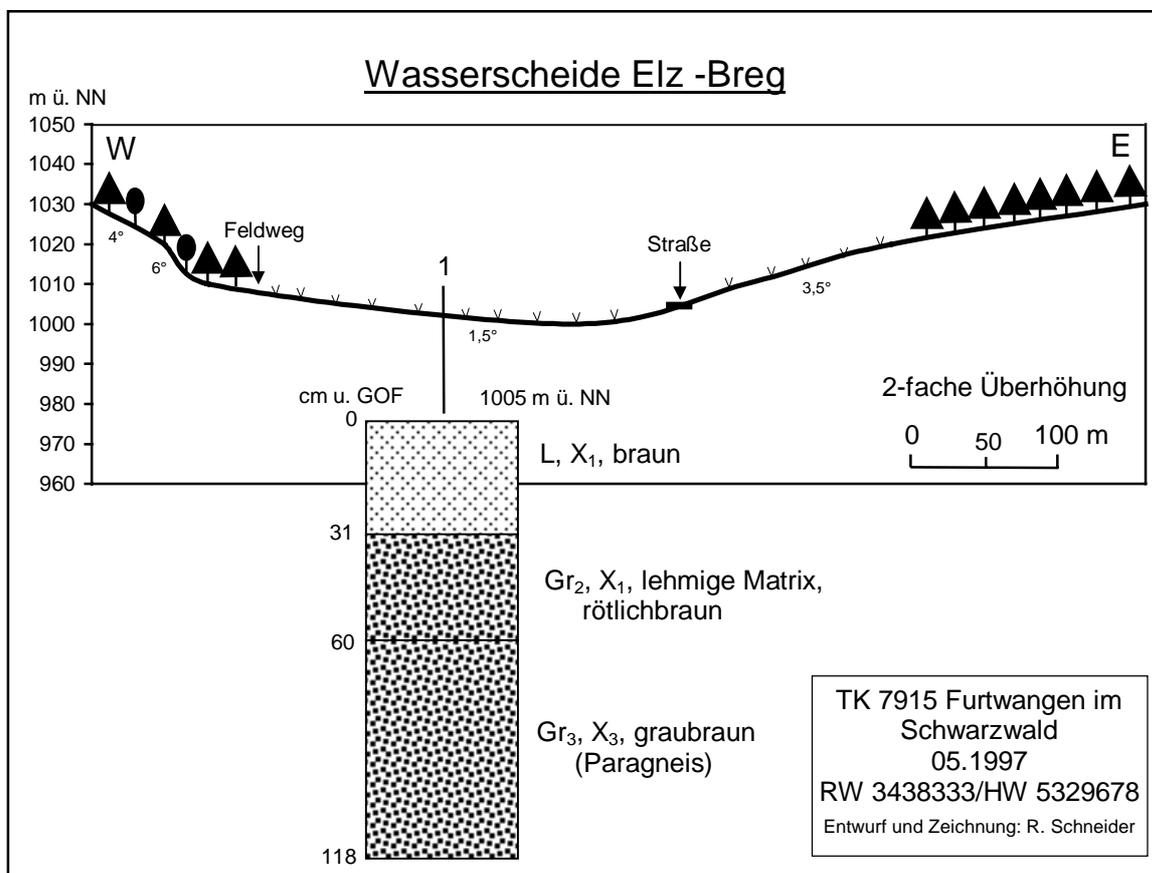


Abb. 3.1: Höhenprofil und Kolluvienbildung an der Talwasserscheide zwischen Elz und Breg.

Naturraums. Im 17./18. Jahrhundert waren die Wälder bis in die Gipfelbereiche gerodet. Die geringe Vegetationsbedeckung und das feucht-kalte Klima der ‚kleinen Eiszeit‘ (SCHÖNWIESE 1995) führten zu starken Erosionsprozessen an den Hängen und zur Akkumulation von lehmigem Feinmaterial (Kolluvium) auf der Verebnung im Bereich der Talwasserscheide. Die darunter befindliche grusig-steinige Lage und der anstehende Paragneis zeugen von einer starken und aktiven Tiefenverwitterung.

Glaziale Formen

An den Hängen des obersten, muldenförmigen Elztals findet man zahlreiche, mehrere Kubikmeter große, kantengerundete bis gerundete, verstreut liegende Blöcke. Diese wurden vielerorts aus landwirtschaftlichen Gründen in den vergangenen Jahrzehnten mit großem Aufwand von den Wiesen- und Weideflächen entfernt und vor allem an den Waldrändern aufgehäuft. Unter Waldbedeckung sind jedoch große Flächen erhalten, die blockmeerartigen Charakter aufweisen (v.a. westlich von Farnberg). LIEHL (1934) hat diese Blöcke aufgrund von Grundmoränenfunden im Muldental der Elz als Findlinge betrachtet. Die stark gerundeten Kanten der Blöcke und die Felsburgen (z. B. im Bereich der Elzfälle) zeigen jedoch, daß es sich hierbei um freigelegte Verwitterungskerne handelt (SCHNEIDER 1998, LUTZ 1999). Voraussetzung für die Bildung solcher Felsburgen sind Massengesteine wie der hier anstehende Granit. Im Tertiär oder im Laufe von Interglazialen erfolgte unter warm-feuchtem Klima intensive chemische Tiefenverwitterung mit Wollsackbildung, die durch die starke Zerklüftung des Gesteins begünstigt wurde. Unter periglazialen Bedingungen wurde das Feinmaterial zwischen den Blöcken durch Abspülung und Solifluktion abgetragen (WEISE 1983). Dadurch wurden die Blöcke freigelegt und konnten durch Bergrutsch oder infolge von Solifluktion verlagert und bis zum Talgrund transportiert werden. Ob eine weitere Freilegung dieser Blöcke durch den erhöhten Oberflächenabfluß infolge der hochmittelalterlichen Rodungen erfolgte, konnte nicht belegt werden. Die Verwitterung dieser freigelegten Blöcke schreitet durch Vergrusung und Abschuppung voran. Oftmals wurden sie auch entlang von Klüften durch Kernsprung infolge von Frostwechsel gespalten, so daß nun auffällig halbierte Blöcke auftreten.

Im obersten Elztal zwischen der Quelle und dem Schwemmfächer des Hirzbachs befinden sich einige kleine rundlich-längliche Hügel, die im Anstehenden geformt wurden. Eine fluviale Genese ist nicht auszuschließen, da sich diese Buckel im Talbodenbereich befinden. Das gehäufte Auftreten in dieser Höhenlage weist jedoch auf eine glaziale Überformung in den Kaltzeiten hin. Gletscherschrammen als Nachweis für Rundhöcker bzw. an Luv- und Leeseite rundlich abgeschliffene Walrücken (SCHREINER 1997) sind wegen der starken Oberflächenverwitterung im Granit nicht vorzufinden. LIEHL (1934) hat diese Formen als Rundhöcker interpretiert und kartiert, da beim Straßenbau im obersten Elztal und durch Probeschürfungen Grundmoräne aufgeschlossen war. Etwa 300 m nordwestlich des Farnbergs (RW 343750/HW 533060) befindet sich 10 m über dem heutigen Flußbett ein Granitbuckel, der aufgrund seiner Lage nicht durch die Flußerosion entstanden sein kann (Abb. 3.2). Von Westen betrachtet ist die regelrechte glaziale Formung eines Rundhöckers zu sehen: Entsprechend der Fließrichtung des Eises ist die Stoßseite im Südosten abgeflacht, die nach Nordwesten gerichtete Rückseite durch die Detraktion des Eises deutlich versteilt. Auf dem

stellenweise bis an die Oberfläche reichenden anstehenden Granit hat sich durch die geringe Bodenmächtigkeit ein Magerrasen gebildet. Betrachtet man den Rundhöcker von der Elzaue aus, also von Osten, so ist die regelrechte Form nicht mehr so deutlich zu erkennen, da ein aus Südwesten kommender Sturzbach die Stoßseite stark eingeschnitten und versteilt hat.

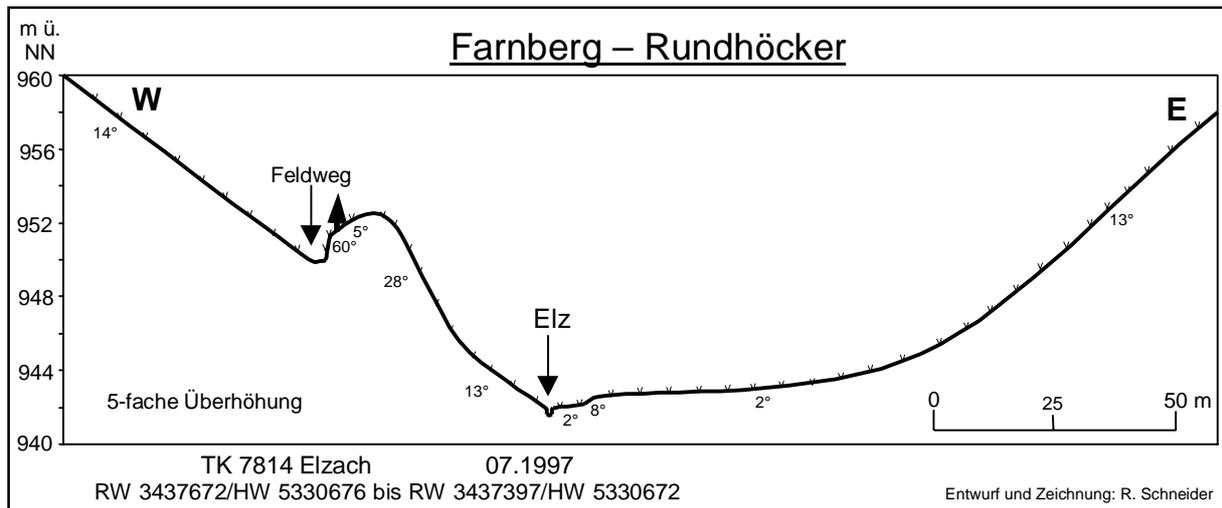


Abb. 3.2: Höhenprofil durch das obere Elztal mit einem Rundhöcker.

Während im Südschwarzwald in der Würm-Eiszeit große Flächen um Feldberg, Herzogenhorn, Belchen und Schauinsland vergletschert waren, kam es im Mittleren Schwarzwald zu keiner flächenhaften Vereisung, sondern lediglich zur Bildung von Firnfeldern und von kleinen Kar- und Hängegletschern an den Talflanken (GEYER & GWINNER 1991, METZ 1997). Im Einzugsgebiet der Elz waren vor allem der 1243 m hohe Kandel und der Brend-Rohrhardsbergkamm mit einer Durchschnittshöhe von 1130 m auf langer Erstreckung während des Höchststandes der jüngsten Vereisung ausreichend hoch, um als Nährgebiet für kleine Vergletscherungen zu dienen, da die Durchschnittstemperatur in der Würmeiszeit 10 bis 12 °C tiefer lag als heute und die Schneegrenze sich auf etwa 900 bis 1000 m ü. NN befand (LIEHL 1980, SCHREINER 1996). Die heutige Schneegrenze liegt rechnerisch in 2300 m Höhe (SCHREINER 1996). Für die Ausbildung von Kar- und Talgletschern fehlten nach LIEHL (1934) steile Quellkessel und Quelltrichter, da die oberen Talanfänge flach und nur geringfügig in die Hochflächen eingetieft sind. Das geringe Gefälle schützte zudem das sich bildende Eis nicht vor Sonneneinstrahlung und gab keinen Ansatzpunkt zur Wandverwitterung. PAUL (1963, 1970) hingegen geht aufgrund einer Kartierung von Schneegruben, Firnnischen und Karoiden im Gneis und Granit von einer glazialen Überprägung des Mittleren Schwarzwalds in der Würmeiszeit aus. Auch REICHELT (1966) nimmt an, daß kleine Talgletscher wirksam zur Landschaftsformung im Würmglazial (z.B. im Tal der Breg) beigetragen haben. Der Nachweis einer würmzeitlichen Vergletscherung des oberen Elztals wird jedoch durch das Anstehende erschwert: Der grobkörnige Triberger Granit verwittert rasch zu sandig-grusigem Material. In der rauhen Gesteinsoberfläche können deshalb keine Gletscherschliffe nachgewiesen werden. Des weiteren besteht wegen hoher Ähnlichkeit der Zusammensetzung der Schuttkegel und Moränen Verwechslungsgefahr: So wies SCHNARRENBERGER (1909) auf der Geologischen Karte (Blatt Elzach) ein Schuttkegel an der

Elztalstraße unterhalb von Dornebel als Moräne aus. LIEHL (1934) korrigierte diesen Befund mit Hinweis auf den Zusammenhang mit dem hier befindlichen Dobel.

Farnberg

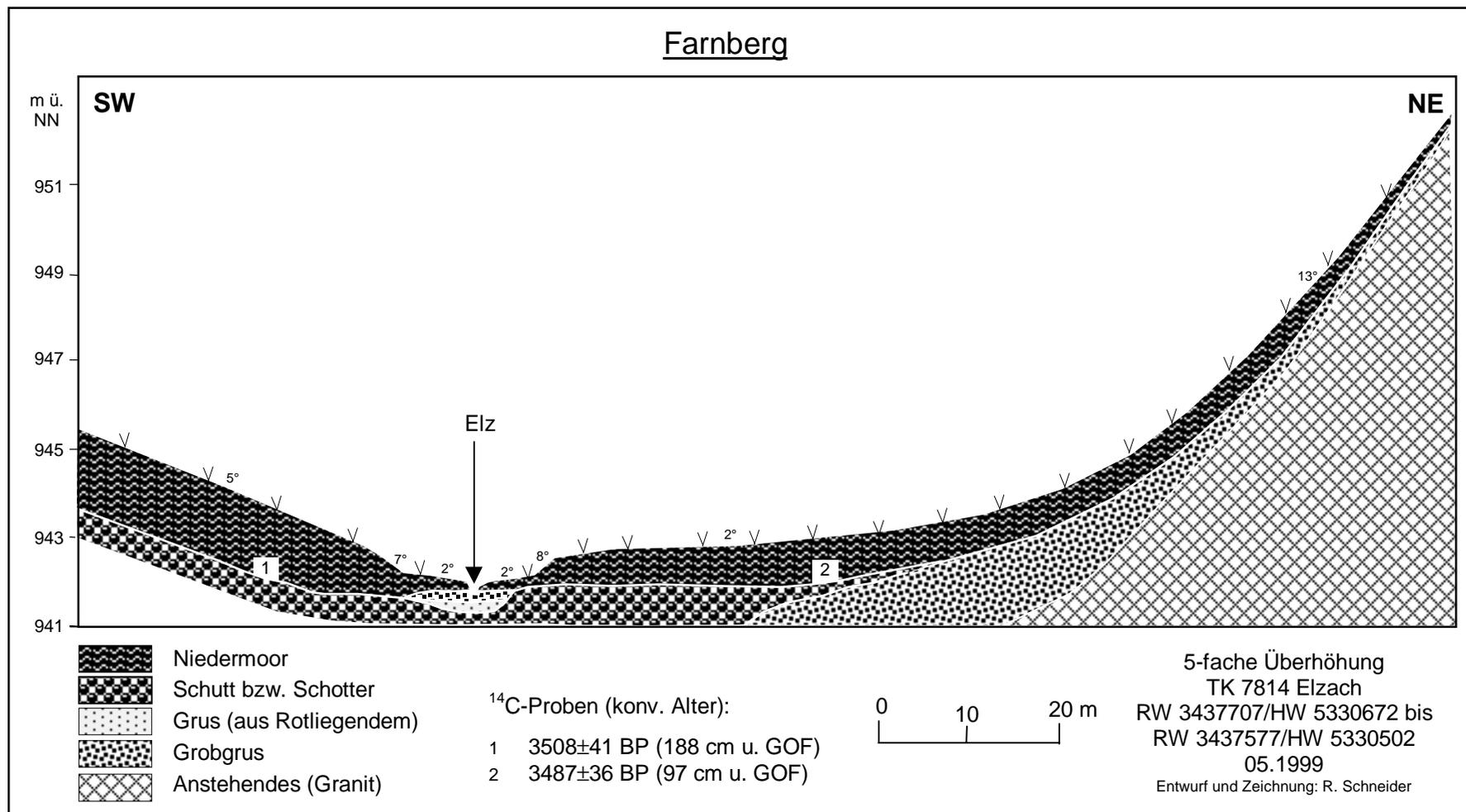
Im Hinblick auf die Frage der glazialen Überprägung und der aktuellen Geomorphodynamik konnte durch die Anlage eines Entwässerungsgrabens etwa 200 m nordwestlich des Farnbergs ein Querprofil aufgenommen werden (Abb. 3.3). Die Talsohle ist in diesem Flußabschnitt am Fuße des Farnbergs waldfrei und wird von moorigen Wiesenflächen, die als Weide- und Grünland genutzt werden, geprägt (Photo 1 im Anhang).

In der 10 bis 20 m breiten Aue schlängelt sich die Elz als Wiesenmäander in nordwestliche Richtung fließend. Das Flußbett der Elz ist hier 70 cm breit und teilweise stark durch Viehtritt aufgeweitet. Im Bett befinden sich kantengerundete Granitgerölle, die härteren Granitporphyre sind kantig. Die Mäanderbogenbildung der hier mit etwa 0,5 m/s fließenden Elz ist aktiv: Es bilden sich Sandbänke, die Erosion an Prallhängen ist ausgeprägt. Diese Vorgänge werden durch Viehtritt stark beschleunigt. Eine dichte Ufervegetation ist im Bereich der Weidewiesen nicht vorhanden, nur vereinzelt säumen Weiden das Ufer. In der Umgebung der Mähwiesen sind die Ufer dichter bewachsen und reduzieren die Fließgeschwindigkeit sowie die Uferunterschneidung. Von einer Mühle, die noch auf der Topographischen Karte des Großherzogtums Badens von 1895 verzeichnet ist, sind heute keine Spuren mehr ersichtlich.

Auf der Auenfläche liegen verstreut beiderseits der Elz durch Hochwasser transportierte jüngere Schotter, die auch an der Kante der Terrassenstufe vorgefunden werden. Die aktiven Formungsprozesse in der Aue äußern sich dadurch, daß die Terrassenkante stellenweise durch Viehtritt und vor allem durch die Erosionskraft der Elz bei erhöhter Wasserführung unbewachsen ist. In der Aue stößt man unter dem 70 cm mächtigen Torfboden zunächst auf eine Grobgruslage. Ab 85 cm Tiefe steht backsteinroter Feingrus in tonig-lehmiger Matrix an. Bei diesen Ablagerungen im Muldental handelt es sich um Verwitterungsmaterial des Rotliegenden, das vom Langenberg und von der Weißenbacher Höhe, wo es das Anstehende bildet, herabtransportiert wurde.

Auf der Niederterrasse ist Torf aufgewachsen, der auf der westlichen Talseite bis zu 230 cm mächtig ist (Abb. 3.3). An besonders feuchten Standorten hat sich Sphagnum angesiedelt, wodurch der Übergang zur Hochmoorvegetation anzeigt wird. Der Untergrund, auf den der Torf direkt aufgewachsen ist, besteht aus Grus und kantigen Graniten. Dies deutet darauf hin, daß es sich um eine pleistozäne Terrasse handelt. Diese pleistozänen Schuttlagen liegen nur in der Talmitte und im westlichen Talbereich vor, wo sie mit den Schottern der Schwemmfächer der kleinen Zuflüsse verzahnt sind. Am bis zum Grundgebirge aufgeschlossenen östlichen Hang ist das Niedermoor hingegen auf dem Verwitterungsgrus des anstehenden Granits aufgewachsen. Im Gegensatz zur stark durchfeuchteten westlichen Niederterrasse ist die entsprechende Terrasse am rechten Ufer aufgrund des kleineren Einzugsgebiets und der Anlage von Entwässerungsgräben weniger feucht. Hier ist das Niedermoor maximal 150 cm mächtig. Zwei ¹⁴C-Datierungen haben gezeigt, daß das Torfwachstum vor 3500 Jahren BP begonnen hat. Dies belegt eine geringe fluviale Aktivität und eine klimatisch bedingte

Abb. 3.3: Moornachstum im Muldental der oberen Elz.



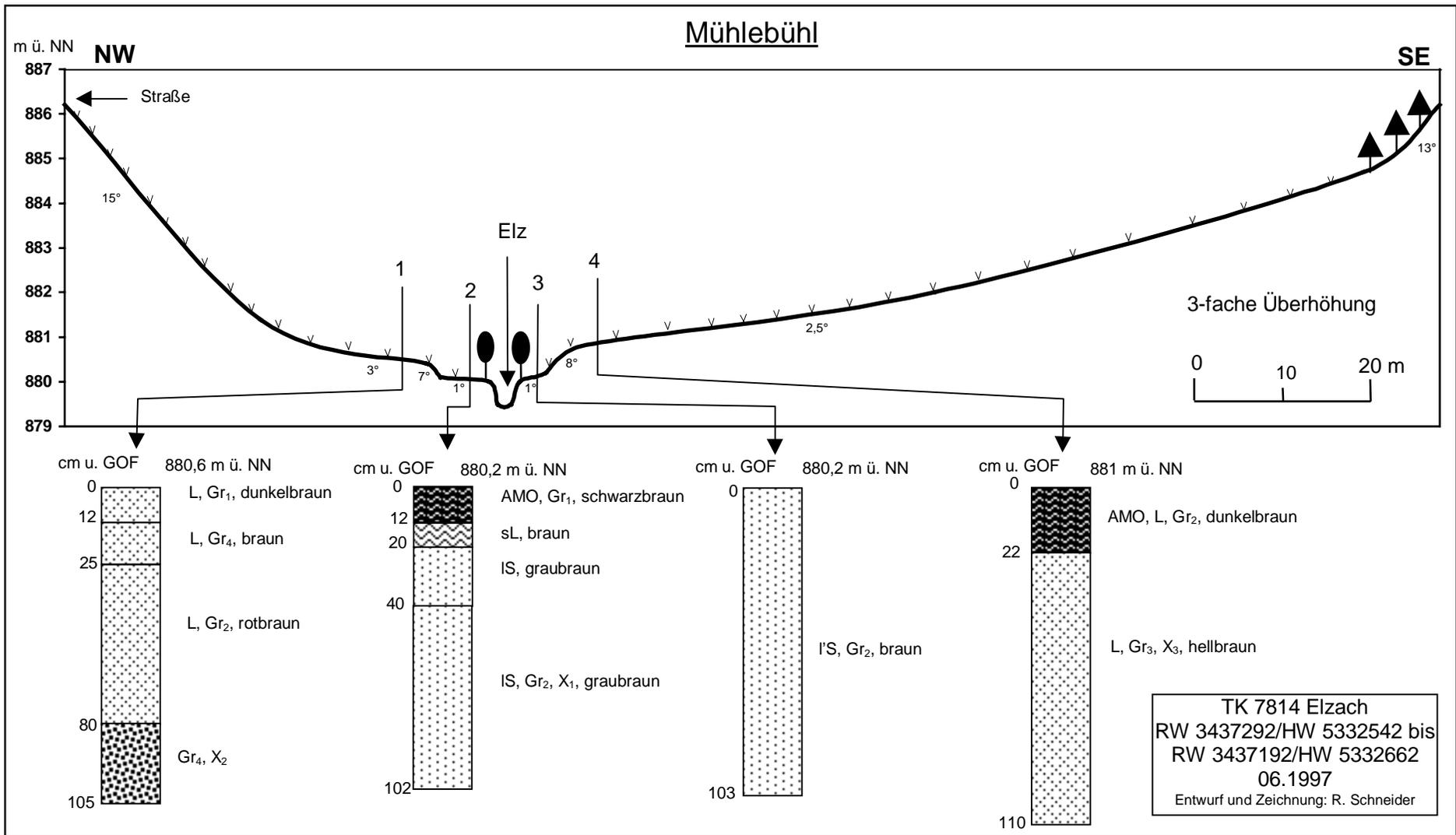
Torfwachstumsphase im ausgehenden Atlantikum bzw. im beginnenden Subboreal, die auch von MÄCKEL (2000) für den Oberlauf der Schiltach beschrieben wird. Eine erste Torfwachstumsphase im Muldental der Elz am Hirzbach-Schwemmfächer konnte von FRIEDMANN (1999) durch das Pollendiagramm Farnwald bereits für das frühe Atlantikum belegt werden. Ein ^{14}C -Alter von 7120 ± 14 BP (MÄCKEL et al. 1998) in 560 bis 570 cm u. GOF zeigt, daß die damalige Vegetationsbedeckung aus Eichenmischwäldern und Haselsträuchern dicht genug war, um an günstigen Standorten bei geomorphodynamischer Ruhe Torfwachstum zu erlauben. Auch SCHAMMEL (1991) konnte für das Boreal und Atlantikum einen Rückgang des klastischen Sedimenteintrags in den Schurmsee (Nordschwarzwald) belegen.

Im obersten Elztal erfolgte im Pleistozän und frühen Holozän eine Schutt- und Schotterakkumulation vornehmlich im westlichen Talbereich mit anschließender Einschneidungsphase und Torfwachstum seit dem Atlantikum auf der Niederterrasse. In den Auenbereichen wurde später eine Gruslage aus Rotliegendem abgelagert. Diese Sedimentation kann Folge der verstärkten Erosion an den Hängen infolge des Ackerbaus auf den ertragsgünstigen Böden auf dem Langenberg und auf der Weißenbacher Höhe sein. Die Besiedlung in diesem Talbereich hat wohl erst im 12. Jahrhundert eingesetzt (LUTZ 1999). Die intensive Nutzung des Naturraums und der Wasserkraft zeigen alte Karten (‘Topographische Charte von Schwaben’, Blatt Donauquellen, 1826 und Topographische Karte des Großherzogtums Baden, Blatt Elzach, 1895): In diesem Talbereich befanden sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch Mühlenbetriebe (Mühle Farnberg und Farnwälder Säge am Hirzbach-Schwemmfächer), und die Hänge waren bis in die Gipfellagen gerodet. Durch Aufgabe des Ackerbaus und Wiederbewaldung zu Beginn des 20. Jahrhunderts verringerte sich die Erosionstätigkeit, so daß heute auch die rezenten Auenbereiche durch wachsende Niedermoore überdeckt werden.

Mühlebühl

Bevor der Flußlauf der Elz im Kerbtal zwischen Mühlebühl und Tauberwald die Wasserfälle erreicht, schließt sich das Muldental trichterförmig in nordöstlicher Richtung. Die Elz hat hier schon einige aus Westen kommende Bäche aufgenommen und ihr Bett ist über zwei Meter breit. Faustgroße Schotter und einige Blöcke dokumentieren die erhöhte Schleppkraft, doch auch hier gibt es häufig Sandbänke. Das Flußbett wird durch kleine, mit Holzbalken befestigte Staustufen gegliedert, die Ufervegetation ist sehr dicht und mit Bäumen (Erlen, Tannen, Birken) bestanden. Zwei Auenniveaus sind hier vorhanden (Abb. 3.4): eine nur wenige Meter breite, rezente Aue und ein 40 cm (im Nordwesten) bzw. 80 cm (im Südwesten) höher gelegenes, älteres Niveau. Während der Aufbau der Auenlehme in der südöstlichen Elzaue sehr sandig-grusig ist und in der Tiefe rasch kompakter wird, ist die nordwestliche Aue feuchter und mit einem moorigen Oberboden versehen und insgesamt bis in 102 cm Tiefe lehmiger (Bohrungen 2 u. 3). Die nordwestliche Terrasse (Bohrung 1) ist drainiert und trockener als die gegenüberliegende Terrasse (Bohrung 4), auf der sich ein 22 cm mächtiger anmooriger Oberboden gebildet hat. In den bis über 100 cm mächtigen Auensedimenten wurde kein datierbares Material vorgefunden. Aufgrund der Besiedlungsgeschichte kann deren Entstehung auf die hochmittelalterlichen Rodungen und Waldverwüstungen zurückzuführen sein. Durch die Zerstörung der Vegetationsdecke und

Abb. 3.4: Querprofil Mühlebühl mit Anmoorfächchen über Auenlehmen.



durch die ackerbauliche Nutzung der freigewordenen Flächen wurde an den Hängen viel Feinmaterial abgetragen und in diesem gefällearmen Bereich abgelagert. Die Entstehung von geringmächtigen Anmooren über dem Auenlehm ist auf die aktuelle Landnutzung mit extensiver Weidewirtschaft und Wiederbewaldung zurückzuführen, da das dichte Vegetationskleid starke Erosionsprozesse verhindert. Das Elzbett liegt hier am nordwestlichen Talhang, der eine Neigung von 15° aufweist. Die südöstliche Talaue ist viel breiter, die rezente Aue ist hier viel schwächer ausgeprägt als das entsprechende Niveau am anderen Ufer. Diese Asymmetrie kann durch eine kaltzeitlich starke Prallhang-Gleithang-Formung erklärt werden, die heute bei der Erosion weiterer Niveaus fortschreitet. So hat die Erosion am Prallhang eine breitere rezente Aue im Nordwesten geschaffen, während im Südosten dieses Niveau durch verstärkte Akkumulation am Gleithang kaum ausgeprägt ist. Dies erklärt auch den Höhenunterschied von 40 cm zwischen den beiden älteren pleistozänen Niveaus.

Zusammenfassung

Um gesicherte Aussagen zur glazialen Überprägung zu geben, gibt es im obersten Elztal zu wenige Hinweise. Der glaziale Formenschatz ist auf einige Rundhöcker beschränkt. Verflachte Dobelmündungen in dieser Höhenlage (z. B. nordwestlich des Langenbergs: RW 533025/HW 343760) weisen auf kleine Nischengletscher und Firnfelder hin. In der Elzwanne bei Farnberg wurde keine Grundmoräne durch Aufschlüsse und Bohrungen angetroffen, jedoch hat LIEHL (1934) südlich der Elzfälle Grundmoräne kartiert. Würmezeitliche Ablagerungen sind durch den Oberflächenabfluß bis auf wenige Reste abgetragen. Große Rundhöcker wie bei Farnberg sind Zeugen einer weitgehenden Vergletscherung des obersten Elztals, wie sie in der Rißeiszeit oder früher stattgefunden hat. Unter periglazialen Bedingungen im Würmglazial wurde jedoch viel Lockermaterial von den Hängen des Brend-Rohrhardsberg-Höhenzuges zur Elz verfrachtet, was zu Schuttablagerungen vor allem an der westlichen Talseite geführt hat, die mit den Schwemmkegeln der Zuflüsse verzahnt sind. In diese Sedimente hat sich die Elz nur geringfügig eingeschnitten. Am Ende des Atlantikums bzw. im Subboreal begann eine Torfwachstumsphase, die auf veränderte klimatische Bedingungen (feuchter, kühler) zurückzuführen ist. Im späten Mittelalter und in der frühen Neuzeit kam es durch Rodung und Ackerbau zu verstärkter Erosion an den Hängen und zu Ablagerung von Feinmaterial in den Auenbereichen. Heute ist eine Phase relativer geomorphodynamischer Ruhe im obersten Elztal eingetreten: Große Hangflächenbereiche sind wiederbewaldet, Ackerbau wird nur noch auf den wenigen Flächen über Rotliegendem betrieben, die Moore wachsen auf den Hängen und in den rezenten Auenbereichen, der Wiesenmäander verlagert sich nur über lange Zeiträume und erfährt lediglich durch Viehtritt eine Überprägung. Zur Sedimentfracht der Elz gehört vor allem der durch die rasche Granitverwitterung entstehende Grus. Nur bei erhöhtem Abfluß durch rasch eintretende Schneeschmelze oder Gewitter kommt es zu einer verstärkten Erosionsleistung und zum Transport von faustgroßen Schottern.

3.2 Die Elz im Mittleren Talschwarzwald

Bei den Elzfällen verläßt die Elz das muldenförmige Hochtal im Südöstlichen Schwarzwald. Bis Hinterprechtal hat sie sich tief und kerbtalförmig in den Triberger Granit eingeschnitten. Nur wenige kleine Talweitungen sind in diesem nach Norden gerichteten Flußabschnitt vorhanden. Nach FISCHER & KLINK (1967) gehört die südlichste dieser Talweitungen bei Elzhof noch zum Südöstlichen Schwarzwald. Sie wird aber im folgenden aufgrund der Lage im Kerbtal (etwa 600 m nördlich der Fälle) dem Hinterprechtal im Mittleren Talschwarzwald zugeordnet. Durch das Elzknief, einer 135°-Wende bei der Ortschaft Oberprechtal, nimmt die Elz ihren bis in die Freiburger Bucht von Nordost nach Südwest gerichteten Verlauf ein. Mit der Ausweitung der Talsohle im Unterprechtal beginnt die naturräumliche Einheit des mittleren Elztals. Hier erhält die Elz mit der Wilden Gutach ihren größten Zufluß im Mittleren Schwarzwald. Auch Ober- und Mittellauf des Brettenbachtals liegen im Mittleren Talschwarzwald, die Mündung in die Elz erfolgt jedoch erst in der Freiburger Bucht. Rezente geomorphodynamische Prozesse und ergiebige Aufschlußsituationen im Glottertal und im Zartener Becken ermöglichen, die Erkenntnisse aus dem Untersuchungsgebiet mit landschaftsgeschichtlichen Aspekten aus dem südlichen Einzugsgebiet der Elz zu vergleichen und zu ergänzen.

Holz als Wirtschaftsfaktor

Die Erschließung des Elztals setzte im Laufe der hochmittelalterlichen Rodung und Besiedlung durch die Gründung des Klosters Waldkirch zwischen 912 und 918 ein. Während Elzach und Prechtal schon 1178 zum Klosterbesitz gehörten, war die Besiedlung der Seitentäler erst im 14. Jahrhundert abgeschlossen. Man kann also davon ausgehen, daß der Hochschwarzwald im Untersuchungsgebiet bis zum 11. Jahrhundert eine weitgehend unbesiedelte Waldlandschaft darstellte. Mit der Erschließung des Elztals blühte der Bergbau auf: Aufgrund der Silbergruben im Suggental befanden sich am Übergang des Elztals zur Freiburger Bucht bereits im 12. Jahrhundert größere Siedlungen. Große Mengen an Erz wurden im 16. und 17. Jahrhundert im Hammerwerk im Simonswälder Tal bearbeitet. Ende des 17. Jahrhunderts wurde in Kollnau ein neues Eisenwerk gegründet. 1730 wurde hier ein Hochofen erbaut, der die bislang übliche Verhüttung auf offenen Rennfeuern ablöste. Dieses die Wasserkraft der Elz und den Holzreichtum der Region nutzende Werk verarbeitete jährlich 4000 bis 6000 Zentner Eisen und benötigte immense Holz Mengen (SCHILLINGER 1954). 1866 erfolgte der Verkauf und die endgültige Stilllegung des Kollnauer Eisenwerks (KESSLER & LEIBER 1991). Nicht nur das Eisenwerk benötigte viel Holz, sondern auch die Bergwerke und die Bevölkerung der Region waren auf große Holz Mengen (Brenn- und Bauholz) angewiesen. Außerdem wurde aufgrund der zeitweiligen Erzknappheit Roheisen aus dem Nachbarterritorium Baden-Durlach gegen Holz getauscht. Es wurde jedoch nicht nur regional Holzhandel betrieben, sondern auch mit Holland und England. Insbesondere im 18. Jahrhundert, aber auch bereits seit dem 16. Jahrhundert wurden dorthin für den Schiffs- und Hafenbau Tannen und Fichten gefloßt. Von besonderer Bedeutung für den Export waren die ‚Holländertannen‘, die bei einer Länge von 13 bis 33 m einen Zopfdurchmesser (am dünnen Stammende) von 36 bis 48 cm aufweisen mußten (BRÜCKNER 1989). Die durch den erheblichen Holzeinschlag verursachte Waldverwüstung wurde durch weitere Faktoren verstärkt: Die offenen Flächen wurden einerseits fortan als Ackerboden, andererseits für den Siedlungsausbau genutzt und nicht rekulti-

viert. Des Weiteren wurde keine nachhaltige Waldwirtschaft betrieben, sondern es wurde so viel gefällt, wie benötigt wurde. Besonders von der Waldverwüstung betroffen waren zunächst im 17. Jahrhundert die Wälder am Nordhang des Kandels (Altersbach, Goldsbach, Ettersbach), und vom 18. Jahrhundert an das gesamte Elztal sowie die abgelegeneren Seitentäler im Einzugsgebiet der Wilden Gutach (SCHILLINGER 1954). Durch den Bergbau schritt die Waldzerstörung so schnell voran, daß bereits im Jahre 1611 eine Waldverordnung erlassen wurde. Erst im 19. Jahrhundert wurde jedoch die Aufforstung der Wälder vorgenommen, und die bäuerliche Waldwirtschaft gewann an Bedeutung. Aufgrund des raschen Wachstums wurde hierzu vornehmlich die Fichte verwendet. Die SCHMITT'SCHEN KARTEN aus dem Jahre 1797 (Blatt 17, 18, 35) zeigen das Ausmaß der Waldvernichtung besonders deutlich: Das Gebiet zwischen Rohrhardsberg, Elzach und Simonswald war Ende des 18. Jahrhunderts waldfrei. Auch die Gschasi- und Fißnachtkapfshollen waren vor allem an den zur Elz abfallenden Hängen kahlgeschlagen. Sogar die steilen Hänge des Hinterprechtals wurden entwaldet. Diese Zeit des enormen Holzverbrauchs ist gleichzeitig infolge der reduzierten Vegetationsbedeckung eine Periode erhöhter Erosion und verstärkten Hangabtrags gewesen. Insbesondere durch Starkniederschläge muß es zu Hangrutschungen und zur Bildung tiefer Erosionsrinnen gekommen sein. Das abtransportierte Material ist einerseits auf dem Elztalboden akkumuliert worden, andererseits von den Elzwässern zur Freiburger Bucht bzw. zum Vorfluter (Rhein) transportiert worden. Die untersuchten Auensedimente spiegeln diese Phase deutlich wider. Heute sind die Höhenzüge südlich des Elzknie ab einer Höhenlage von 550 bis 650 m ü. NN wieder durchgehend bewaldet. Westlich der Elz herrscht nun ein Mosaik aus etwa 55% Waldfläche und 45% landwirtschaftlicher Nutzfläche vor.

Holzbringung

Der Holztransport von den Hängen zu den flößbaren Gewässern konnte im Mittleren Talschwarzwald durch die hohe Reliefenergie über Riesen und Känel erfolgen. Die Erd- oder Holzriesen waren muldenartige Halbröhren oder Rinnen, durch die die vorne angespitzten Holzstämme bis 4 km weit bei hoher Geschwindigkeit in das Tal rutschten. Die Riesen wurden vor allem im Winter genutzt, da sie durch die Vereisung (hierzu wurden sie nötigenfalls bewässert) bessere Rutscheigenschaften boten. Für den Bau solcher Riesen wurden 500 m³ Holz oder mehr benötigt, so daß eine derartige Anlage nur rentabel war, wenn auf ihnen große Mengen an Holz oder mehrere Jahreseinschläge transportiert werden konnten (SCHEIFELE 1996). Im Gelände haben die Riesen an den Hängen langgezogene, metertiefe Gräben hinterlassen, die vor allem im Hinterprechtal und Simonswälder Tal aufgrund der für diese Art der Holzbringung günstigen steilen Hänge zu finden sind (Photo 3 im Anhang). Auch der Name 'Rißhalde' am Brandeck, südöstlich von Siensbach, weist auf diese Transportmethode im Elzgebiet hin.

Eine ähnliche Holztransportart waren die Känel (auch Kä(h)ner, Kennel, Kändel), bei denen die Wasserkraft von Wildbächen und Dobeln genutzt wurde. Hierbei wurde das Bachbett in eine hölzerne, kastenförmige Rinne umgebaut. Diese Konstruktionen, die große Mengen an Holz verschlangen, wurden auch da angebracht, wo das 'Putzen' des Bachs (Entfernen von Strauchwerk und großen Steinen) nicht ausreichte, um die nötige Schleppkraft des Wassers für den Holztransport zu erzeugen (SCHILLINGER 1954, SCHEIFELE 1996). Daß derartige Konstruktionen bis in den Bereich des Oberlaufs der Elz erbaut wurden, davon zeugt der

Name des kurz vor 'Im Grund' in die Elz mündenden Baches: Der Hohlkäner entspringt im Nordosten des Gschasikopfs in 940 m ü. NN. Eine Begehung des Geländes im Bereich des Hohlkäners zeigte zahlreiche Gräben und Furchen, die auf den Holztransport zurückzuführen sind. Die kastenförmige Eintiefung des Quellbereichs und des weiteren Verlaufs des Hohlkäners zeugt von der Intensität des Holztransports in den vergangenen Jahrhunderten. Auch heute werden große Baumstämme mittels Seilwinden über den Waldboden gezogen und bei ausreichendem Gefälle zum Rutschen gebracht, so daß frische, meterbreite und 20 cm tiefe Schleifspuren häufig anzutreffen sind. Diese werden bei starken Regenfällen zu kleinen Wasserläufen und so zu Erosionslinien. Vor allem an den Osthängen des Lattenbühls (787 m ü. NN) im Hinterprechtal konnte diese Methode der Holzbringung beobachtet werden. Die rezenten kleinen Gräben, die durch den heutigen Holztransport entstehen, zeigen, daß durch Riesen und Känel eine enorme Erosion und Rinnenspülung stattgefunden haben muß. Bei entsprechenden Niederschlägen müssen sie zu reißenden Bächen geworden sein und den Transport von Feinmaterial bis hin zu größeren Blöcken begünstigt haben. Beim Kasperhof im Simonswälder Tal ist hierdurch am Ende einer Riese ein regelrechter Schwemmkegel auf dem Talboden entstanden (SEIDEL 1999 u. Photo 3 im Anhang).

Verbau des Elzbetts und Wiesenwässerung

Von der Elzquelle bis zur Gemeindegänge vor dem Elzknie ist der Verbau der Elz sehr gering. Nur im Bereich des Mühlebühls wurden einige Holzbalken als Sohlschwelle eingebaut. Uferverbau ist kaum vorhanden. Dies ändert sich mit dem Eintritt in das Prechtal und das mittlere Elztal. Direkt am Ausgang des Kerbtals befindet sich ein Stauwehr. Hier wurde ehemals die Wasserkraft, wie der Name „Gemeindegänge“ besagt, zum Betreiben einer Säge genutzt. Heute dient das Wehr zur Wasserregulierung von Forellenteichen. Von hier an intensiviert sich die Nutzung des Wassers und der Wasserkraft beträchtlich. Die zur Speisung von Kanälen erbauten Wehre weisen eine Fallhöhe von 2 bis 5 m auf. In Elzach und Oberwinden befinden sich zwei solcher Wehre. In Niederwinden wird das Wasser am Wehr in einen kleinen Kanal geleitet, der zum Betreiben einer Mühle am Ausgang des Schwangenbachtals diente. Zwischen Gutach und Kollnau befinden sich zwei Wehre zur Ableitung des Wassers in Gewerbekanäle. Große Bedeutung hatte hier die Wasserkraft für das im 17. Jahrhundert eröffnete Kollnauer Eisenwerk. Auch in Waldkirch/Batzenhäusle dient ein Wehr zur Speisung eines Kanals, das zu einem Buchholzer Fabrikwerk führt. Die ersten Sägemühlen wurden in Baden im 14./15. Jahrhundert errichtet. In diese Zeit gehört auch die aus dem Jahre 1480 stammende Burgsägemühle zu Waldkirch (JÄNICHEN 1961).

Sohlschwelle mit einer Fallhöhe von 10 bis 30 cm sind im gesamten mittleren Elztal vorhanden. Sie dienen zur gleichmäßigen Verteilung der Strömung und der Schleppkraft über die Breite des Flußbetts. Von Gutach an wurde die Elz in ein Trapezprofil gelegt, von Waldkirch an wurden Hochwasserdämme errichtet. Diese Maßnahmen erfolgten zum Schutz der Siedlungen und zur Gewinnung weiterer hochwassersicherer landwirtschaftlicher Nutzflächen. Des weiteren wurde der Lauf der Elz so gelegt, daß eine günstige Fortsetzung durch den 1842 fertiggestellten Leopoldskanal (Flutkanal) möglich war (WASSERWIRTSCHAFTSVERWALTUNG 1992).

Etwa 50 Wässerwiesenwehre können zwischen Oberprechtal und Gutach gezählt werden. Diese Ausleitungswehre haben eine Fallhöhe von 1 bis 3 m. Die Wässerung der Wiesen wurde nicht nur zur Bewässerung der Wiesenflächen im Sommer durchgeführt, sondern auch

zur Verlängerung der Vegetationsperiode durch vorzeitiges Abtauen des Schnees im Frühjahr und zum Düngen, indem Jauche dem Wasser beigemischt wurde. Da der Betrieb und die Erhaltung der Wässerwiesenwehre heute zu kostspielig ist und durch extensive Landwirtschaft sowie moderne Düngemethoden eine Bewässerung der Wiesen nicht mehr nötig ist, ist keines dieser Wehre mehr in Betrieb. Die Kanäle und Gräben in der Aue sind heute zwar weitgehend verfüllt, aber noch deutlich sichtbar. Die höhere Feuchte im Bereich dieser Kanalsysteme wird vielerorts durch die entsprechende Vegetation angezeigt. Die ehemaligen Bewässerungswehre auf den Wiesen sind heute teilweise noch vorhanden (Photo 4 im Anhang).

3.2.1 Das Hinterprechtal

Von den Elzfällen bis Oberprechtal weist die Elz im tief eingeschnittenen Kerbtal einen Wildbachcharakter auf. Zunächst überwindet sie durch kleine Wasserfälle mit Fallhöhen von 40 bis 150 cm etwa 70 Höhenmeter auf einer Strecke von knapp 600 m. Es folgt ein Wechselspiel von steilen Gefällspartien mit kurzen Verebnungen. Charakteristisch für das Flußbett im Hinterprechtal sind zahlreiche Großblöcke aus Granit. Imposante Granit-Felsburgen, die durch Wollsackverwitterung entstanden sind, erklären die Anreicherung an Blöcken im Flußbett.

Die Verebnungen im Kerbtal sind auf den Materialtransport einiger Dobel und deren Schotter- und Schuttablagerungen zurückzuführen. In diese Schuttauffüllungen, die das Kerbtal zu einem Sohlenkerbtal verfüllen, schneidet sich die Elz ein. Die Schleppkraft reicht jedoch nicht aus, um das ganze Material abzutransportieren, so daß ebene Schotterflächen erhalten bleiben und aufgrund der Wasserkraft bereits im Mittelalter für die Ansiedlung von Mühlenbetrieben genutzt wurden. Von den Edelsteinschleifereien des 18. Jahrhunderts zeugen heute noch die Namen ‚Venedighaus‘ (die Edelsteine kamen zum Teil aus Italien) und ‚Schleife‘ (LUTZ 1999). Das Stauwehr und der Wasserkanal zur Nutzung der Wasserkraft für die ehemalige Gemeindegemeinde (560 m ü. NN) bei Im Loch wurden für eine Forellenzucht umfunktioniert.

Elzhof

Eine große Verebnung befindet sich schon 600 m nördlich der Elzfälle. Bei Elzhof (Rohrhardsberg) weitet sich das Kerbtal zu einer in 780 bis 800 m ü. NN gelegenen, etwa 550 m langen und 300 m breiten muldenförmigen Verebnung auf. Einige aus Westen kommende Sturzbäche münden hier in die Elz, deren Quellbereiche bei 1000 m ü. NN am Nordhang des Farnwalds (1100 m) liegen. Geht man davon aus, daß Mühlebühl und Farnwald zu einem früheren Zeitpunkt eine Wasserscheide bildeten (LIEHL 1934), so sind diese Dobel als ehemalige Quellflüsse der Elz zu sehen. Erst durch die starke rückschreitende Erosion wäre dann das flache Hochtal südlich dieser Erhebungen angezapft worden.

In der Verebnung des Elzhofs ist nur im Norden am Venedighaus ein Terrassenniveau ersichtlich, ansonsten geht die Aue fließend in den Hang über (Abb. 3.5). Die am linken Ufer niedergebrachte Bohrung hat einen lediglich 40 cm mächtigen, etwas grusigen Auenlehm

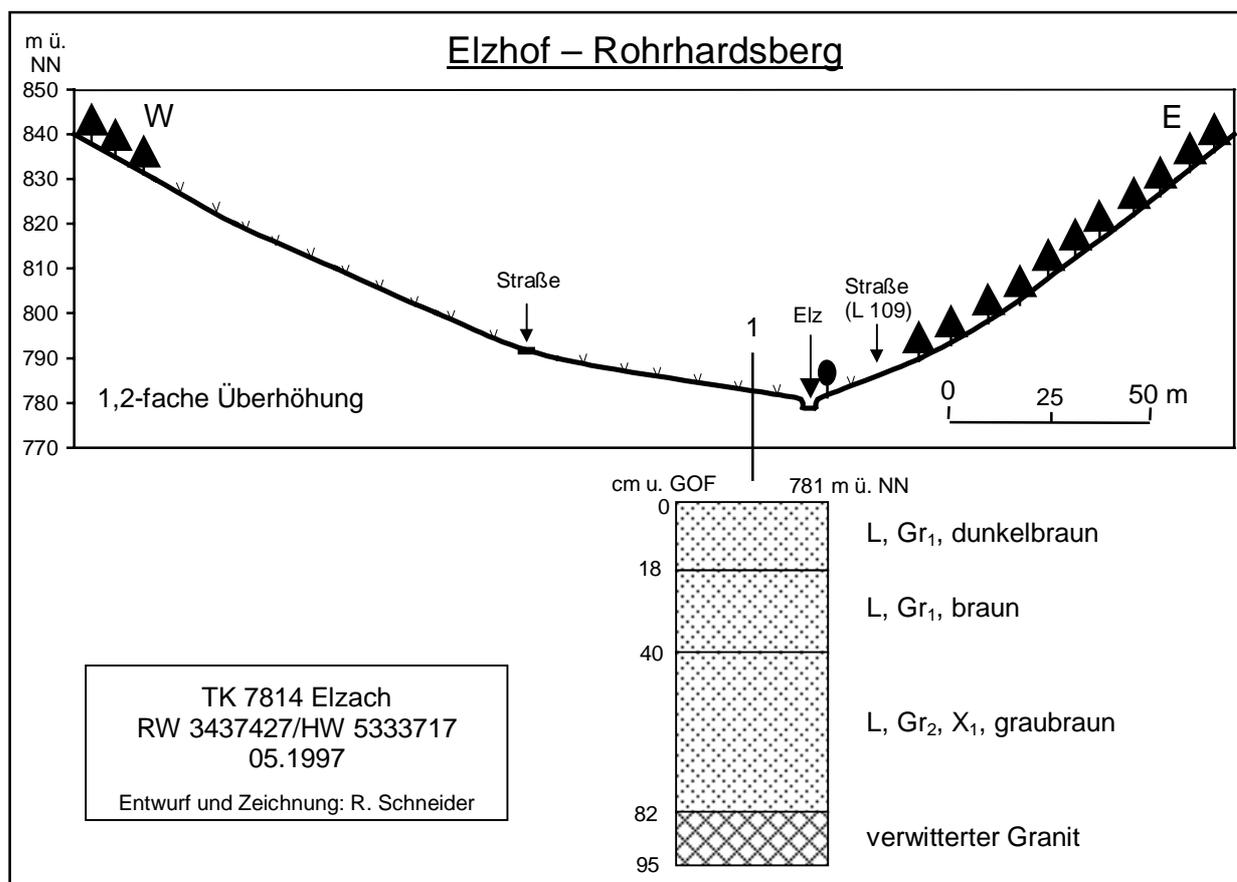


Abb. 3.5: Querprofil und Auenlehmlagen in der Talweitung bei Elzhof.

gezeigt. Schon in 82 cm Tiefe stößt man hier auf verwitterten Granit. Die Asymmetrie im Querprofil dieser muldenförmigen Verebnung ist auf die aus Westen zufließenden Bäche zurückzuführen, die die Elz durch ihre Schuttkegel an den Osthang ablenken. Hier hat sich ein Steilhang durch die Prallhangerosion der Elz gebildet, während im Westen durch Akkumulation die Hangneigung gering gehalten wird. Es ist anzunehmen, daß durch die Schwemmkegel der Dobel eine mächtige Sedimentauflage vorhanden ist, so daß bei der Bohrung in 82 cm Tiefe ein fluvial oder gravitativ (Bergrutsch oder -sturz) transportierter Großblock angetroffen wurde, und nicht das Anstehende erbohrt wurde.

Östlich des Gschasikopfs am Holzgrund zieht LIEHL (1934) angesichts der halbrunden Talform, der steilen Hänge und der Öffnung nach Nordosten eine Überprägung durch einen Kargletscher in Betracht. Eine ähnlicher, aber stärker durch die Sturzbäche zerschnittener Halbkessel ist auch westlich des Elzhofs vorhanden. In Anbetracht der Höhenlage (650 m bzw. 800 m) ist eine würmeiszeitliche glaziale Überprägung durch ein Kar oder Karoid auszuschließen, jedoch kann eine Vergletscherung zur Rißeiszeit stattgefunden haben. Heute sind durch die starke Einschneidung der Dobel Zeugen der Eiszeit ausgeräumt.

Schüßelebauer

Kurz vor dem Elzknie bei Im Grund weitet sich das kerbtalförmige Hinterprechtal auf und bietet durch die bis zu 250 m breite Talsohle und der etwas geringeren Hangneigung Raum für Besiedlung und landwirtschaftliche Nutzung. Die Höfe Schüßelebauer und Michelebauer (520 m ü. NN) befinden sich in hochwassersicherer Lage auf einem kleinen Schwemmkegel am linken Elzufer. Dieser wurde von einem aus Westen kommenden Dobel gebildet, dessen Ursprung sich in 800 m Höhe nordöstlich der Schweingrube befindet. Der Westhang wird in diesem Talbereich durch zwei große Solifluktionsloben gegliedert, in deren Mitte sich eine gefaßte Quelle befindet. Bis in 600 m Höhe ist der 18° steile Hang waldfrei und wird als Weideland genutzt. Der etwas steilere Osthang (20°) ist mit dichtem Nadelwald bestanden. Die Elz fließt in einem langgestreckten, ostwärts gerichteten Bogen um diesen Kegel herum. Ein Querprofil wurde am Nordende des Bogens, 300 m nördlich der Brücke zu den erwähnten Höfen, aufgenommen. Im etwa vier Meter breiten Bett der Elz befinden sich vorwiegend gerundete Großblöcke. Die Zwischenräume werden durch Sand und Grus aufgefüllt. Durch die Uferbestockung und die Ufersicherung mit großen Felsblöcken ist keine Unterschneidung des Flußufers möglich. Das rechte Elzufer weist eine nur wenige Meter breite rezente Aue auf, an die sich zwei Terrassenniveaus anschließen. Die linksseitige rezente Aue ist ausgeprägter, die anschließende Terrasse geht in die Solifluktionsloben über (Abb. 3.6). Die Auenlehmmächtigkeit auf diesem tiefsten Niveau erreicht 82 cm. Die Sedimente sind sand- und grushaltig mit vereinzelt Schottern. In 67 cm Tiefe wurden in den östlichen Auensedimenten kleine Holzkohlestückchen vorgefunden. Die am rechten Ufer anschließende, 30 m breite Zwischenterrasse besteht aus sandig-grusigem Lehm über Schotter (Bohrung 4). Die Bohrungen 1b und 5 auf den oberen Terrassen sind im Aufbau sehr ähnlich: Der lehmig-grusigen Auflage folgen steinreiche, grusige Lehmlagen über den in etwa einem Meter Tiefe liegenden Schottern. Die schotterreichen Auenlehme sind auf den hohen Anteil an Grobmaterial zurückzuführen, der von der Elz transportiert und bei starkem Hochwasser auf den Auenflächen abgelagert wird. Kleinere Hochwasser führen lediglich zur Ablagerung von grusig-sandigem Lehm. Nach dem Bogen um den erwähnten Schwemmkegel und der hieraus resultierenden Verengung hat sich vor allem am östlichen Ufer gröberes Material abgelagert. Die rezente Aue weist hier schon in der obersten Lage hohe Grusanteile auf, und das mittlere Niveau (Bohrung 4) besteht schon ab 42 cm Tiefe aus Sand, Grobgrus und Granitsteinen.

Im Lee des Schwemmkegels erfolgte eine verstärkte Akkumulation. Die Elz hat hier drei Niveaus geschaffen und scheint ihren Lauf vom östlichen Prallhang in die Talmitte verlagert zu haben. Der westliche Talboden ist wie ein Gleithang ausgebildet. Durch die weidewirtschaftliche Nutzung der Solifluktionsloben wird auf dieser Talseite infolge verstärkter Erosion viel Feinmaterial zum westlichen Talboden transportiert. Aufgrund des starken Hangabtrags hat sich auf der Talau unterhalb der Solifluktionsloben ein Kegel gebildet (Bohrung 1a), der sich bis 140 cm über das Terrassenniveau erhebt. Das Bohrprofil zeigt, daß unterhalb der holzkohlehaltigen, lehmig-feingrusigen Sedimente des Kegels die Sedimente der Terrasse vorliegen. Dieser Kegel ist also jünger als das entsprechende Auenniveau und kann sich erst gebildet haben, nachdem die ältere Terrasse nicht mehr von den Wässern der Elz betroffen wurde. Zudem weisen die Holzkohlefunde auf eine

anthropogene Entstehung hin, die angesichts der Erschließung und Besiedlung des Hinterprechtals erst im 12. Jahrhundert eingesetzt haben kann (LANDESARCHIVDIREKTION BADEN-WÜRTTEMBERG 1982, WALTHER 1909). Es handelt sich also um eine Kolluvienbildung, die auf die Rodung und Beweidung der Solifluktlöben seit dem Spätmittelalter zurückzuführen ist.

3.2.2 Der Mittellauf der Elz von Oberprechtal bis Waldkirch

Der Mittellauf der Elz beginnt nach dem Elzknie mit dem zum Elz-Wildgutach-Winkel gehörenden Oberprechtal. Eine eigene naturräumliche Einheit bildet das mittlere Elztal von Finsnacht im Unterprechtal bis Waldkirch mit einer 400 bis 600 m breiten Talsohle (FISCHER & KLINK 1967). Die Talachse folgt bis Buchholz (westlicher Stadtteil von Waldkirch) einer alten variszischen Störung in Nordost-Südwest-Richtung (KESSLER & LEIBER 1991). Charakteristisch für das sich nun aufweitende Tal ist eine breite und ebene Kiesau, die von der Elz in großen Bögen durchflossen wird. Nordwestlich des Elzgrabens dominiert ein von Ost nach West einfallendes flaches, aber mehrfach zerschnittenes Hügelland (Schweighausener Platte). Zum Elztal hin bilden die Finsterkapf- und die Hünersedelscholle einen Steilhang. Im Südosten erhebt sich ein 1000 bis über 1200 m hoher Gebirgswall (Kandel 1243 m). Insgesamt bilden die Oberflächen der entsprechenden Schollen (Kandel, Rohrhardtsberg, Gschasi) eine nach Osten und Südosten einsinkende Ebene. Durch die hohe Reliefenergie haben sich die Flüsse tief eingeschnitten, so daß der Rand des Gebirgswalls um einige Kilometer vom Elztal zurückversetzt ist und hier eine Firstlandschaft entstanden ist. Das über 20 km lange und bis zu 800 m tief eingeschnittene Tal der Wilden Gutach trennt das Kandelmassiv vom eigentlichen Mittleren Schwarzwald. Die Stufe zwischen dem über 1000 m hohen Gebirgszug im Südosten der Elz und der Schweighausener Platte im Nordwesten beträgt etwa 600 m. Die dazwischenliegende, bis über 300 m tief eingeschnittene Elz verstärkt die landschaftliche Grenze zwischen der tieferliegenden Schweighausener Platte und dem Schwarzwaldmassiv. Während im Prechtal die Talsohle vor allem als Grünland genutzt wird, überwiegt im mittleren Elztal der Ackerbau. Von Oberwinden bis Waldkirch werden die südöstlichen Hänge bis in 500 m Höhe landwirtschaftlich genutzt und waldfrei gehalten. Zwischen Elzach und Waldkirch liegen Hof-siedlungen wie aneinandergereiht in einer Höhenlage um 400 m ü. NN. Sie befinden sich zumeist auf den Hangrücken über den tief eingeschnittenen, kleinen Bächen, so daß eine Nutzung des Wassers ohne Hochwassergefahr möglich ist.

Talasymmetrie

Auffallend im mittleren Elztal ist eine ausgeprägte Talasymmetrie: Während die Talhänge im Nordwesten Neigungen bis über 50° aufweisen, ist der Anstieg im Südosten mit 5 bis 15° wesentlich flacher. Die südostexponierten sind also die steilen Talhänge, die nordwestexponierten die flacheren. Die Entstehung dieser Talasymmetrie kann nicht durch die unterschiedliche Erosionsleistung an den Hängen aufgrund der Expositionsverhältnisse in den Kaltzeiten erklärt werden: Nach BÜDEL (1944) müßte der Flachhang am ostexponierten Westhang durch die verstärkte und länger andauernde Solifluktion entstanden sein. Im Elztal ist hingegen der strahlungsbegünstigte südostexponierte Hang der Steilhang. Die Entstehung

dieser Talasymmetrie hat vielfältige Ursachen. FISCHER & KLINK (1967) führen die Talasymmetrie auf die rheinische Tektonik zurück: Von dem leicht nach Norden abgekippten Elz-Wildgutach-Winkel führen die konsequenten Zuflüsse große Schuttmassen ab und drängen die Elz an den nördlichen Talrand, der von der steilen Bruchstufe zur Hünersedelplatte begrenzt wird. Hier erfolgt eine starke Hangunterschneidung der Elz, die zur Hangversteilung führt. Eine weitere Ursache für diese Talasymmetrie ist die unterschiedliche Größe der Einzugsgebiete der Elz von Nordwesten und Südosten. Das Verhältnis liegt etwa bei 1:2. Außerdem divergieren die Höhenunterschiede zum Elzaltboden erheblich. Durch den Höhenzug vom Gschasikopf (1045 m) bis zum Kandel (1243 m) liegt ein Höhenunterschied von 600 bis 900 m zur Elz vor, während diese Differenz im Nordwesten vom Finsterkapf (690 m) bis zum Hünersedel (744 m) nur bei 250 bis 450 m liegt. Durch das tektonisch bedingte Großrelief besteht eine Asymmetrie der Einzugsgebiete und der Reliefenergie. Dadurch läßt sich eine erhöhte Erosion südöstlich der Elz – vor allem während der Kaltzeiten – und somit auch der Transport größerer Sedimentmassen zur Elz hin erklären. Die Schwemmkegel und Ribterrassenreste der Elz (SCHMIDT 1950) auf der Talsüdseite zeugen von diesen Prozessen. Ähnliche Formen sind auf der Talnordseite nur vereinzelt vorzufinden. Durch diese Ablagerungen abgedrängt, verläuft die Elz heute überwiegend auf der nördlichen Seite des Talbodens. Eine Verstärkung der Talasymmetrie resultiert auch – in Anlehnung an BÜDEL (1944) – aus den Expositionsverhältnissen. Die eiszeitlichen Ablagerungen auf der schattigen nordwestexponierten Talseite blieben länger gefroren und konnten von der Elz nur in geringerem Umfang erodiert und abtransportiert werden, während die Sonnenseite durch täglichen Frostwechsel stärkerer Erosion ausgesetzt war. Das im Nordwesten erodierte Material wurde von der Elz rasch abtransportiert. Ein weiterer Faktor, der die ausgeprägte Talasymmetrie erklärt, ist das Vorhandensein von anstehenden Gesteinen unterschiedlicher geomorphologischer Härte: Die Orthogneise sind verwitterungsresistenter als die Paragneise. Da im Südosten der Elz vor allem Paragneis ansteht, im Nordwesten hingegen große Gebiete aus Orthogneis bestehen, ist die Versteilung des nordwestlichen Talhangs ebenfalls auf diese Gesteinsunterschiede und die Fähigkeit des Orthogneises, steile Wände zu bilden, zurückzuführen.

Oberprechtal

Anhand zahlreicher Bohrungen in der Elzaue bei Oberprechtal konnte eine verfüllte Rinne ausfindig gemacht werden, in der in 85-115 cm Tiefe genug organisches Material für eine ¹⁴C-Datierung entnommen werden konnte (FRIEDMANN & SCHNEIDER 2000). Wie in Abbildung 3.7 dargestellt, wurde auf den Schottern eine insgesamt 160 cm mächtige Sedimentschicht aus schwach grushaltigen Wechsellagen an Lehm, sandigem Lehm, Sand sowie Schottern abgelagert. Diese Wechsellagerung reflektiert die in Abhängigkeit der Hochwasserstände stehende Sedimentfracht. Die Grusfraktion in diesen Auensedimenten ist mit der Lage des Bohrpunktes nahe dem Ausgang des kerbtalförmigen Oberlaufs der Elz zu erklären. Durch das hohe Gefälle und der damit verbundenen starken Schleppkraft ist der Anteil an größerem Material in der Sedimentfracht des Flusses in diesem Abschnitt groß, was sich gut in der Zusammensetzung der Auensedimente widerspiegelt.

Mit dem konventionellen ¹⁴C-Alter von 1251±25 BP ist die Auffüllung mit Auenlehm in dieser Rinne bereits in das frühe Mittelalter zu stellen. Eine derart frühe Auenlehmbildung

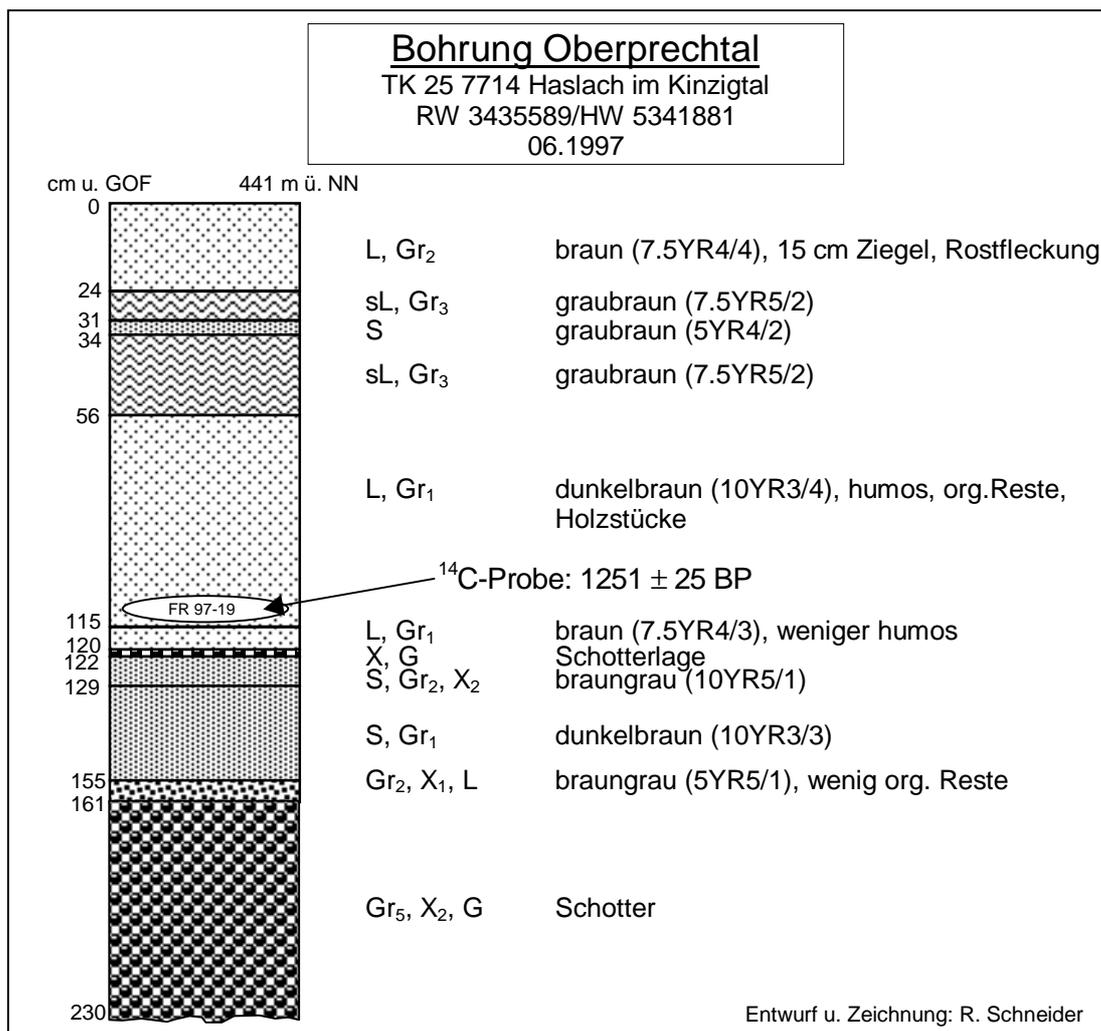


Abb. 3.7: Auenlehmstratigraphie einer Elzrinne bei Oberprechtal.

verwundert angesichts einer bislang von historischer und archäologischer Seite für diesen Zeitraum nicht belegten Besiedlung des Elztals. Sie zeugt aber von ersten Eingriffen des Menschen in die Vegetationsbedeckung im frühen Mittelalter, also vor der planmäßigen Erschließung des Elztals durch das im 10. Jahrhundert in Waldkirch gegründete Kloster St. Margaretha. Im 8. Jahrhundert existierten jedoch im Mittleren Elztal bereits die beiden Eigenhofkirchen St. Martin und St. Peter (Kap. 1.6). Es ist anzunehmen, daß schon zu dieser Zeit von den Höfen ausgehend durch Holzentnahme, Waldweide und vielleicht auch durch erste Bergbauaktivitäten eine Auflichtung des geschlossenen Waldes bewirkt wurde, die zu einer verstärkten Erosion und zu Auenlehmablagerungen geführt hat. Diese erste Nutzungsphase der natürlichen Ressourcen im Prechtal wird auch von dem am Übergang des Elztals in die Freiburger Bucht kontinuierlich siedelnden und wirtschaftenden Menschen ausgegangen sein: Aus römischen Zeiten ist hier auf dem Mauracher Berg ein Kastell bekannt, wie auch Bergbau im Suggental, was durch Schlackefunde im Raum Denzlingen nachgewiesen werden konnte (SCHREINER 1996). Des weiteren wurden im Altersbachtal bei Waldkirch acht römische Bronzegefäße gefunden, die wohl aus Furcht vor Alamannen-

einfallen um 260 n. Chr. zum Schutze des Besitzes vom Eigentümer dort vergraben wurden (SANGMEISTER 1993). WALTHER (1909) weist darauf hin, daß bereits im 5. Jahrhundert auf dem Mauracher Berg die Kapelle des Hl. Severins gebaut und noch vor dem Beginn des 6. Jahrhunderts im Elztal eine kleine Kirche errichtet wurde, die der Stadt Waldkirch ihren Namen gab.

Polihof

Nordöstlich der Ortschaft Fißnacht liegt am Hangfuß des Finsterkaps (690 m) der Polihof (früher Paulihof). Ein aus Nordnordwest von der Ebenhalde kommender Bach hat hier einen kleinen Schwemmfächer aufgeschüttet, der die Elz nach Süden abdrängt. Auf dieser kleinen Anhöhe befinden sich in hochwassersicherer Lage die Hofsgebäude. Nordwestlich der Elz können zwei Talbodenniveaus unterschieden werden: Es handelt sich um eine nur wenige Meter breite rezente Aue und eine in Hangfuß und Schwemmfächer übergehende, bis zu 70 m breite Niederterrasse (Abb. 3.8 u. Abb. 3.9). Dieses schwach zur Elz geneigte Niveau wird von Gräben durchzogen, die der ehemaligen Wiesenbewässerung dienten. Sie sind stellenweise fast bis auf das heutige Geländeniveau mit Auenlehm aufgefüllt. Beide Niveaus sind mit bis zu 70 cm mächtigen sandigen Lehmlagen überdeckt, die in der Aue (Bohrung 3) und im unteren Bereich der Niederterrasse (Bohrung 2) wenig Holzkohlepartikel aufweisen.

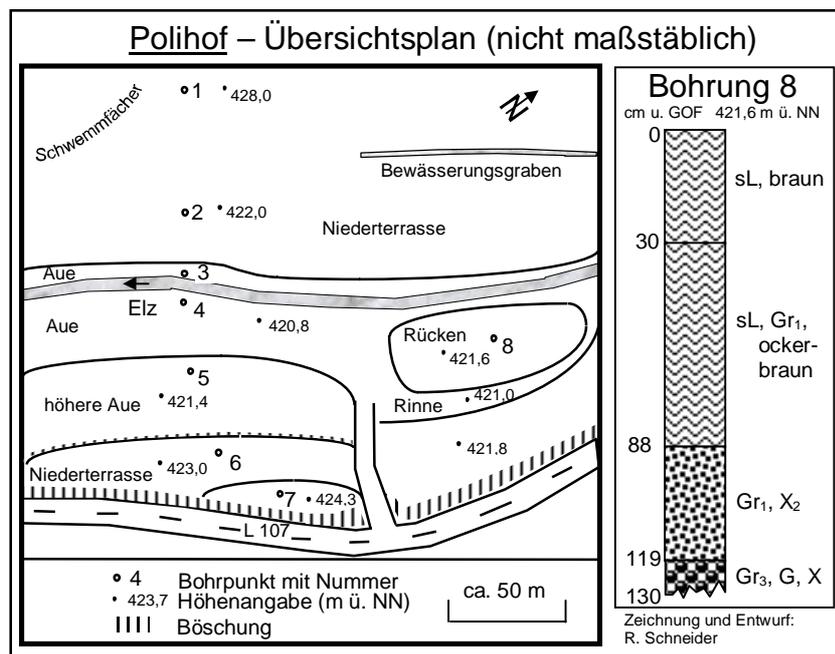
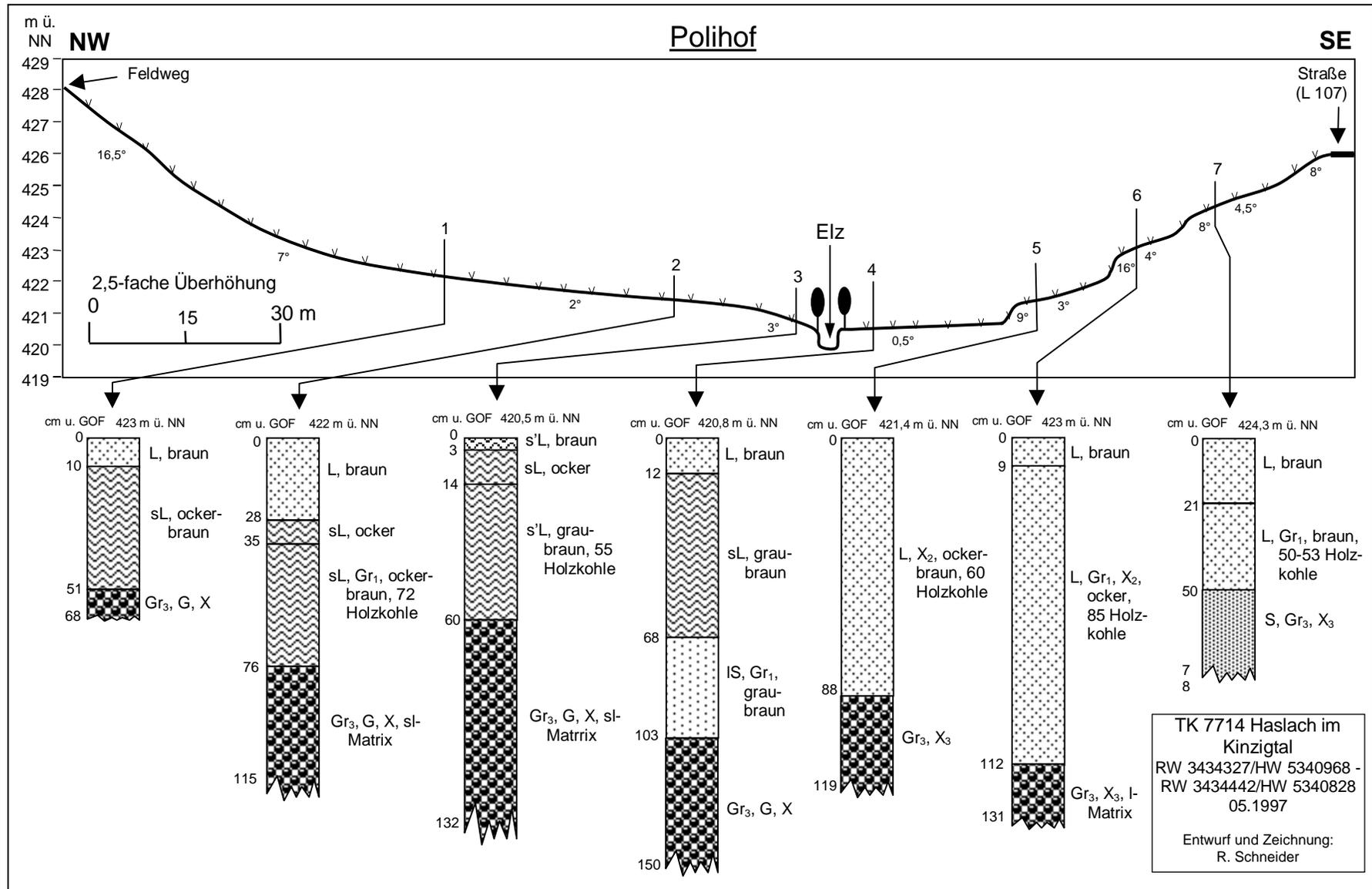


Abb. 3.8: Reliefformen und Lageplan der Bohrungen in der Elzaue bei Polihof.

Der Talboden südöstlich der Elz weist durch Rinnen, Rücken und Terrassen viel lebendigere Reliefformen (Photo 2 im Anhang) als die gegenüberliegende Talseite auf. Im Querprofil (Abb. 3.9) werden auf dieser Talseite vier Niveaus erfaßt. Der heutige Überflutungsbereich umfaßt die untersten zwei Niveaus. In dieser rezenten Aue liegen bis zu 100 cm mächtige

Abb. 3.9: Querprofil durch das Oberprechtal bei Polihof mit Gleithang und Terrassensystem am Prallhang.



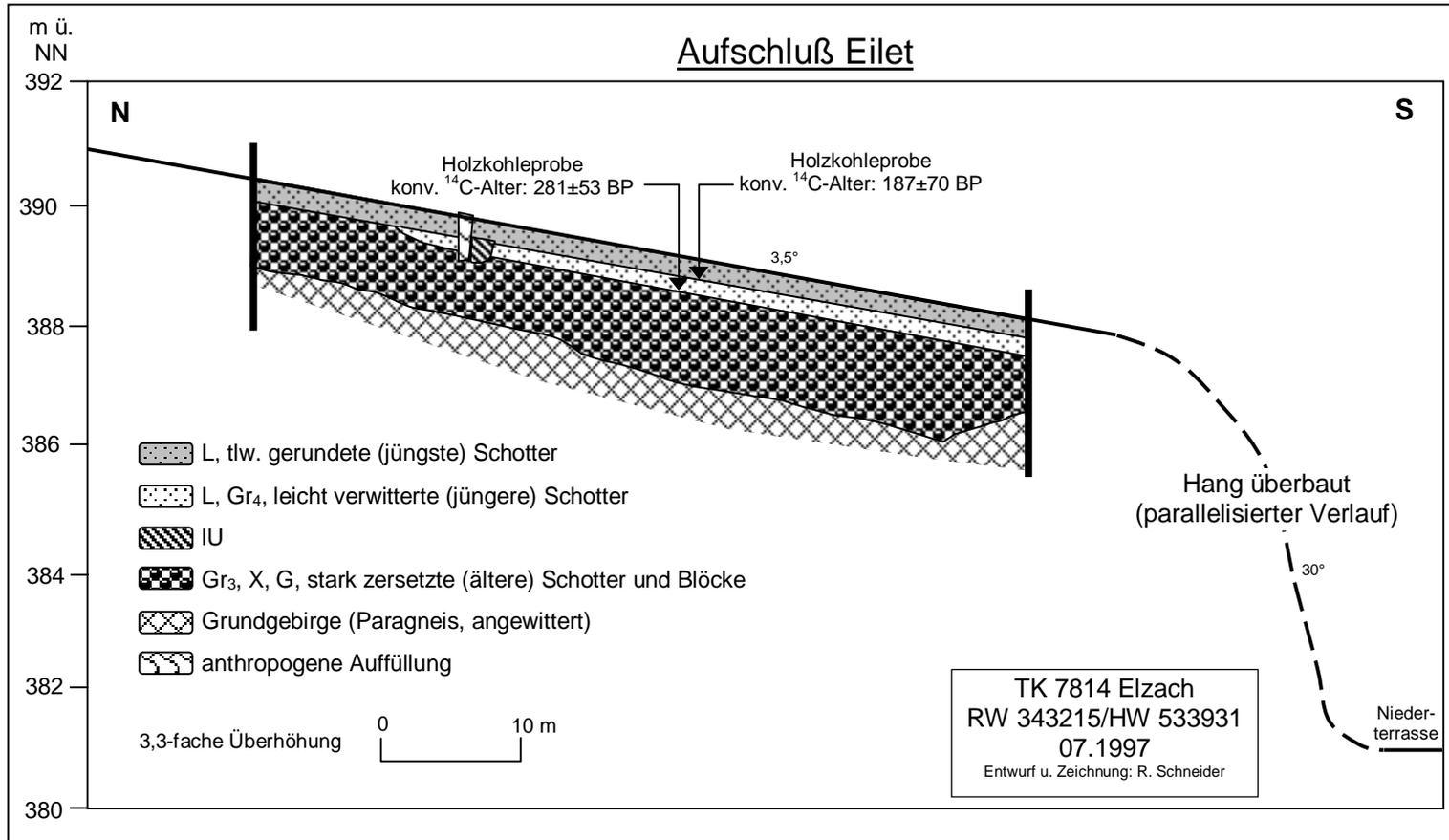
sandig-lehmige Auensedimente vor, wobei auf dem höheren Niveau aufgrund der größeren Entfernung und der selteneren Überschwemmungen die sandige Komponente zurücktritt. Die Kante zum dritten Niveau, der Niederterrasse, ist auffällig steil, was zum einen auf die Prallhangerosion zurückzuführen ist, zum anderen auf die frühere Nutzung als Ackerterrasse hinweisen kann. Auch die Niederterrasse weist zwei Niveaus auf, die von über 100 cm mächtigen lehmig-grusigen, mit Steinen durchsetzten Sedimenten überlagert werden. Holzkohlefunde in 85 cm Tiefe belegen eine spätmittelalterliche bzw. neuzeitliche Bildung dieser Auflagen, die durch Erosion des Feinmaterials an den landwirtschaftlich genutzten Hängen und Ablagerung als Kolluvium auf den Terrassen entstanden sind. Während auf der nordwestlichen Talseite durch den Schwemmfächer ein gleichmäßig zur Elz abfallender Gleithang ausgebildet ist, wird auf der anderen Flußseite der Prallhangbereich durch ein Terrassensystem geprägt. Flußaufwärts von diesen Terrassen liegt ein durch lehmig-sandige Hochwasserablagerungen entstandener Sedimentationsrücken, der von einer Hochwasserrinne umfahren wird. Die Korngrößenzusammensetzung zeigt, daß dieser Rücken durch Ablagerung von sandigem Lehm bei Hochwasser entstanden ist (Bohrung 8 in Abb. 3.8). Es erfolgte keine Abtrennung vom zweiten Auenniveau durch Rinnenbildung, da dieses vorwiegend von leicht grushaltigem Lehm aufgebaut wird (Bohrung 5 in Abb. 3.9).

Eilet

Die Elz verläßt das Prechtal 1,5 km vor der Ortschaft Elzach. Aus Norden kommend mündet zuvor die Frischnau in 377 m Höhe ü. NN in die Elz. Am Ausgang des Frischnautals liegt am südöstlichen Hangfuß des Finsterkapfs (690 m) die Ortschaft Eilet. Hier war die Bearbeitung eines 50 m langen und bis zu 2,5 m unter die Geländeoberfläche reichenden Aufschlusses (Abb. 3.10) möglich. Das Grundgebirge, auf dem die Sedimente aufliegen, befindet sich etwa 5 m über dem Niveau der Niederterrasse der Elz und der Frischnau. Es handelt sich um einen aus Paragneis bestehenden Ausläufer der Finsterkapf-Scholle. Auf dem Anstehenden liegt eine 1,5 m mächtige, stark verwitterte Schotter- und Blocklage aus Granit und Granitporphyr. Im Einzugsgebiet der Frischnau stehen lediglich an der Westabdachung des Finsterkapfs Granite an. Der weitaus größere Anteil des Einzugsgebietes der Frischnau liegt jedoch im Gneis. Da die Elz bis Prechtal im granitischen Grundgebirge fließt, müssen diese Schotter von der Elz hierher transportiert worden sein und einen Terrassenrest darstellen. SCHMIDT (1950) gibt für das erste Niveau über dem Talboden im unteren Prechtal eine Höhe von 390 m ü. NN und einen Höhenunterschied von 10 m zum Elztalboden an, was dieser Terrasse entspricht. Da die Sedimente des breiten Elztalbodens der Würmeiszeit zuzuordnen sind, wurden die Schotter mindestens in der vorletzten Eiszeit, der Rißeiszeit, abgelagert. Die südliche Terrassenkante wurde im Interglazial Riß/Würm von der Elz geschaffen.

Die Ergebnisse von ^{14}C -Datierungen an Holzkohlefunden zeigen die sehr junge Entstehung bzw. Sedimentation der beiden lehmigen Lagen. Das Alter von 281 ± 53 Jahren BP (FR 97-7) für die untere bzw. von 187 ± 70 Jahren BP (FR 97-6) für die obere Lage weist Erosions- und Akkumulationsprozesse in der Neuzeit nach. Diese Vorgänge wurden durch die im 18. Jahrhundert restlos entwaldeten Hänge des Finsterkapfs (Schmitt'sche Karte von Südwestdeutschland, Blatt 35, 1797) aufgrund des hohen Holzverbrauchs für Siedlungen, Bergbau und das Kollnauer Eisenwerk ausgelöst. Infolge der vergrößerten Erosionsflächen konnten von den Hängen des Finsterkapfs große Sedimentmengen zu den Tälern des

Abb. 3.10: Rißzeitliche Schotter und neuzeitliche Kolluvien am Aufschluß Eilet.



Frischnaubachs und der Elz hintransportiert werden. Die Erosion wurde durch Ackerbau und Viehhaltung auf den offenen Flächen zusätzlich begünstigt. Auf dem Terrassenrest wurden die Sedimente infolge geringerer Hangneigung als Kolluvium wieder abgelagert. Da die Holzkohleprobe für die Datierung der unteren Lehmlage direkt über den mindestens rißzeitlichen Schottern entnommen wurde, liegt hier eine Schichtlücke zwischen dem mindestens rißzeitlichen Terrassenrest und dem jung gebildeten Kolluvium vor. Dieser Hiatus kann durch die Erosionstätigkeit des Frischnaubachs entstanden sein.

Südlich des Schwemmfächers schließt sich die Niederterrasse an, die von einem Sportplatzbelag überdeckt wird. Die jüngeren Sedimentabfolgen der rezenten Talaue sind an frisch angeschnittenen Prallhängen der Elz gut aufgeschlossen. Die Basis der 65 cm mächtigen Auenlehmdecke enthält Holzkohlestückchen. Zwischen dem holozänen Schotterkörper und der Auenlehmdecke liegen Sand- und Kieslagen (ca. 30 cm mächtig). Der Beginn der Ablagerung des Lehms ist wiederum in Verbindung mit den anthropogenen Einflüssen im späten Mittelalter und in der Neuzeit zu sehen, die eine intensive Erosions- und Akkumulationsphase ausgelöst haben. Dieser Sedimentaufbau ist typisch für die Auenbereiche der Elz, die nicht durch Auenrinnen oder häufige Flußlaufverlagerungen überprägt wurden. Auch bei Polihof (Bohrung 4 in Abb. 3.9) oder auf der Gemarkung Moosmatten (Bohrung 2 in Abb. 3.12) findet sich die Abfolge holozäne Schotter, Sandlage, spätmittelalterlicher/neuzeitlicher Auenlehm. Dies legt nahe, daß vor der Auenlehmablagerung die Elz über den Schottern in einem sandigen Auenbereich floß und die Auenlehmlagen nur sehr geringmächtig waren. Heute scheint die Elz wieder verstärkt diese nur wenige Jahrhunderte alte Lehmlagen abzutragen, soweit ihr Flußbett nicht befestigt wurde.

Bereits 1995 wurde ein Aufschluß in einer Baugrube an der Bundesstraße 294 westlich der Schrahöfe aufgenommen (RW 3432025/HW 5338925). In der östlichen Elzaue ist hier die Auenlehmdecke etwa 55 cm mächtig und enthält in 30 bis 55 cm Tiefe Scherben aus dem 16./17. Jahrhundert. Eine 10 cm mächtige lehmige Sandlage mit Blöcken ist von 20 bis 30 cm u. GOF zwischengeschaltet. Unter der scherbenhaltigen Schicht befindet sich der holozäne Schotterkörper mit großen Blöcken. Auch dieses Profil entspricht dem ungestörten Aufbau der Auensedimente am Mittellauf der Elz. Da die vorgefundenen Scherben unterschiedlich stark verrollt sind, müssen sie aus den höhergelegenen Talbereichen stammen. Das Alter dieser Scherben entspricht der Phase der starken bergbaulichen Aktivität und der Eisenverhüttung im Elztal sowie der daraus resultierenden Waldvernichtung. Durch die reduzierte Vegetationsdecke, die Pflugarbeit und die Beweidung sowie durch Schäden infolge Holzbringung setzte eine starke Auensedimentation ein. Die Scherben belegen das junge Alter dieser Sedimentationsphase.

Elzach

Südlich von Elzach mündet der Yachbach in die Elz. Zwischen dem Bahnhof Elzach und der Einmündung des Yachbachs befindet sich ein Schwemmfächer, an dem zur Elz hin mehrere Stufenterrassen ausgebildet sind. Die Genese dieser Terrassen wurde von STEINMANN (in SCHNARRENBERGER 1909) und GAWLIK (1989) untersucht. Insgesamt können vier Niveaus unterschieden werden: Die Niederterrasse besteht aus einer jüngeren, im Flußniveau (350 m ü. NN) liegenden und mit Hochflutlehm bedeckten Terrasse und aus einer älteren, 4 m höher liegenden Terrasse. Die sich anschließende Zwischenterrasse (Niveau oberhalb des Bahnhofs

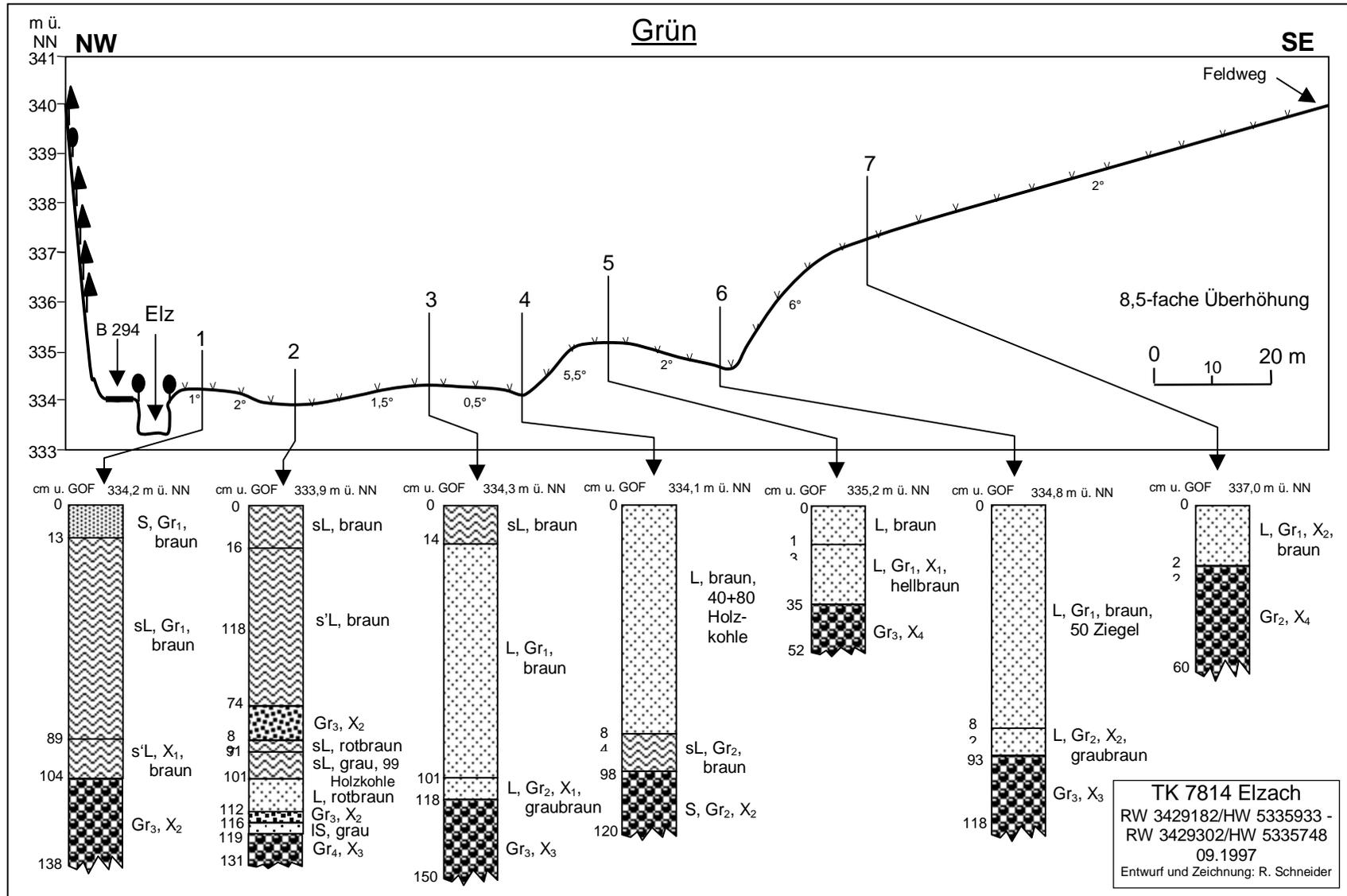
Elzach) besteht aus bis zu 20 cm großen, gut gerundeten und schlecht sortierten Gneisschottern mit Hangschuttbeimengungen. Die älteste nachweisbare Terrasse ist nicht so deutlich ausgeprägt wie die Zwischenterrasse und nicht durchgehend vorzufinden. Diese aus gerundeten Gneiskomponenten bestehende Terrasse ist mit großen Hangschuttanteilen vermengt. Dies entspricht der von SCHMIDT (1950) vorgenommenen Gliederung für das mittlere Elztal in würmeiszeitlichen Talboden mit rezenter Aue, Zwischenterrasse und Reißterrasse. Vor allem unter periglazialen Bedingungen der Reiß-Eiszeit waren die aus Südosten kommenden Zuflüsse durch die hohe Reliefenergie in der Lage, große Sedimentmassen abzuführen und beträchtliche Schwemmfächer zu bilden (RÖHRIG 1997). Durch die Verzahnung derartiger Schwemmfächer mit den Elzschottern und der anschließenden starken Flußerosion in der Würmeiszeit hat sich im Abschnitt von Elzach bis Waldkirch eine beinahe durchgehende, bis zu 20 m hohe Stufe am Übergang der Elzaue zu den südöstlichen Hängen gebildet.

Grün

Der Flußlauf der Elz pendelt im mittleren Elztal zwischen dem Steilhang im Norden und dem weniger geneigten südlichen Hangfuß hin und her. Teilweise fließt die Elz hier im rechten Winkel zum Elzgraben, so z. B. bei Grün nordöstlich von Oberwinden. Ursache hierfür sind die unter periglazialen Bedingungen entstandenen Schwemmfächer der Zuflüsse, die immer wieder zur Ablenkung des Elzlaufs führten. Auf der Gemarkung Grün ist durch den Respenbach ein Schwemmfächer aufgeschüttet, der beinahe bis an die gegenüberliegende Talseite reicht und von der Elz mehrfach angeschnitten wurde (Abb. 3.11).

Das linksseitige Elzufer wird von einer uferwallförmigen Erhebung begrenzt. Diese besteht bis in einer Tiefe von 100 cm u. GOF vorwiegend aus sandigem Lehm und Grus über den Schottern (Bohrung 1). Die oberste Sandlage ist durch ein rezentes Hochwasser abgelagert worden. Die sich anschließende Auenrinne ist mit Wechsellagen an Grus und sandigem Lehm verfüllt. Holzkohlefunde in knapp einem Meter Tiefe belegen eine Aufsedimentierung dieser Rinne frühestens seit dem Mittelalter. Dies gilt auch für die zweite Rinne (Bohrung 4) mit Holzkohlefunden in 40 und 80 cm Tiefe. Eine dritte Rinne (Bohrung 6) zerschneidet den nordwestlichsten Teil des Schwemmfächers. Hier zeugen Ziegelbruchstücke von einer jungen Verfüllung, die jedoch nicht nur mit Auenlehm, sondern auch mit Kolluvium verfüllt ist. Dies ist auf den Abtrag des grusig-lehmigen Feinmaterials auf dem Schwemmfächer zurückzuführen. Die mehrfache Verlagerung des Flußlaufs nach Norden wurde vor allem in den Eiszeiten durch die Schwemmfächerbildung bewirkt. Aufgrund der erhöhten Freisetzung von Feinmaterial durch verstärkte Erosionsprozesse im Laufe der mittelalterlichen und neuzeitlichen Besiedlungs- und Waldvernichtungsphase ist es zur Ablagerung von kolluvialen und fluvialen Sedimenten gekommen. Dadurch werden die Rinnen an der Front des Schwemmfächers, die durch Verlagerung des Elzlaufs oder durch Hochwasser bis in die Neuzeit immer wieder entstanden sind, verfüllt. Aufgrund von Uferverbauungen ist heute im mittleren Elztal die Bildung neuer Rinnen und die Flußbettverlagerung weitgehend unterbunden.

Abb. 3.11: Rinnensystem am Schwemmfächer des Respenbachs bei Grün (Oberwinden).



Moosmatten

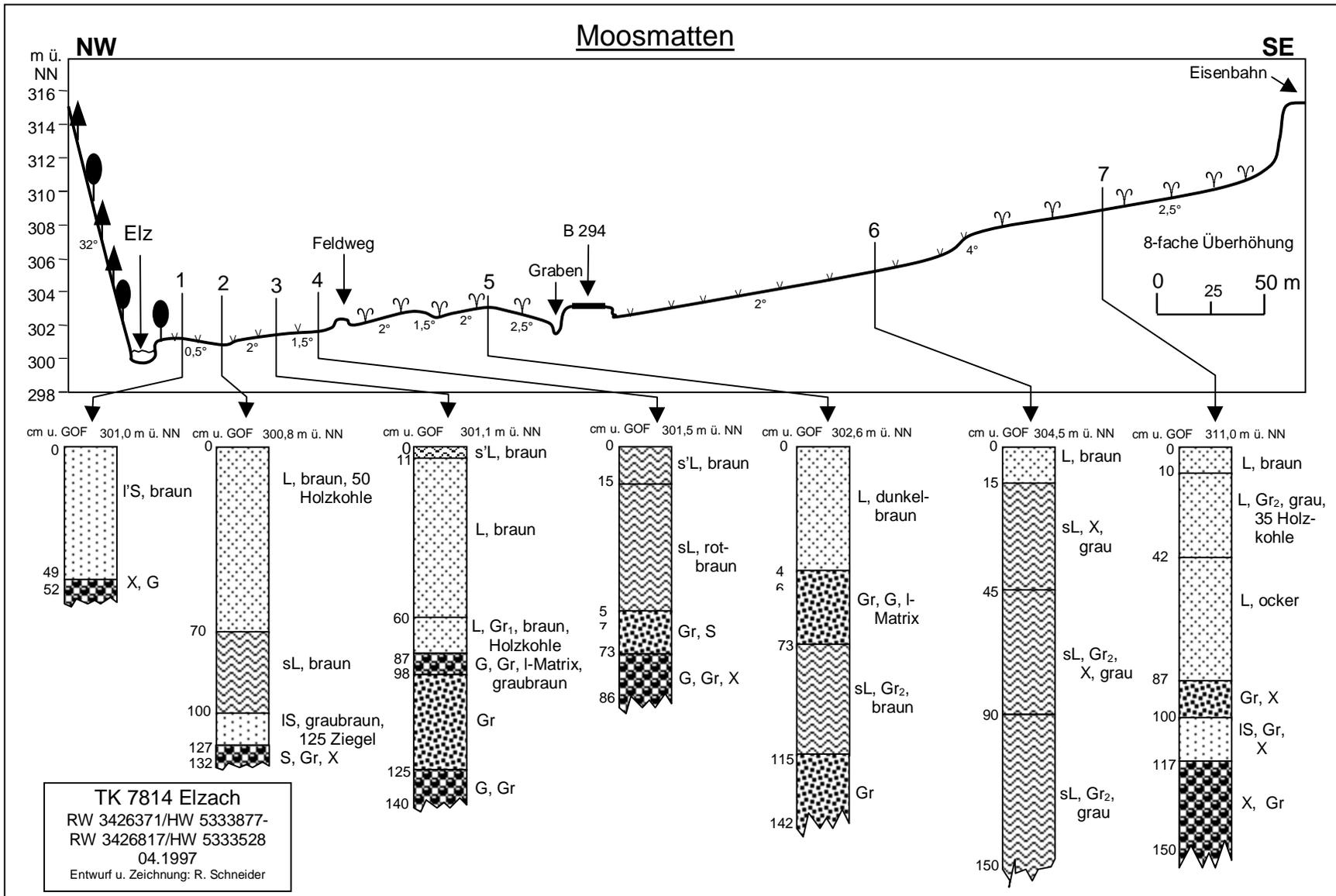
Zwischen Niederwinden und Bleibach liegt die Gemarkung Moosmatten. Bis auf eine Kläranlage und den Verkehrswegen ist dieser Abschnitt des Elztalbodens unbebaut. Der Verlauf der Elz wird hier von zwei rechtwinkligen Flußbiegungen gekennzeichnet. Ein dreitoriges, mit großen Felsbrocken stabilisiertes Stauwehr an der Flußbiegung 175 m südwestlich der Kläranlage zeugt davon, daß hier stark in den Verlauf des Flußbetts eingegriffen wurde. Im Herbst 2000 soll der Umbau dieses Wehres zum Einlaß für Druckrohre zur Speisung eines Kraftwerks abgeschlossen werden. Auf alten Karten (Schmitt'sche Karte, Blatt 18, 1797) verlief die Elz im Bereich Moosmatten noch am nordwestlichen Talhang. Die Verlagerung des Flußbetts erfolgte zur großflächigen Wiesenwässerung über den gesamten Auenbereich. Das Gefälle des oberen Mittellaufs der Elz ist ausreichend, um die Bewässerung im Hangbau durchführen zu können. Hierzu wurden Wassergräben am Hang entlanggeführt, von denen die Wiesen mittels kleiner Schleusen durch ein baumförmig verzweigtes System bewässert wurden. Diese Bewässerungstechnik erforderte gute Nivellements und regelmäßige Unterhaltungsarbeit (HASSLER et al. 1995). Zahlreiche Bewässerungsgräben durchziehen die Aue, in denen vielerorts noch gut erhaltene, mit Stellbrettern versehene Wehre und Schleusen vorhanden sind (Photo 4 im Anhang).

Das Querprofil auf der Gemarkung Moosmatten (Abb. 3.12) reicht vom streckenweise durch Betonplatten vorgegeben Elzbett über die rezente Aue zu einer ackerbaulich genutzten älteren Aue. Jenseits der Bundesstraße 294 folgen zwei Niveaus, die zur Niederterrasse gehören und ein rißzeitlicher Terrassenrest, auf dem die Bahnlinie verläuft. Die rezente Aue wird durch eine mit Auenlehm verfüllte Rinne gegliedert, in der Holzkohle und Ziegelstückchen vorgefunden wurden. In Anbetracht der Besiedlungsgeschichte ist auf eine sehr junge (frühestens seit dem Mittelalter) Flußbettverlagerung und Aufsedimentierung dieser Senke zu schließen. Die höhere Aue wird durch einen verfüllten ehemaligen Bewässerungsgraben durchzogen. Südöstlich der Bundesstraße 294 folgt die Niederterrasse. Die mächtigen grusigen Lehmauflagen (Bohrung 6 über 150 cm) weisen auf eine Überlagerung durch Kolluvium hin, da Hochwasser nur sehr selten (seltener als 100-jährige Hochwasser) diese Höhe erreichen.

Waldkirch

Bevor die Elz das Grundgebirge des Mittleren Talschwarzwalds verläßt, verschmälert sich das Tal bei Waldkirch zwischen Hünersedel- und Kandelscholle und weitet sich anschließend beim Übergang in die Freiburger Bucht (bei Batzenhäusle) trichterförmig auf. Gutach i. Br., Siensbach, Kollnau, Waldkirch und Batzenhäusle bilden in dieser Talkonvergenzlage den dichtesten Siedlungsbereich im mittleren Elztal. Durch große Firmengelände, Golfplatz und Sportgelände ist die Talauie zwischen Gutach i. Br. und Waldkirch durchgehend bebaut. Infolgedessen erfuhr die Aue eine starke anthropogene Überprägung mit zum Teil erheblichen Auffüllungen. In Gutach erreicht die künstliche Auffüllung stellenweise 3,70 m Mächtigkeit (Bohrung 31 in KESSLER & LEIBER 1991). Südwestlich von Waldkirch verläßt die Elz den Mittleren Talschwarzwald und erreicht die Freiburger Bucht, die sie im Norden durchquert.

Abb. 3.12. Querprofil durch das mittlere Elzital bei Moosmatten (Bleibach).



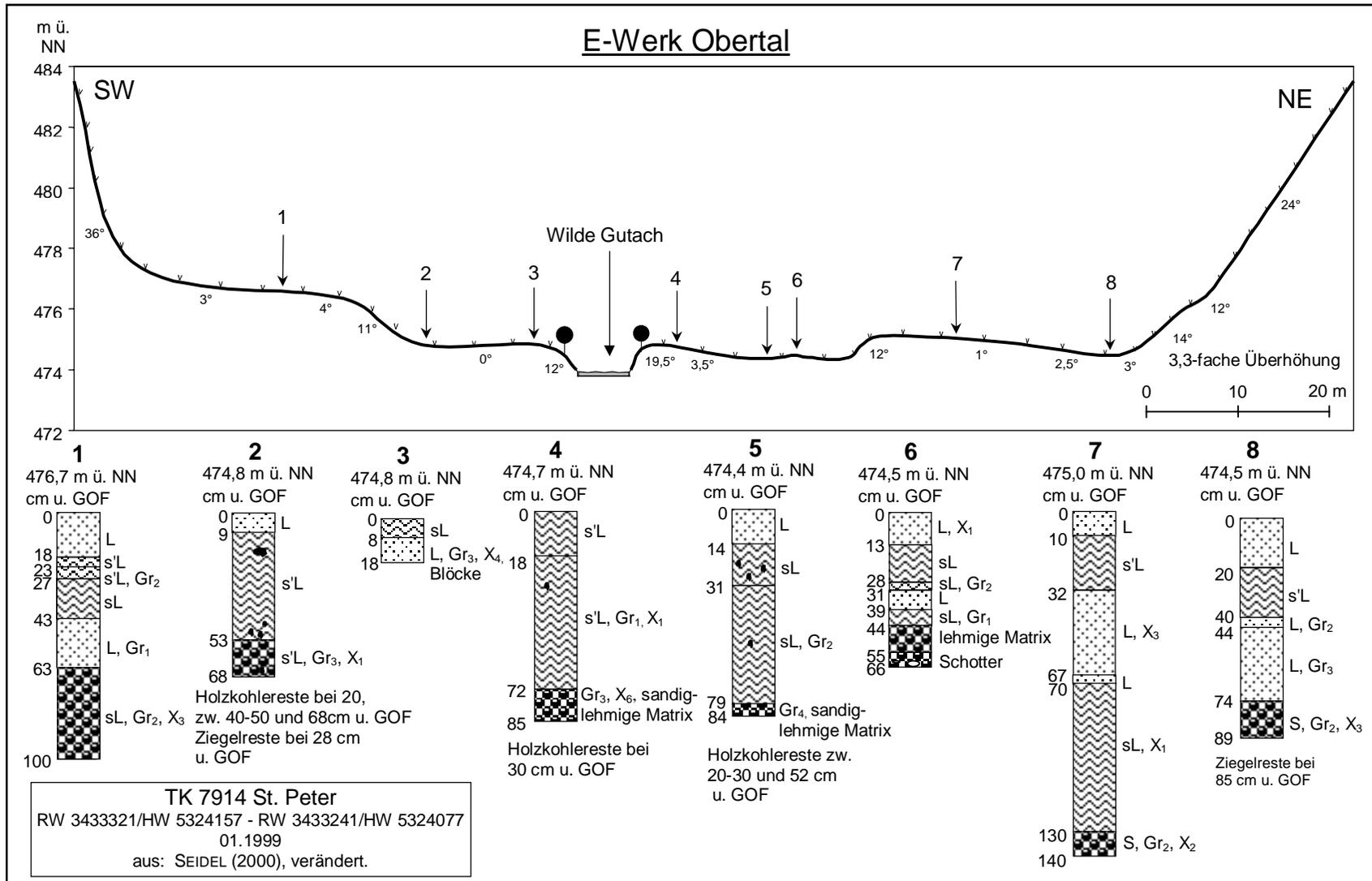
3.2.3 *Das Simonswälder Tal*

Die Wilde Gutach, die durch das Simonswälder Tal fließt, ist mit 20,9 km Gesamtlänge von Dreistegen bis zur Mündung der wichtigste Zufluß der Elz im Mittleren Talschwarzwald. Nach dem Zusammenfluß der Quellflüsse Heubach und Glaserbach bei Dreistegen fließt die Wilde Gutach bis Obersimonswald Richtung NNW, dann erfolgt ein allmählicher Richtungswechsel nach NW, bis sie schließlich mit westwärts gerichtetem Lauf in die Elz mündet. Das Einzugsgebiet der Wilden Gutach befindet sich im kristallinen Grundgebirge des Mittleren Schwarzwalds. Vorherrschend sind verschiedene Varietäten von prävariszischen Paragneisen, die an zahlreichen Stellen von Ganggesteinen durchschlagen sind. Nur zwischen Untersimonswald und Haslachsimeonswald befindet sich ein größeres Gebiet mit Orthogneisen. Das Relief wird durch das Zusammenspiel von zum Teil junger Tektonik und fluvialen Prozessen geprägt (MÄCKEL 1999). Durch die hohe Reliefenergie haben sich die Wilde Gutach und ihre Nebenflüsse tief in das kristalline Grundgebirge eingeschnitten und die ehemalige Hochfläche in isolierte Bergrücken und Riedel aufgelöst. Lediglich im Simonswälder Tal ermöglichten die nordöstliche Exposition und die Steilheit der Hänge durch den Verlauf und die tiefe Einschneidung der Wilden Gutach im Mittleren Talschwarzwald die Entstehung einiger gut ausgeprägter Kare (Dümpflekar, Schurtenseekar und Birkenfelskar). Am Zweribachkessel, der ebenfalls als ehemaliges Kar gedeutet wird (LIEHL 1980a, LUDEMANN 1992), ist die Erosionsleistung der Rheinzufüsse besonders deutlich: Nur noch kleine Restflächen des Karbodens sind infolge der starken Einschneidung der beiden Bäche erhalten, das Moränenmaterial ist bis auf einen fluvial gestalteten langgezogenen Rücken ausgeräumt.

Das Simonswälder Tal wird angesichts der verschiedenen Talformen in drei Abschnitte unterteilt (SEIDEL 2000). Das enge und gewundene Kerbtal des obersten Abschnitts wird als Wildgutachgraben bezeichnet. Die Seitenbäche der Wilden Gutach haben sich tief in die von Hangschutt oder Blockhalden bedeckten Hänge eingeschnitten. Am Hirsch- und Zweribach sind die Wasserfälle ein eindrucksvoller Beleg für die rezente und aktive fluviale Morphodynamik in diesem Talabschnitt. Auch gravitative Verlagerungen wie Felsstürze, Steinschlag, Hangrutschungen und Schuttbewegungen sind häufige Erscheinungen in diesem Engtal (MÄCKEL 1999). Zwischen Haldenlenz und Holzschlag öffnet sich das Kerbtal ähnlich wie im Hinterprechtal stellenweise zu Weitungen. Die Talsohlenbereiche werden durch Terrassen und Rinnen strukturiert. Im unteren Abschnitt ab Holzschlag verliert die Wilde Gutach allmählich an Gefälle. Die bis zu 450 m breite Talsohle ist jetzt durchgehend vorhanden. Die Hänge sind mittelteneigt und zumeist von periglazialen, steinig-lehmigen Schuttdecken überzogen, die an vielen Stellen von einer auffallenden Erosionskante angeschnitten sind (MÄCKEL 1999). So wie die Elz wird auch die Wilde Gutach im breiten Sohlental durch die Schwemmfächer an den Talausgängen der Nebenbäche immer wieder an die gegenüberliegende Talseite gedrängt (z.B. Griesbach, Ibichbach, Hornbach) und erhält dadurch einen weit geschwungenen Verlauf.

Der Naturraum des Simonswälder Tals ist wie das Elztal erst seit dem Mittelalter den Einflüssen menschlicher Aktivitäten ausgesetzt. Zu Beginn der Besiedlung des Simonswälder Tals im 10. und 11. Jahrhundert durch die Klöster St. Peter und St. Margaretha (Waldkirch) waren die Auswirkungen des Menschen und seines Handelns noch relativ gering. Im wesentlichen wurde im Bereich der Höfe gerodet, um das Land für den Ackerbau nutzbar zu machen. Gravierende Veränderungen der Landschaft traten als Folge der bergbaulichen

Abb. 3.13: Querprofil durch das Simonswälder Tal bei Obertal.



Aktivitäten im späten Mittelalter auf. Für die Bergwerke wurde Holz vor allem als Grubenholz und zum Bau von Förderanlagen und Wasserpumpen benötigt. Als Relikte im Gelände zeugen heute noch Pingen und Stolleneingänge vom mittelalterlichen und neuzeitlichen Bergbau (KELLER 1981, HAASIS-BERNER 1998, SEIDEL 2000).

Große Mengen an Holz waren für die Verhüttung der abgebauten Erze notwendig, was zu fortschreitender Entwaldung führte. In Simonswald befand sich von 1550 bis 1682 ein Eisenwerk, in dem neben den Erzen aus dem naheliegenden Griesbachtal auch Erze aus dem Suggental verarbeitet wurden (HAASIS-BERNER 1998). Auch das Ende des 17. Jahrhunderts eröffnete große Eisenwerk in Kollnau wurde mit Holz aus dem Simonswälder Tal beliefert.

Die durch Rodung in Zusammenhang mit der Erzverhüttung entstandenen Freiflächen wurden anschließend ackerbaulich genutzt, da wegen des großen Holzreichtums im Simonswälder Tal zunächst keine Veranlassung bestand, die abgeholzten Flächen wieder aufzuforsten. Die Ausweitung der Landwirtschaft war sowohl zur Verbesserung der Selbstversorgung als auch zum Verkauf von landwirtschaftlichen Produkten an die ständig zunehmende Bevölkerung notwendig. Auch das Kloster St. Peter profitierte von den Einnahmen durch die agrarische Nutzung der freigewordenen Flächen und förderte weitere Ansiedlungen (SCHILLINGER 1954). Der Wandel der Vegetation von geschlossenen Wäldern zu ackerbaulich genutztem Offenland hatte eine verstärkte Erosion an den Hängen zur Folge, wobei vor allem die Reutebergwirtschaft an den steilen Hängen zu Bodendegradierung und verstärkter Abtragung führte. Die Landwirtschaft zog nicht nur Erosionsprozesse wie flächenhafte Abspülung und lineare Erosion nach sich, es entstanden auch zahlreiche landschaftsprägende Kleinformen (Wölbäcker, Ackerterrassen, Bewässerungsanlagen). Im Bereich des Talbodens wurden Flußbett und Flußlauf infolge der fortschreitenden technologischen Entwicklung immer stärker verändert. Zuerst wurden Stauwehre, Stellfallen und Kanäle für Wiesenwässerung, Mühlen und Sägewerke angelegt, später kamen weitere wasserbauliche Maßnahmen wie Uferbefestigungen und Kanalisierungen zum Hochwasserschutz hinzu. Schließlich sind noch der Wege- und Straßenbau sowie die Anlage von Wasserkraftwerken als anthropogene Eingriffe in den Landschaftshaushalt zu erwähnen.

Im Simonswälder Tal wurden von SEIDEL (2000) geomorphologische Untersuchungen zur anthropogenen Einwirkung auf die Oberflächenformung durchgeführt. Ein Querprofil wurde bei Obertal durch die Aue oberhalb des 1925 errichteten Elektrizitätswerkes gelegt (Abb. 3.13). Auf der rechten Flußseite sind in der Aue zwei ehemalige Flußbetten bzw. Hochwasserrinnen erkennbar, die durch einen langgestreckten Rücken voneinander getrennt sind. Ziegelbruchstücke und Holzkohlepartikel bis in 70 cm Tiefe bezeugen die anthropogene Entstehung dieser Sedimentlagen. Die Auenlehmbildung kann zeitlich anhand historischer Daten und pollenanalytischer Untersuchungen eingeordnet werden. Erste urkundliche Hinweise für den Bergbau im Simonswälder Tal gehen auf das frühe 14. Jahrhundert zurück (HAASIS-BERNER 1998), so daß davon ausgegangen werden kann, daß dieser Bereich des Tals etwa um diese Zeit erschlossen wurde. Dem entsprechen die vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen von FRIEDMANN (1999): Die pollenanalytische Untersuchung des Schurtenseekars, welches sich etwa 1,2 km südwestlich (Luftlinie) vom E-Werk Obertal in 830 m ü. NN Höhenlage befindet, zeigt einen Rückzug der Buche ab dem Spätmittelalter und belegt dadurch Waldvernichtung und Rodungen im Zusammenhang mit dem Bergbau und der Eisenverhüttung im Simonswälder Tal. Die Holzkohle in den Bohrprofilen, und damit auch der Beginn der Auenlehmbildung, stammt also frühestens aus dem 14. Jahrhundert.

3.2.4 Das Brettenbachtal

Im Mittleren Talschwarzwald entspringend erreicht der Brettenbach südlich von Sexau die Freiburger Bucht und fließt nach einer ausgeprägten Mündungsverschleppung nordwestlich von Emmendingen in die Elz. Die Auensedimente des Brettenbachtals wurden durch zahlreiche Bohrungen unterhalb der Hochburg sowie in der Aue des kleinen Zuflusses Tennenbächle untersucht. Während am Oberlauf ein für diesen Talabschnitt typischer Sedimentaufbau der Auenlehme festgestellt wurde, weisen die Ablagerungen am Mittellauf nicht wie in den anderen untersuchten Tälern des Mittleren Talschwarzwaldes (Elztal, Simonswälder Tal, Bleichbachtal) Auenlehmmächtigkeiten von etwa 100 cm auf, sondern sowohl im Brettenbachtal als auch im Tennenbacher Tal Mächtigkeiten bis über 250 cm.

Waldshut

Am Oberlauf des Brettenbachs zwischen den Ortschaften Waldshut und Brettental konnten MÄCKEL & RÖHRIG (1991) anhand eines Aufschlusses die typische Abfolge der

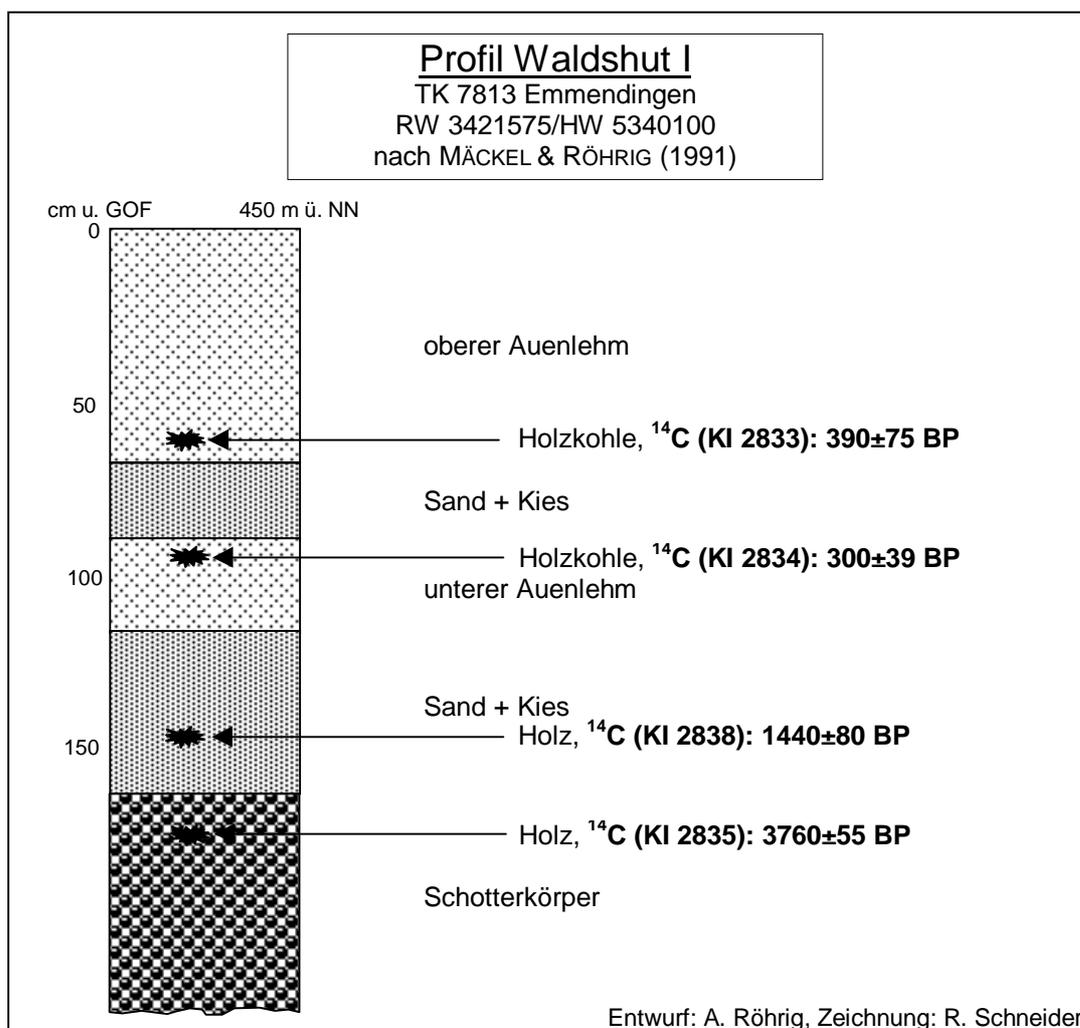


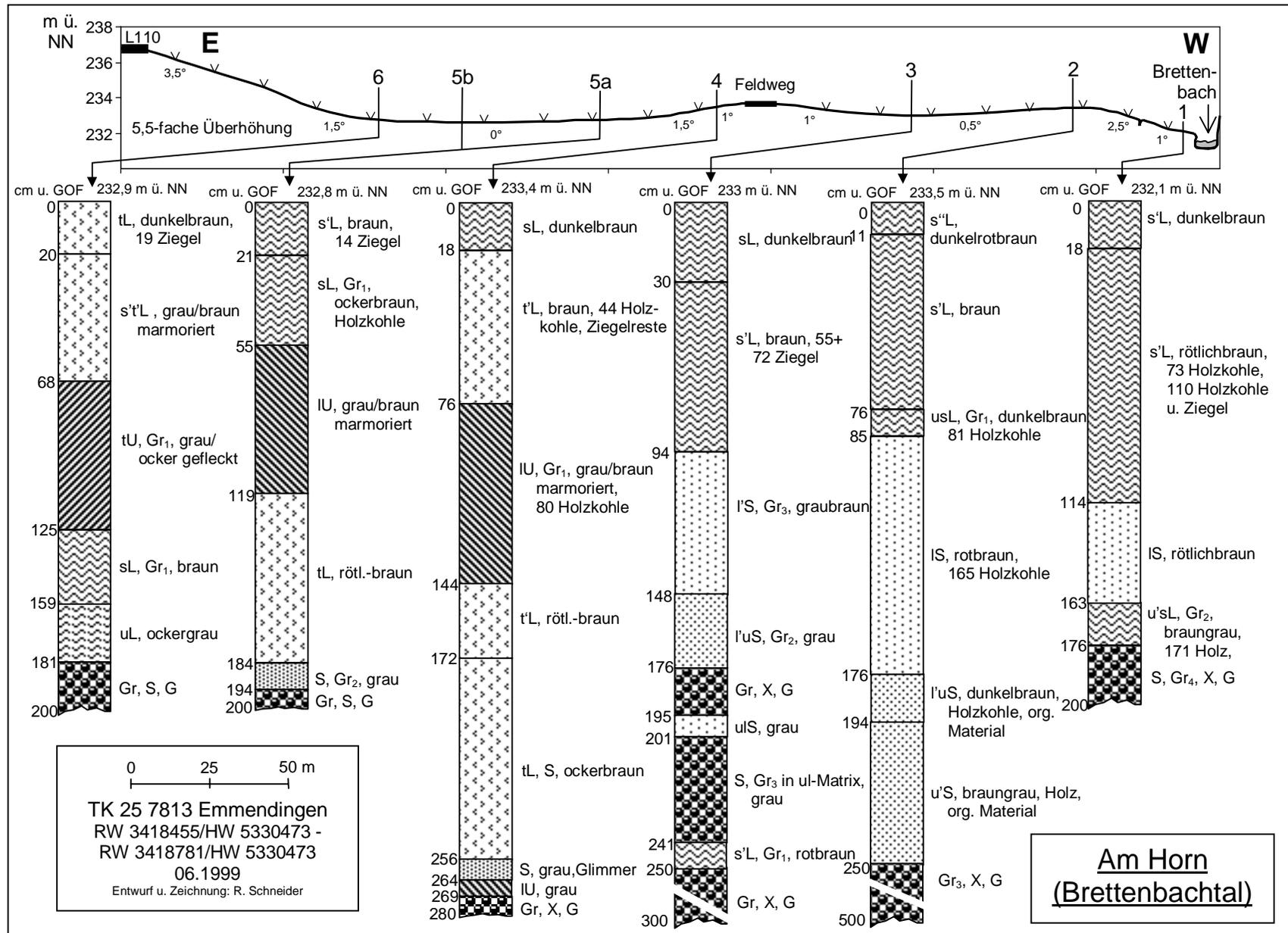
Abb. 3.14: Auensedimentaufbau am Oberlauf des Brettenbachs (MÄCKEL & RÖHRIG 1991).

Auensedimente im Mittleren Talschwarzwald durch ^{14}C -Datierungen zeitlich einordnen (Abb. 3.14). Das Alter des Schotterkörpers (cal. 2515-1980 v. Chr.) fällt in die ausgesprochene Kaltphase des frühen Subboreals (SCHÖNWIESE 1995), so daß die Ablagerung von Grobmaterial auf klimatische Ursachen zurückgeführt werden kann. Darüber wurde im Frühmittelalter eine Lage aus Sand und Kies akkumuliert, die anhand von Baumresten datiert wurde (cal. 450-640 n. Chr.). Es handelt sich um Material, das bei einem katastrophalen Hochwasser aufgeschüttet wurde. Hinweise auf anthropogene Ursachen lagen nicht vor. Erst im ausgehenden Spätmittelalter setzte die Auenlehmbildung infolge verstärkter Erosionsprozesse durch Besiedlung, Rodung und landwirtschaftliche Nutzung des abgelegenen Seitentals ein. Eine sandig-kiesige Zwischenlage im Auenlehm zeugt von einem außergewöhnlichen Hochwasserereignis.

Am Horn

Der Talboden des Brettenbachtals erscheint auf der Gemarkung Am Horn nördlich von Sexau sowohl vom Oberflächenrelief als auch vom Aufbau der Auensedimente zweigeteilt (Abb. 3.15). In der Mitte des Talbodens verläuft ein Feldweg auf einem Rücken. Westlich des Feldwegs schließt sich eine flache Rinne und das Bett des Brettenbachs mit einem schmalen Auenbereich an. Die erbohrten Auenlehme (Bohrungen 1, 2, 3) weisen einen hohen Sandanteil auf. Die große Mächtigkeit dieser Sedimentlagen von bis zu 250 cm und Holzkohlefunde bis 200 cm u. GOF sind für die Täler des Mittleren Schwarzwalds untypisch und zeigen ein besonders intensives Erosions- und Akkumulationsgeschehen in diesem Tal auf. Die Auensedimente der östlichen Talhälfte erreichen ebenfalls Mächtigkeiten von über 250 cm (Bohrungen 4, 5, 6), haben aber in ihrer Korngrößenzusammensetzung eine vorherrschende tonige und schluffige Komponente, wobei die Sandfraktion zurücktritt. Es handelt sich hierbei um einen ehemaligen Lauf des Brettenbachs, der durch den Rücken in der Talmitte nur noch bei extremen Hochwassern durchflossen wird. Das von den Hängen der Burghalde abfließende Wasser führt in dieser Rinne zu Staunässe und zur Ablagerung von Feinmaterial, wodurch der tonige Anteil der Lehme erklärt wird. Zwischengelagert ist bei den Bohrungen 4, 5a, 5b und 6 eine entkalkte Schwemmlößlage in etwa 55 bis 145 cm Tiefe. Das Material stammt von den östlichen Hängen des Brettenbachtals, die partiell mit Löß überkleidet sind. Durch die intensive Bewirtschaftung (Terrassen, Weinbau) ist es zu einer Phase verstärkter Erosion an diesen Hängen gekommen, wobei am östlichen Hangfuß Kolluvium abgelagert wurde. Datierbares Material wurde in diesen Lagen nicht vorgefunden, die geringen Holzkohlefunde weisen jedoch in Verbindung mit den Datierungen der Sedimente des Tennenbacher Tals (s.u.) und der Besiedlungsgeschichte auf das Hochmittelalter hin. Auf diese Phase der Kolluvienbildung folgt wieder die Akkumulation von Auenlehmen.

Abb. 3.15: Querprofil durch die Talsohle des Brettenbachtals bei Am Horn.



Tennenbach

Die Talsohle des Tennenbächles hat im Gegensatz zu den Talungen der anderen Fließgewässer des Mittleren Talschwarzwalds kein ausgeprägtes Kleinrelief mit Terrassenkanten, Rinnen oder Rücken (Abb. 3.16 u. Photo 5 im Anhang). Im bearbeiteten Abschnitt wird sie lediglich von einem kleinen Graben durchzogen und weist eine kleine, höchstens 40 cm über dem Talboden herausragende Erhebung auf. Der ‚Plan über den einem Löblichen Gotteshaus Thennenbach‘ aus dem Jahre 1778 zeigt die Anlage des ehemaligen Klosters zwischen den beiden Bächen Tennenbach und Au. Der Zusammenfluß wurde vorverlegt, so daß dieser heute auf dem ehemaligen Klostergelände liegt. Das einstige Bett des Tennenbächles ist weitgehend verfüllt und wird nur noch im unteren Abschnitt durch einen Graben nachgezeichnet. So wie die Geländeoberfläche zeigte sich bei der Erarbeitung eines Querprofils auch der Sedimentaufbau des Talbodens recht einheitlich: Über den in 250 bis 270 cm Tiefe liegenden Schottern folgen zahlreiche Wechsellagen an Lehm und Sand. Bei allen Bohrungen wurden über den Schottern sandige Lagen angetroffen, die aufgrund des hohen Gehalts an organischem Material zur ^{14}C -Datierung beprobt werden konnten (235-270 cm u. GOF). Die Probe aus der Bohrung 3, die auf dem kleinen Rücken niedergebracht wurde, ergab ein ^{14}C -Datum von 1923 ± 53 BP, in der Talmitte (Bohrung 4) wurde in etwa gleicher Tiefenlage ein Alter von 1285 ± 35 Jahren BP ermittelt. Ebenfalls in dieser Tiefe, aber in der Nähe des heutigen Bachbettes (Bohrung 2), beträgt das ^{14}C -Alter der beprobten Lage 787 ± 40 Jahre BP. Das Alter des organischen Materials dieser Tiefenlage reicht also von der Römerzeit bis in das Hochmittelalter, so daß für diesen Zeitraum keine Auenlehmbildung festgestellt werden kann. Vielmehr scheint der Talboden bis in das Mittelalter etwa 240 cm tiefer als heute gelegen zu haben. Auf diesem Niveau hat der Bach mehrmals seinen Lauf zwischen den Talflanken verlagert. Erst seit dem Mittelalter erfolgte eine Aufsedimentierung des nur 70 bis 80 m breiten Talbodens mit sandigen Auenlehmen, die mit einer Mächtigkeit von 240 cm einen für den Mittleren Talschwarzwald ungewöhnlich hohen Wert erreicht. Die Anlage des Kloster Tennenbachs in diesem kleinen Seitentälchen des Brettenbachs zog eine weitgehende Rodung der bewaldeten Hänge nach sich, da die in der Ebene vorhandenen landwirtschaftlich nutzbaren Flächen nicht ausreichend waren. Dadurch wurde der Oberflächenabfluß vergrößert, der Boden einer verstärkten Erosionstätigkeit ausgesetzt und viel Feinmaterial zum Talboden hin abgetragen. Auffällig sind zwischengeschaltete und bis zu 60 cm mächtige reine Sandlagen, die, da es sich um Buntsandsteinersatz handelt, möglicherweise mit den benachbarten Steinbrüchen für den Freiburger Münsterbau korreliert werden können. Die Existenz dieser Steinbrüche wurde erstmals 1336 genannt (SCHWINEKÖPER 1984). Durch die Steinbrucharbeiten wurden große Mengen an zerkleinertem Buntsandstein frei, der bei erhöhtem Abfluß abtransportiert und im Talbodenbereich wieder abgelagert wurde.

Die starke Auenlehmsedimentation spiegelt die intensive Einwirkung des Menschen im Brettenbachtal wider. Die im 12. Jahrhundert gegründete Burg Keppenbach wurde – ebenso wie die am Talausgang gelegene Hochburg (1102 erstmals genannt) – zum Schutze des Bergbaureviers errichtet. Bis ins 14. Jahrhundert verhalf der an der Hauptverwerfung

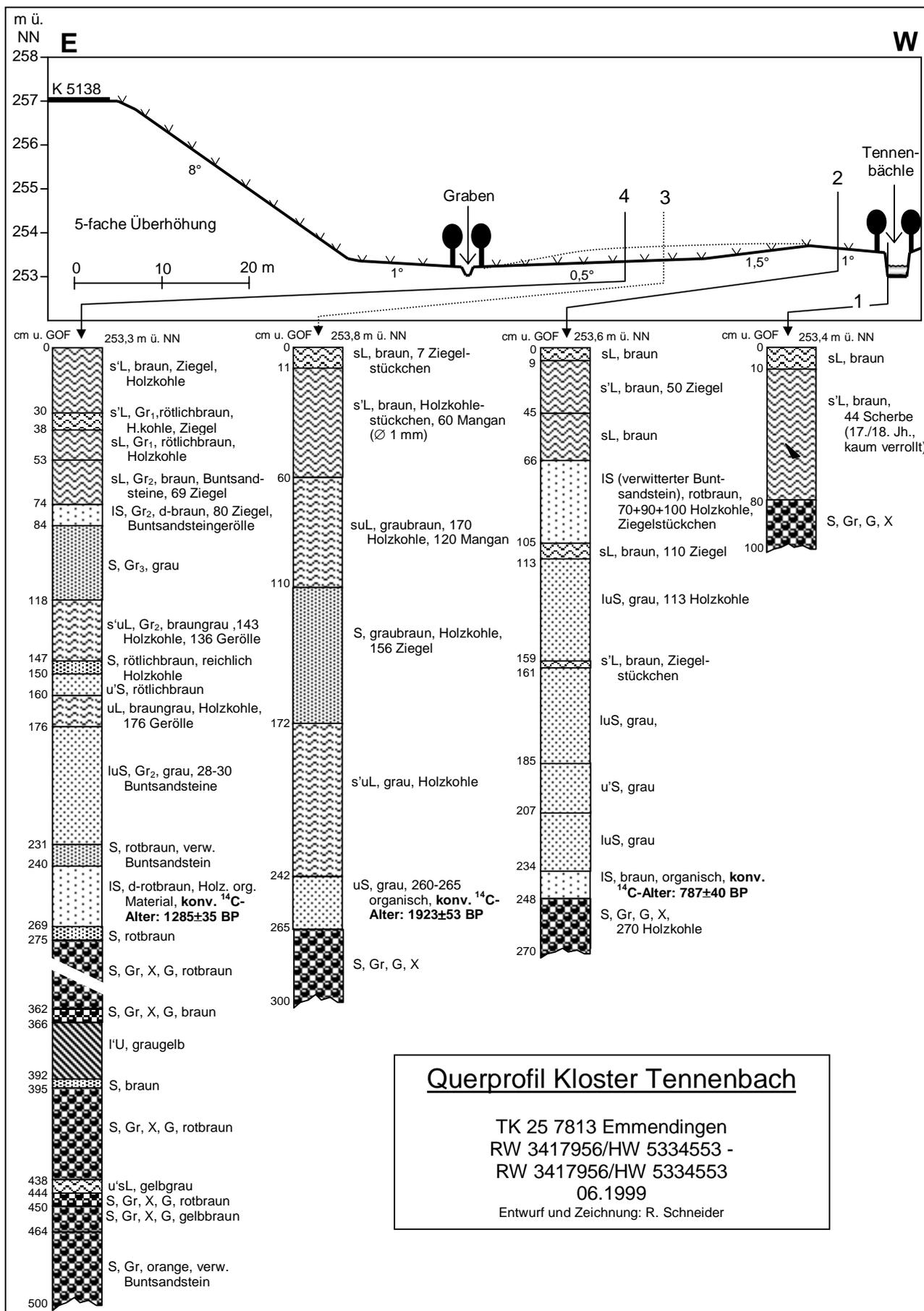


Abb. 3.16: Stratigraphie der mächtigen Sedimentablagerungen im Tennenbachtälchen.

liegende Silberbergbau den Burgeigentümern zu erheblichem Reichtum. Vier Gruben – Silberloch, Schloßberg, Schloßberg-Gegentrum, Segen Gottes – und ein Poch- und Waschwerk in Niedertal wurden betrieben. Wohl um von diesem Reichtum zu profitieren, gründeten die Zähringer 1158 (Gründungsurkunde 1161) das im Mittleren Schwarzwald einzige zum Zisterzienserorden gehörende Kloster Tennenbach. Zu diesem Zeitpunkt war die Rodung und Verteilung von Grund und Boden bereits erfolgt, so daß die Güter des Klosters recht klein ausfielen. Eine Erweiterung des Ackerlandes war nur durch Rodung der hohen Lagen möglich. So mußte das Kloster weitere Einkunftsquellen erschließen: Durch Salzgewinnung, Bergbau und durch die Steinbrüche für den Freiburger Münsterbau konnte der Unterhalt des Klosterbetriebs gesichert werden.

Dieser geschichtliche Hintergrund gibt wichtige Hinweise über die intensiven anthropogenen Einwirkungen in den Naturraum des Brettenbachtals. Nicht nur die Pinggen im Steckwald gegenüber der Ruine Keppenbach zeugen heute noch von dieser Zeit, auch die erheblichen Auenlehm mächtigkeiten sind mit dieser Zeit starker menschlicher Eingriffe in den Naturraum in Verbindung zu setzen. Das jüngste ^{14}C -Alter von 787 ± 40 BP (Bohrung 2 in Abb. 3.16) legt eine Verbindung der Sedimentationsphase zunächst durch anthropogene Veränderungen des Naturraums infolge der Klostergründung nahe, später kommt mit dem Einsetzen einer Klimawende nach dem mittelalterlichen Klimaoptimum eine natürliche Komponente hinzu. Ab dem 13./14. Jahrhundert wurde das Klima zunehmend kühler, niederschlagsreicher sowie von Sturmhäufungen geprägt (SCHÖNWIESE 1995), was zusätzlich zu den anthropogenen Einflüssen im Naturraum ein verstärktes Erosions- und Akkumulationsgeschehen erklärt.

Im Gegensatz zu Elztal, wo die schwerwiegenden Eingriffe des Menschen in den Naturraum erst im Spätmittelalter und in der frühen Neuzeit zu Kolluvien- und Auenlehm bildungen geführt haben, setzten diese Prozesse im Brettenbachtal bereits im 12. Jahrhundert ein. Die drei ^{14}C -Datierungen im Tennenbachtal belegen, daß Akkumulationsprozesse im Talbodenbereich von der Römerzeit bis in das Mittelalter nicht oder nur in sehr geringem Umfang stattgefunden haben.

3.2.5 Beispiele zu aktuellen geomorphodynamischen Prozessen

Durch die tiefe Einschneidung der Flüsse, die aktive Flußerosion und die ausgeprägte Reliefenergie am Schwarzwaldwestrand sind zahlreiche Hänge im Untersuchungsgebiet instabil. Die Höhenunterschiede zwischen den Bergkämmen und den tief eingeschnittenen Flußtälern sind beachtlich, so z.B. zwischen dem Flaunser (866 m ü. NN) und dem Glotterbach in der Ortschaft Glottertal (310 m ü. NN): Bei einem Höhenunterschied von 566 m auf einer Strecke von 2,7 km bedeutet dies eine durchschnittliche Hangneigung von $11,6^\circ$.

Die in den vergangenen Jahren beobachteten Hangrutschungen zeigen, wie sehr die natürliche Hanginstabilität in einem von starker Reliefenergie geprägten Naturraum anthropogen verstärkt werden kann. Am 02.05.1998 kam es in der Gemeinde Glottertal (Ortsteil Unterglottert) am Wiggisrain (TK 7913 Freiburg i. Br.-NO; RW 342060/ HW 532410) zu einer Hangrutschung am Prallhang auf der südwestlichen Seite des Tales. Durch die Erosionsarbeit des Glotterbachs war an dieser Stelle die Hangunterschneidung ausgeprägt und eine Übersteilung erkennbar. Aktueller Anlaß für diese Rutschung, die mehrere direkt am gegenüberliegenden Flußufer erbaute Häuser beschädigte, waren starke und lang andauernde Regenfälle in den vorangegangenen Tagen. Durch die Übernässung des Hanges wurden die Kohäsionskräfte zwischen Lockersediment und Festgestein reduziert, so daß es zu einer Blockschollenrutschung mit etwa 15 m Höhenversatz kam. Hierbei wurden Bäume schräggestellt bzw. entwurzelt und das Flußbett des Glotterbachs plombiert. Der Bach überflutete die Keller der nahegelegenen Häuser sowie die Straße und suchte sich einen neuen Lauf in der Talmitte. Hierbei wäre eine neue Flußschlinge entstanden, wenn das alte Bett nicht mit schwerem Gerät sofort wieder freigeräumt worden wäre.

Die Rutschung wurde durch Eingriffe des Menschen in Hangform und Flußlauf begünstigt, da einerseits das Flußbett einseitig mit Betonplatten ausgekleidet und verengt wurde, wodurch eine Verstärkung der Hangunterschneidung am ohnehin übersteilten Prallhang erfolgte. Andererseits wurden im steilen Hang Wege und eine Wegkreuzung so angelegt, daß eine Konzentration des Oberflächenabflusses bewirkt wurde und dies an der plattformartigen Wegkreuzung verstärkt zu Staunässe führte. Die übernässten Hangsedimente an dieser Kreuzung verloren die Haftung am Festgestein und rutschten ab, so daß sich hier eine große Abrißnische bildete.

Auch HARTMANN (1991, 1997, 1998) und SEIDEL (2000) stufen derartige anthropogene Einflüsse in den Naturraum als auslösende Faktoren für Hangrutschungen ein. Bei einer von SEIDEL im Frühjahr 1999 untersuchten Hangrutschung im Bereich des Oberlaufs der Wilden Gutach kam es während der Schneeschmelze zu einer Übernässung des Hanges. Auch hier wurde die hangparallele Wegführung an einem übersteilten Hang sowie die Reduzierung der Vegetationsbedeckung zur Sicherung einer Hochspannungsleitung zum verstärkenden Faktor bei der Auslösung einer Rutschung.

Zusammenfassend läßt sich für diese Prozesse feststellen, daß der Mensch durch Verringerung der Vegetationsbedeckung, durch unsachgemäßen Wegebau an steilen Hängen und durch Flußbettveränderungen einen großen Einfluß auf die Frequenz und das Ausmaß der Hangrutschungen ausübt. Diese Ereignisse zeigen, wie eine Hangrutschung in kürzester Zeit die Talform verändern und eine Flußlaufverlagerung erzeugen kann. Insbesondere im Hochmittelalter müssen derartige Rutschungen infolge der starken Waldvernichtung eine große Gefahr für den Menschen dargestellt und zu häufigen lokalen Reliefveränderungen geführt haben, was auch als wichtige Ursache für die kleinräumige Gliederung des Talbodens zu sehen ist.

Anhand eines Hochwassers der Wilden Gutach Ende Februar 1999 konnten weitere Einblicke in die aktuelle Geomorphodynamik im Simonswälder Tal gewonnen werden (SEIDEL 2000). Regen und Schneeschmelze auf noch gefrorenem Boden verursachten das Hochwasser. Etwa 200 m oberhalb der Bäckerei 'Wolfmühle' südöstlich von Bleibach am Zusammenfluß zweier Kanäle trat das Wasser über die Ufer und bahnte sich einen Lauf durch die Aue zur tiefergelegenen Wilden Gutach. Dabei wurde der Boden im Acker zwischen Kanal und Wilder Gutach weggespült, und es kam zur Bildung einer bis zu 3 m breiten und etwa 30 cm tiefen Erosionsrinne. Dieses Beispiel verdeutlicht die Schwierigkeiten und Risiken, die mit dem Ackerbau in der Aue verbunden sind. Die Tatsache, daß der Ackerboden zur Zeit des Hochwassers brach lag und eine schützende Vegetationsdecke fehlte, begünstigte die Abschwemmung des Bodens in diesem Bereich. In einem schmalen Grünlandstreifen zwischen dem Acker und der Wilden Gutach wurde das ausgeräumte Feinmaterial des Ackers zum Teil unmittelbar wieder abgelagert, da die Vegetation hier eine Erosion durch das Wasser verhinderte.

Zusammenfassung

Die Elzfälle bilden einen abrupten Übergang zwischen dem flachen Muldental im Südöstlichen Schwarzwald und dem tief eingeschnittenen Hinterprechtal im Mittleren Talschwarzwald. Im Würmglazial fand in diesem kerbtalförmigen Talabschnitt keine Vergletscherung statt. Unter periglazialen Bedingungen bildeten sich an den mit Feinmaterial überdeckten Hängen Solifluktuionsloben, und die Dobel konnten große Schuttmassen zum Talboden transportieren. Im engen Tal bilden diese Sedimente kleine Sohlenkerbtal-Abschnitte, die im Spätmittelalter und in der Neuzeit zur Ansiedlung von Mühlenbetrieben für Sägen und Schleifen genutzt wurden. Die Halbkessel westlich von Elzhof und am Holzgrund können durch Kargletscher in der Rißeiszeit oder früher ihre Form erhalten haben. Aufgrund der Höhenlage und der Exposition finden sich im Kerbtalabschnitt des Simonswälder Tals gut ausgeprägte Kare.

Der Talboden des Oberprechtals und des mittleren Elztals ist von vielfältigen Kleinformen wie Rinnen, Mulden, Gräben, Rücken und Terrassen geprägt. Die nur wenige Dezimeter über der rezenten Flußau liegende Würmniederterrasse kann im mittleren Elztal fast durchgehend verfolgt werden. Entsprechend der geringen glazialen Spuren im Bereich des Oberlaufs ist auch der Einfluß der würmeiszeitlichen geomorphodynamischen Aktivität im oberen Mittellauf eingeschränkt gewesen. Rißeitliche Terrassenreste bilden auf der Talsüdseite eine markante, im Talverlauf von 10 m auf 20 m Höhe ansteigende Stufe. An der Talnordseite sind diese mindestens rißeitlichen Sedimente nur selten wie bei Eilet an der Mündung des Frischnaubachs erhalten. Der anthropogene Einfluß im mittleren Elztal läßt sich anhand der Auensedimente bis in das 8. Jahrhundert zurückverfolgen. Schon vor der Gründung des Klosters St. Margaretha in Waldkirch wurden die Wälder durch Waldweide und Holzentnahme aufgelichtet, so daß durch Erosion an den Hängen erste Auenlehmgebilde entstanden. Die Hauptphase der Auenlehm- und Kolluvienbildung fand im Elztal jedoch erst viel später durch die flächenhafte Waldvernichtung im 16. bis 19. Jahrhundert statt. Ursache hierfür sind vor allem die für Bergbau, Verhüttung, Siedlungsbau, Export und als Feuerholz benötigten Holzmengen. Aufgrund von Extremhochwassern, bei denen immer wieder Steine und Blöcke auf den Auenflächen abgelagert wurden, sind die Auenlehme im Mittleren Talschwarzwald schotterreich. Mit dem Feinmaterial, das von den Hängen zum Talboden

gelangte, wurden auch die Rinnen verfüllt, die durch Verlagerungen des Elzbetts entstanden waren. Hangrutschungen und Hochwasser führten vor allem bei geringer Vegetationsbedeckung zu häufigen Flußlaufverlagerungen. Heute ist das Flußbett der Elz durch Sohlschwellen, Uferbefestigungen und vor allem ab Gutach durch Hochwasserdämme festgelegt. Wasserbauliche Maßnahmen wurden nicht nur zur Hochwassersicherung durchgeführt, sondern waren auch zur Speisung der Wässergräben und der zahlreichen Mühlenbetriebe notwendig. Während die Entstehung der Auenlehme im Simonswälder Tal analog zum Elztal verlief, läßt sich im Brettenbachtal aufgrund der früher erschlossenen Erzgänge der Beginn der Auenlehmbildung mit der Blüte des Bergbaus bereits im 12. Jahrhundert verbinden. Erst mit dem Niedergang der Bergwerksindustrie erfolgte im 19./20. Jahrhundert eine Wiederbewaldung, vorwiegend mit der schnellwachsenden Fichte. Die Erosion an den Hängen ist dadurch reduziert. Die Aktivität der Geomorphodynamik zeigt sich heute vor allem bei Großereignissen wie Hangrutschungen und Hochwasser. Veränderungen der Landschaft schreiten nun vor allem durch Siedlungsausbau sowie Erweiterung der Verkehrswege und Industrieflächen voran.

3.3 Das Zartener Becken

Im Zuge des Neubaus der Bundesstraße 31-Ost im Zartener Becken konnten zahlreiche Aufschlüsse aufgenommen werden, die wegen ihrer Lage an der Südgrenze des Mittleren Talschwarzwalds (REICHEL 1964) wichtige Erkenntnisse zum Vergleich mit der Landschaftsentwicklung des mittleren Elztals liefern. Das von Dreisam und Brugga durchflossene Zartener Becken ist eine tektonisch bedingte, von Waldkämmen umgebene, bis über 3 km breite Schotterfläche in 300 bis 400 m Höhe (FRIEDMANN & MÄCKEL 1998a, HÜTTNER 1996, REICHEL 1964). Aufgrund der für Siedlungen schützenden Beckenform, dem Angebot an Wasserkraft durch Dreisam und Brugga, der hochwassersicheren Standorte auf der Niederterrasse und des mit dem Oberrheintiefland vergleichbaren milden Klimas ist das Zartener Becken ein ausgesprochener Gunstraum zwischen dem Mittleren Talschwarzwald und dem Südlichen Kammschwarzwald. Die Besiedlungsgeschichte beginnt im späten Mesolithikum. Bereits in der Jungsteinzeit wurde im Zartener Becken Ackerbau betrieben (FRESLE 1966). Die keltische Ringwallanlage Tarodunum zwischen Wagensteigbach und Rotbach zeugt von einer großen Siedlung schon vor der Römerzeit.

Die Untersuchungen konzentrieren sich auf den Bereich westlich von Kirchzarten, der von Krummbach und Hagenbach durchflossen wird. Wie im Elztal, so sind auch hier die Auenbereiche durch Terrassen, Rinnen, Senken und Rücken gegliedert. MÄCKEL & FRIEDMANN (1999) konnten durch den Fund eines latènezeitlichen Topfes eine Überflutung der 3 m über dem rezenten Auenniveau des Krummbachs liegenden Niederterrasse im ersten bzw. zweiten vorchristlichen Jahrhundert nachweisen. Sie gehen davon aus, daß das Flußbett damals noch nicht so tief eingeschnitten war wie heute, und daß ein extremes Hochwasserereignis stattgefunden haben muß. Der Aufbau der Auenbereiche besteht aus den für die Täler des Mittleren Talschwarzwalds typischen Wechsellagen an sandigen, lehmigen und schotterreichen Sedimenten. Das junge Alter dieser Ablagerungen wird durch ein ^{14}C -Alter von 617 ± 54 Jahren (Hd 19301) des Auenlehms des zweiten Niveaus in der Krummbachau belegt. Ein Aufschluß in der Aue des Hagenbachs (Profil Hagenbachbrücke) brachte einen römischen Topf zutage, der auf eine entsprechende Siedlung (evtl. villa rustica) im Zartener Becken hinweist. Zwei ^{14}C -Datierungen aus diesem Profil Hagenbachbrücke zeigen, daß durch Auskolkung oder Rinnenbildung bei Nachsackungen bzw. Rutschungen junges Material von älterem überdeckt werden kann: Die Probe aus 92 cm u. GOF ist mit 7191 ± 70 Jahren BP (Hd 18298) wesentlich älter als die in 130 cm Tiefe (3189 ± 60 BP, Hd 18301) entnommene Probe. Aufgrund der Artefakte und der ^{14}C -Datierungen wurden für das Holozän Auenlehmphasen vom Neolithikum (1) über Bronze- (2) und Latènezeit (3) bis zur Römerzeit (4) sowie für das Hochmittelalter (7) und die Neuzeit (8) abgeleitet. Die Alamannenzeit (5) und das Mittelalter (8) scheinen hingegen im Zartener Becken Zeiten geomorphodynamischer Ruhe gewesen zu sein (MÄCKEL & FRIEDMANN 1999).

Während die Auenlehmphasen nur indirekt Eingriffe des Menschen in den Naturraum nachweisen, zeigen historische Karten die Umgestaltung der Landschaft in den letzten beiden Jahrhunderten durch wasserbauliche Maßnahmen am Krummbach (Abb. 3.17). Auf der Schmitt'schen Karte (Blatt 17, 1797) fließt der Krummbach als Zastlerbach in kleinen Bögen durch das Zartener Becken und mündet bereits bei der ‚Brückle Mühle‘ (heute Bruckmühle) in die Brugga. Auf dem Blatt Freiburg der ‚Topographischen Charte von Schwaben‘ (1827) mündet der Krummbach wie heute in die Dreisam, jedoch weist der Verlauf zahlreiche Krümmungen auf. Die präzise Kartierung zeigt, daß der Hagenbach zu diesem Zeitpunkt noch nicht existierte. Erst auf der Topographischen Karte über das Grossherzogtum Baden (Bl. 34,

1844) ist ein Gewässer eingezeichnet, das dem heutigen Lauf des Hagenbachs entspricht, aber dem Gewässernetz zufolge zunächst lediglich einen Bewässerungsgraben darstellte. Am Krummbach befanden sich zu jener Zeit auf der Gemarkung Rotacker zwei Mühlen, die heute weder durch Verbau des Flußbetts noch durch auffällige Geländeformen zu erkennen sind. Zum Betrieb dieser Mühlen wurde der Lauf des Krummbachs weitgehend begradigt. Der Hagenbach ist nach diesen Karten erst in der Mitte des 19. Jahrhunderts aus einem Bewässerungsgraben entstanden. Eine weitere grundlegende Umgestaltung des Krummbachs erfolgte im November 1999: Die Trasse der neuen Bundesstraße B 31-Ost machte eine Verlegung des Krummbachs notwendig. Hierzu wurde ein 694 m langes neues Flußbett gegraben (Photo 6 im Anhang). Der neue Verlauf wurde so gestaltet, daß er einen natürlichen geschwungenen Lauf erhält, ähnlich wie er ihn auf den historischen Karten noch aufwies. Die Führung durch eine Rinne und durch Senken folgt dem natürlichen Relief und ermöglicht die Ausweisung quasinatürlicher Überflutungsbereiche. Diese baulichen Maßnahmen ließ die Aufnahme weiterer Profile in der Aue zwischen Krummbach und Hagenbach zu. Die Meterangaben zu den Aufschlüssen ‚Krummbachverlegung‘ stammen aus der Baukartierung und beziehen sich auf die Entfernung zum ebenfalls neu gestalteten Zusammenfluß mit dem Hagenbach.

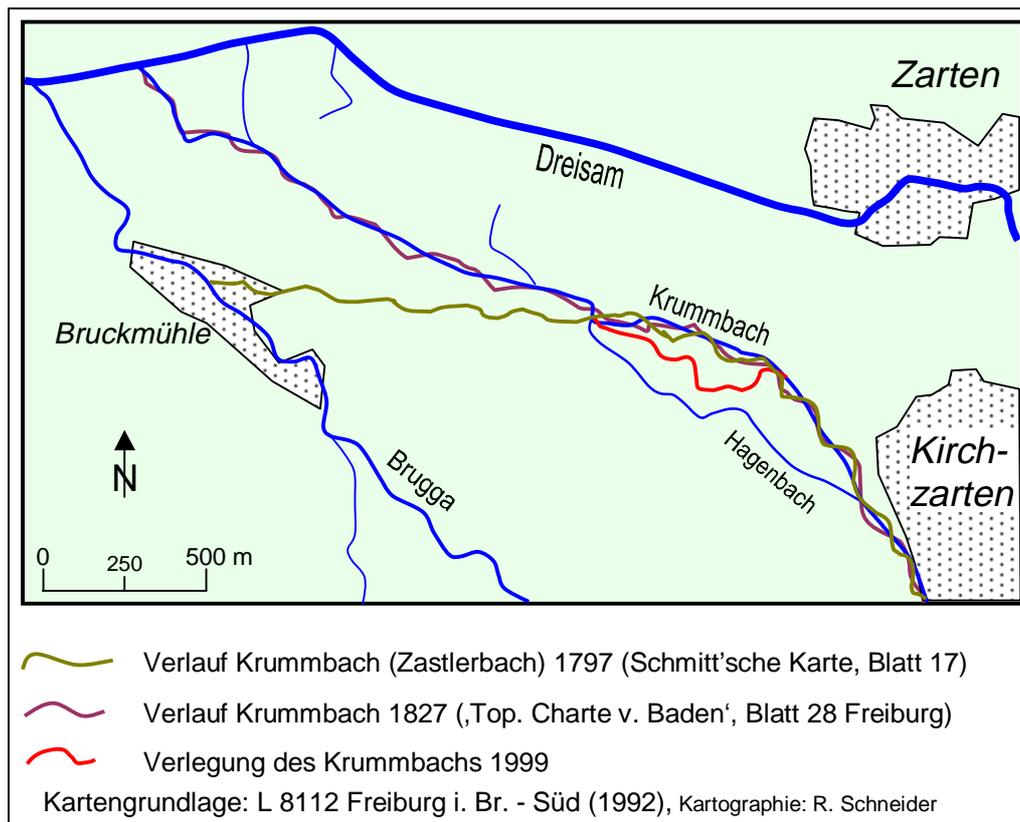


Abb. 3.17: Karte zur Verlagerung des Krummbachs im Zartener Becken seit 1797.

Das Profil ‚Krummbachverlegung 555 m‘ (Abb. 3.18) zeigt einen aufgeschlossenen Rücken südlich des ehemaligen Krummbachs. Über den in 190 cm Tiefe liegenden Würmschottern folgen verlagerte Schotter in sandig-toniger Matrix. Zwischen 128 und 150 cm u. GOF kommen nur noch wenige Schotter in sandig-lehmigem Ton vor. Holzkohlefunde sind ein Hinweis für die Anwesenheit des Menschen im Zartener Becken zum Zeitpunkt der Ablagerung in dieser Sedimentlage. Darüber folgte ein 128 cm mächtiges Auenlehmpaket, das zwischen 50 und 80 cm von einer schluffigen und einer sandigen Lage unterbrochen wird. Die schluffigen Ablagerungen stehen in Verbindung mit der verstärkten Erosion an den örtlich lößüberkleideten Hängen, die Sandlagen sind auf häufige Überschwemmungen zurückzuführen.

In einem weiten Bogen im südlichsten Bereich des neuen Krummbachbetts wurde eine Rinne angeschnitten. Das Profil ‚Krummbachverlegung 372 m‘ (Abb. 3.18) läßt erkennen, daß über einer Auenlehmlage im Liegenden eine 30 cm mächtige Schotterlage in sandig-lehmiger Matrix abgelagert wurde. Die in dieser Lage vorkommende Holzkohle zeigt, daß bei der Schotterakkumulation der Mensch im Zartener Becken anwesend war. Über dieser Schotterlage ist der durch regelmäßige Überflutung sedimentierte Auenlehm 40 cm mächtig.

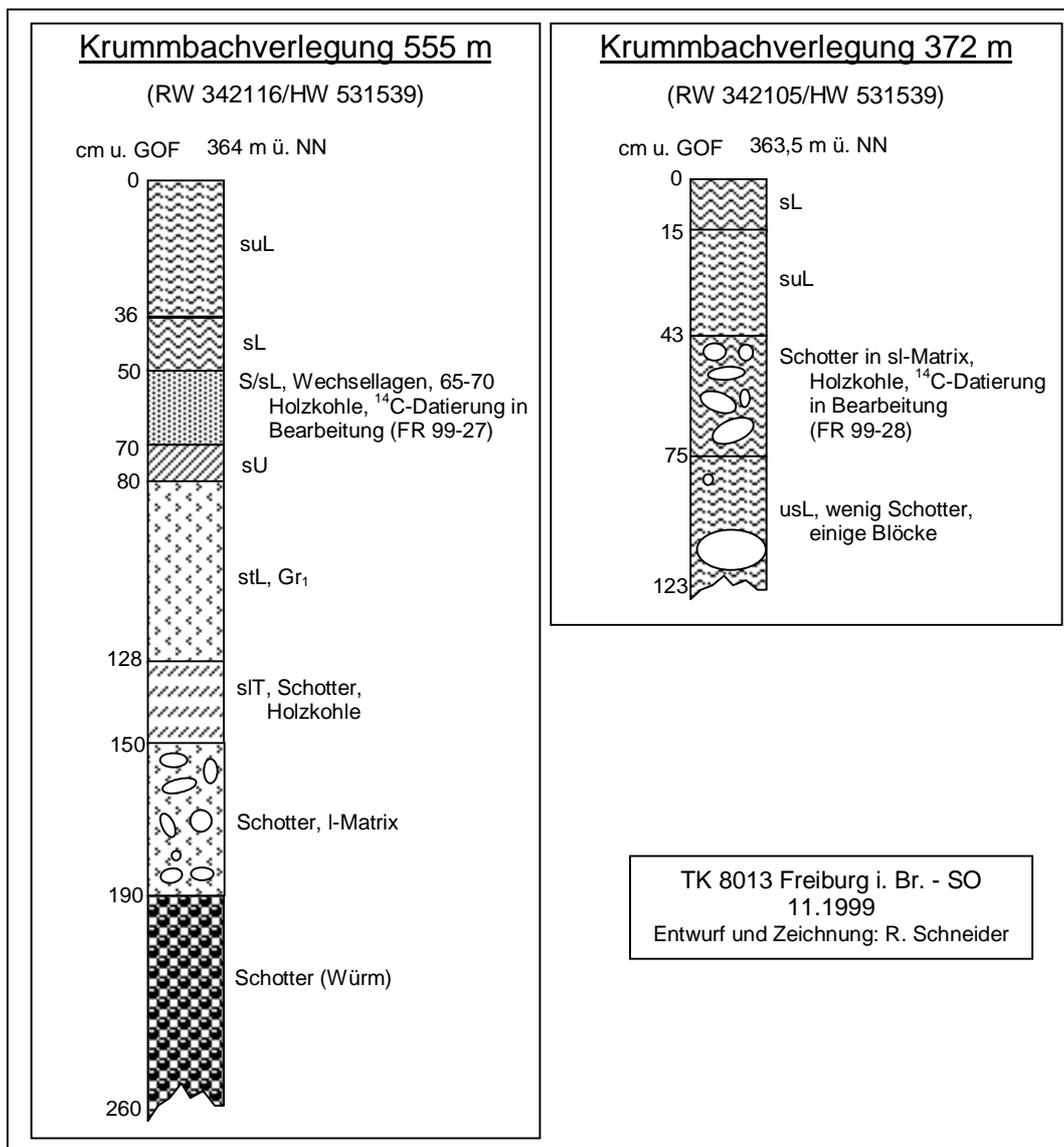
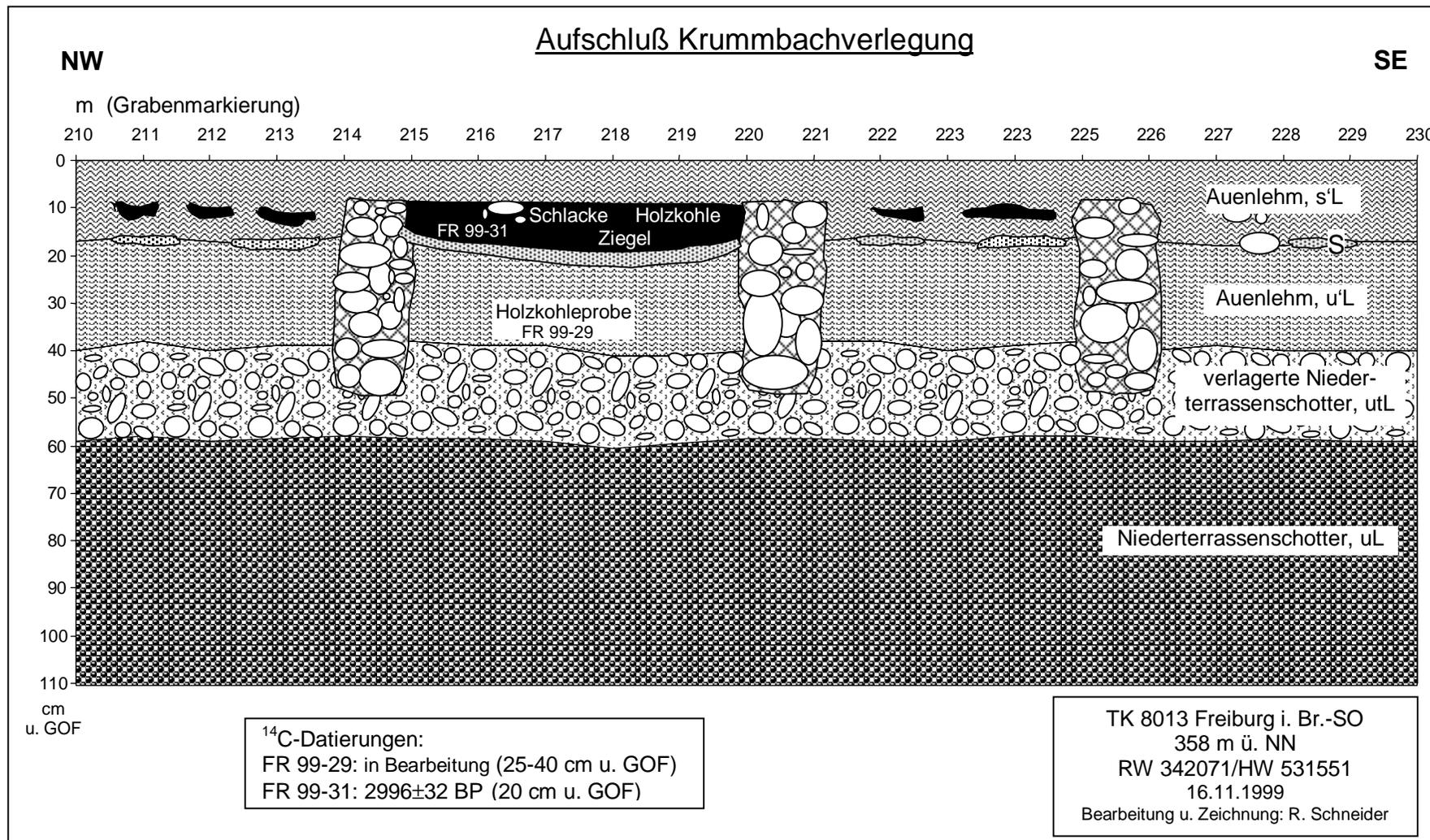


Abb. 3.18: Aufschlußsituationen in der Krummbachau (Zartener Becken).

Abb. 3.19: Schmelzplatz in der Krummbachhaue (Zartener Becken).



Etwa 200 m vor dem Zusammenfluß mit dem Hagenbach wurden am Aufschluß ‚Schmelzplatz‘ Ziegelsteine, Metallgegenstände, Schlacke und große Holzkohlemengen vorgefunden. Diese in 10 bis 20 cm u. GOF befindlichen Fundstellen wurden von Gruben, die mit Schottern verfüllt waren, umgeben (Abb. 3.19). Der Aufbau der Krummbachau ist in diesem Bereich recht einheitlich: Über den ungestörten Niederterrassenschottern befindet sich eine Mischlage aus verlagerten Schottern in tonigem Lehm, darüber folgt eine 25 cm mächtige schwach schluffige Lehmschicht, die etwas Holzkohle enthielt. Diese Lehmlage wird wiederum von sandigem Lehm (bis zu 20 cm) überdeckt. Zwischen diesen beiden oberen Lehmlagen kommen immer wieder wenige Zentimeter mächtige Sandlagen vor. Aufgrund der großen Holzkohlemengen sowie den Schlacke- und Metallfunden wird an dieser Stelle ein ehemaliger Schmelzplatz vermutet. Die Wasserkraft des Krummbachs kann für eine Schmiede, später auch für ein kleines Hammerwerk genutzt worden sein. Darauf deuten die in den historischen Karten vermerkten ehemaligen Mühlenstandorte hin. Eine Holzkohleprobe, die an der Basis dieser anthropogenen Verfüllung entnommen wurde, ergab ein ^{14}C -Alter von 2996 ± 32 Jahren BP. Dies belegt eine intensive Nutzung des Gunstraums mit seinen vielfältigen natürlichen Ressourcen (Holzreichtum, Wasserkraft, Erze) seit der Urnenfelderkultur. Auch FRIEDMANN & MÄCKEL (1998) fanden im Auenlehm des Zartener Beckens Holzkohlereste, die ein Alter von 3189 ± 60 Jahren BP aufwiesen. Eine Besiedlung des Zartener Beckens wird seit dem Mesolithikum vermutet, aus dem Neolithikum stammen zahlreiche Funde (FRESLE 1966). Dieser Schmelzplatz weist auf intensive anthropogene Einflüsse in den Naturraum des Zartener Beckens und möglicherweise auch auf erste bergbauliche Tätigkeiten seit der Urnenfelderkultur hin.

Zusammenfassung

Die ersten anthropogenen Einflüsse auf den Naturraum sind im Zartener Becken viel früher als im mittleren Elztal festzustellen. Wahrscheinlich siedelte der Mensch hier bereits im Neolithikum. Seit der Urnenfelderkultur, vor allem aber in der Latène- und Römerzeit sowie im späten Mittelalter und in der Neuzeit lassen sich intensive anthropogene Einwirkungen auf den Naturraum und die Ablagerung von Auenlehmen nachweisen. Für die Alamannenzeit konnten hingegen keine Nachweise für Auenlehmformationen erbracht werden. Im Mittelalter kam es allerdings wie im Elztal zu massiven Eingriffen in den Naturraum durch Siedlungsausbau, Waldvernichtung und Bergbau mit entsprechenden Auenlehmformationen. Durch Aufforstungen in den letzten beiden Jahrhunderten wurden die intensiven Erosionsprozesse reduziert. Streckenweise werden heute kanalisierte Flußabschnitte renaturiert, oder es wird bei Verlagerungen von Flußbetten, wie beim Krummbach beobachtet werden konnte, durch schweres Arbeitsgerät ein quasinatürliches Landschaftsbild geschaffen.

3.4 Die nördliche Freiburger Bucht

Südwestlich von Waldkirch verläßt die Elz den Mittleren Talschwarzwald und erreicht mit der Freiburger Bucht das Oberrheintiefland. Sie durchfließt den Norden der Bucht in einem Flutkanal, der 1842 zum Schutz vor den früher häufig auftretenden 'Dezemberhochwassern' errichtet wurde (SAUER 1981). Der Lauf der Elz ist durch hohe Uferdämme vorgegeben, das Flußbett ist mit Stein- und Betonplatten verkleidet und mit Sohlschwellen versehen. Der weitere Verlauf ab Riegel erfolgt im Leopoldskanal, dem direkten Abfluß der Elz, Glotter und Dreisam zum Rhein, die kurz vor Riegel zusammenfließen. Auffällig ist das spalierartige Flußsystem in der Freiburger Bucht mit parallel verlaufenden Fließgewässern.

Elzniederung

Bevor der Lauf der Elz festgelegt wurde, war er von weiten Bögen geprägt. Sie beanspruchten weite Teile der feuchten Niederung, die durch die Ausräumung der pleistozänen Schotter des Schwemmkegels am Ausgang des mittleren Elztaus entstanden ist. Vor allem am nördlichen Hangfuß des Mauracher Bergles bei Denzlingen lassen sich die ehemaligen Rinnen in den Ackerfluren noch gut erkennen. Die steile Kante zur teilweise lößbedeckten Niederterrasse zwischen Elz und Glotter sowie der steile Nordhang des Mauracher Bergles zeigen, daß sie von der Seitenerosion entlang des ehemaligen Flußbettes betroffen waren.

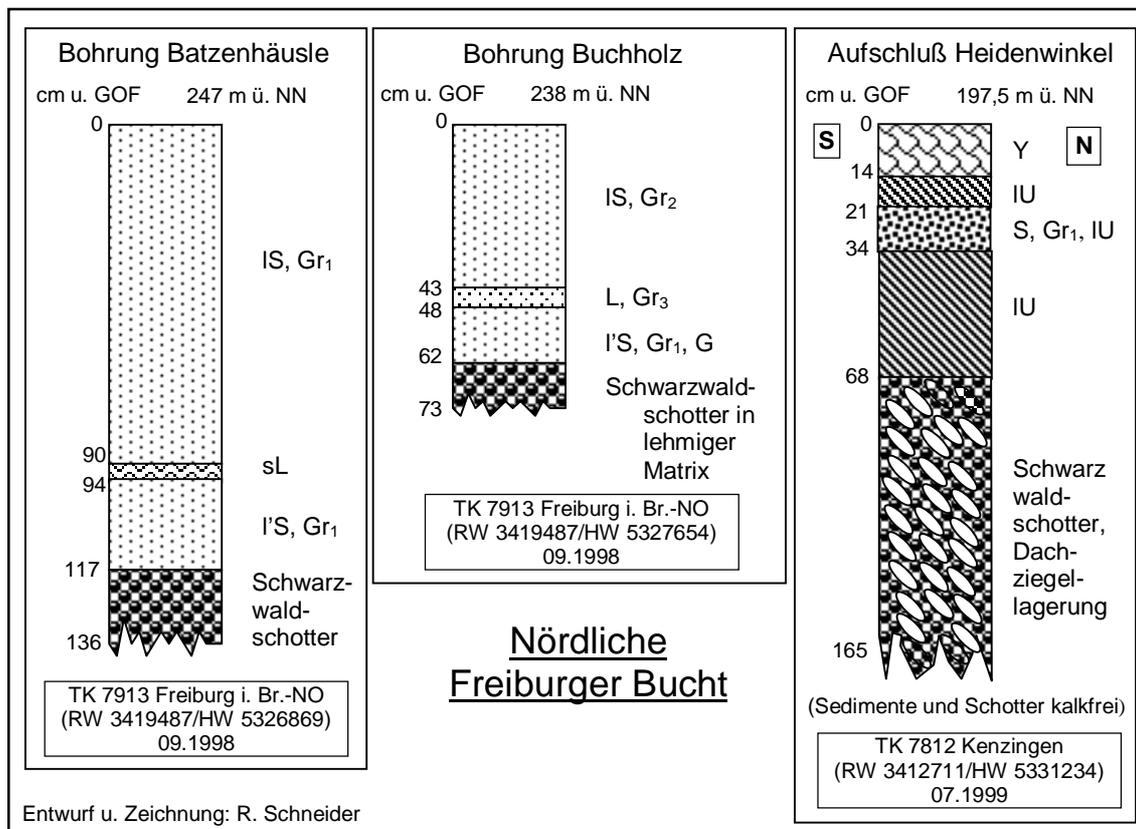


Abb. 3.20: Auenlehm bzw. Schwemmlöß über den Schwarzwaldschottern in der Freiburger Bucht.

In der Talaue, die von zahlreichen Bewässerungsgräben und Gewerbekanälen durchzogen wird, wurden mehrere Bohrungen niedergebracht. Die Bohrungen Batzenhäusle und Buchholz (Abb. 3.20) zeigen, daß über den jungen Schottern zwischen 60 und 120 cm mächtige, vorwiegend sandige Auensedimente vorhanden sind. Die weiten Auenflächen, die bis zur Kanalisierung der Elz im 19. Jahrhundert zum Überflutungsbereich der Elz gehörten, sind nur noch äußerst selten, wie z.B. beim Hochwasser mit Damnbrüchen von 1898 (HANK et al. 1992), von der Auenlehmbildung betroffen. Der hohe Sandgehalt der Auenlehme ist einerseits auf das geringe Gefälle am Übergang des mittleren Elztals in das Oberrheintiefland zurückzuführen. Bei Hochwasser wurden hier vorwiegend die sandigen und grusigen Korngrößen abgelagert. Andererseits kann es aufgrund der Be- und Entwässerung der Auenflächen im Laufe der letzten 150 Jahre zur Auswaschung der feineren Korngrößen gekommen sein.

Glotteraue

Am Ostrand von Denzlingen konnte FRIEDMANN bereits 1996 in einer Baugrube die Auenlehmstratigraphie (Abb. 3.21) der Niederung der Glotter aufnehmen (FRIEDMANN & SCHNEIDER 2000). Unter einer 70 cm mächtigen anthropogenen Aufschüttung wurden 40 cm Schwemmlöß angetroffen (lehmiger Schluff), der mit zunehmender Tiefe verstärkt Holzkohle

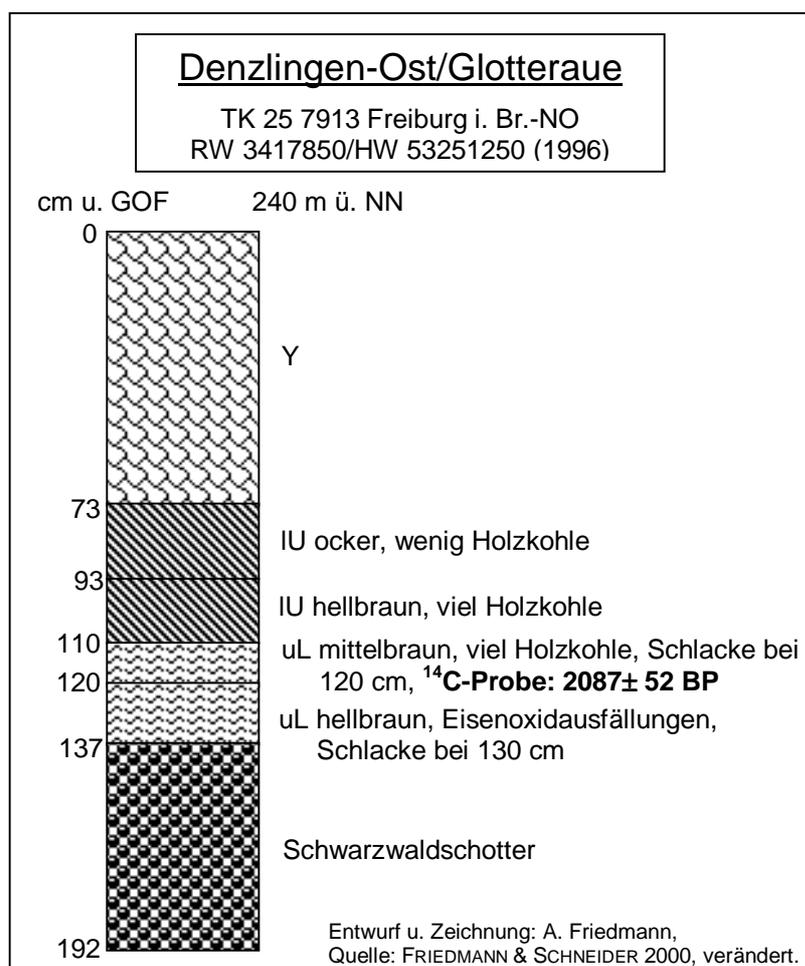


Abb. 3.21: Holzkohle- und Schlackefunde in den Sedimenten der Glotterau bei Denzlingen.

führte. Zwischen dem Schwemmlöß und den Schottern (137 cm u. GOF) ist ein 30 cm mächtiger Auenlehmhorizont vorhanden, in dem sowohl Schlacke als auch im oberen Bereich Holzkohle vorgefunden wurden. Die Holzkohle (116 cm u. GOF) konnte ¹⁴C-datiert werden und wies ein spätlatènezeitliches Alter auf (FR 96-3: 2087±52 BP; cal. BC 170-30). Das große Schlackestück in 120 und das kleinere in 130 cm Tiefe sind Belege für bergbauliche Tätigkeiten in der späten Eisenzeit. Die Schlacke- und Holzkohlefunde weisen den anthropogenen Einfluß auf das Erosions- und Sedimentationsgeschehen in der östlichen Freiburger Bucht seit der Latènezeit nach. Für die Römerzeit ist durch die Untersuchung von Schlackefunden am Fuße des Mauracher Bergle bekannt, daß im Suggental Bergbau betrieben wurde und die Verhüttung der Erze bei Denzlingen stattgefunden hat (GROSCHOPF 1980). Die Schlackefunde in der Glotterau deuten auf frühere Bergbautätigkeit am Schwarzwaldwestrand und auf Verhüttungsplätze in der Freiburger Bucht hin. Über diesen fundreichen Lagen wurde anschließend, offenbar in der Römerzeit, lehmiger Schluff abgelagert, der von den lößüberkleideten Schwemmfächerbereichen nördlich und südlich der Glotter-Niederung abgetragen wurde. Der hohe Schluffanteil in den Auensedimenten des Profils Denzlingen-Ost/Glotterau weist insgesamt auf einen hohen Schwemmlöseintrag hin, der von den Lößinseln auf den Niederterrassenflächen stammt. Unter der Aufschlußgrenze setzen sich die kalkfreien Schwarzwaldschotter mindestens 120 cm weiter fort, die nach SCHREINER (1996) im Spätglazial oder Hochwürm abgelagert wurden.

Lößinseln

Große Lößflächen sind im Nordosten der Freiburger Bucht zwischen den Flußniederungen der Elz, Glotter und Dreisam über den Niederterrassenschottern vorhanden, im Westen hingegen treten sie nur noch inselhaft auf. Bohrungen von FRESLE (1969) zeigen, daß sich auf den Schottern der Schwemmkegel bis zu 7 m Primärlöß befindet, der von 50 bis 160 cm mächtigem Lößlehm überlagert wird. Ein Aufschluß auf der Gemarkung Heidenwinkel konnte durch den Bau einer Gasleitung am nördlichen Rand der Teninger Allmend, die zwischen Elz und Glotter liegt, aufgenommen werden (Abb. 3.22). Auf den dachziegelartig in Fließrichtung der Elz gelagerten Schwarzwaldschottern wurden 60 cm mächtige Schwemmlößablagerungen angetroffen, die zwischen 21 und 34 cm u. GOF von einer sandig-grusigen Zwischenlage unterbrochen werden. Der Schwemmlöß stammt von den landwirtschaftlich stark genutzten Lößinseln. Die mit fluvialen Sedimenten vermischte sandig-grusige Lage zeigt die Größe der Flächen, die von den Elz-Hochwassern vor dem Kanalbau betroffen waren. Der heutige Lauf der Elz befindet sich in etwa 1250 m Entfernung von der Aufschlußstelle.

Die Lößareale zwischen den Flußniederungen bildeten durch die fruchtbaren und leicht zu bearbeitenden Böden sowie ihrer Nähe zum Wasser günstige Siedlungsplätze, die bereits im Neolithikum genutzt wurden. Bei Grabungsarbeiten im Mai 2000 auf einer Lößinsel bei Vörstetten durch das Landesdenkmalamt Freiburg (Leitung Dr. C. BÜCKER) wurden in etwa 130 cm Tiefe u. GOF Reste eines fossilen dunkelgrauen und tonigen Bodens über Löß vorgefunden. Es handelt sich um einen schwarzerdeähnlichen Boden, der jungneolithische Scherben der Wauwiler Gruppe (4400-4200 v. Chr., DIECKMANN 1990, SANGMEISTER 1993) enthielt. Nach einer Phase verstärkter Erosion, bei der der Boden bis auf wenige Reste abgetragen wurde, erfolgte eine metermächtige Überdeckung mit Schwemmlöß.

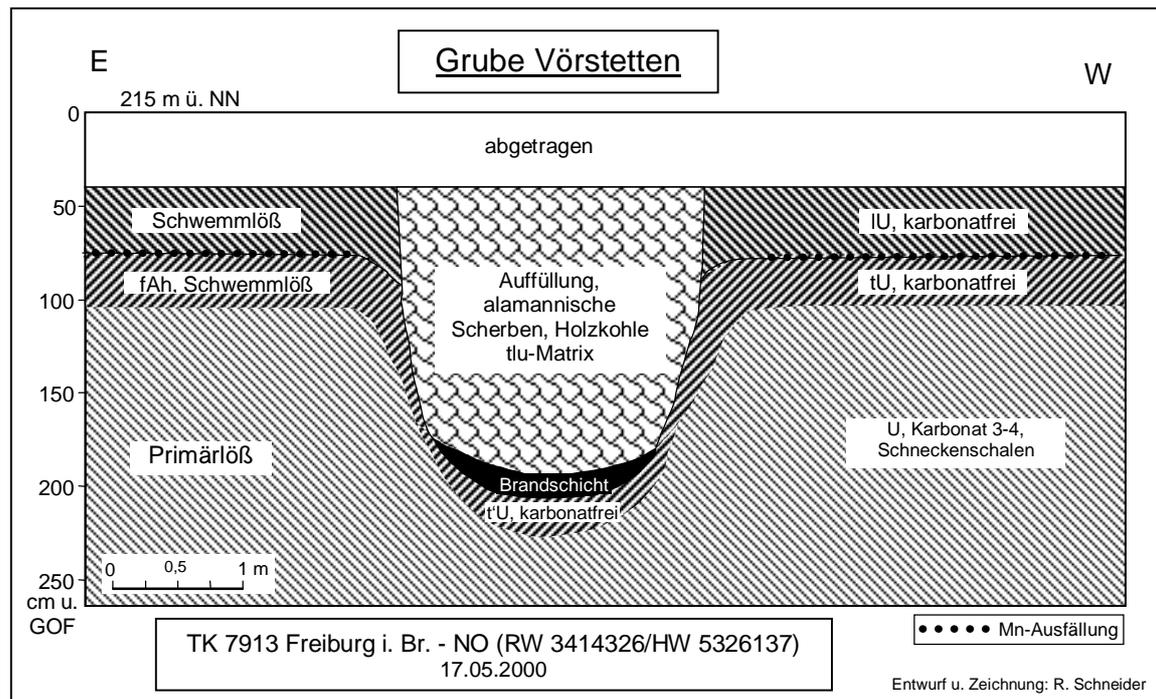


Abb. 3.22: Völkerwanderungszeitliche Grube auf einer Lößinsel bei Vörstetten.

Die Grabungsarbeiten bei Vörstetten brachten ebenfalls eine mit alamannenzeitlichen Scherben verfüllte Grube zutage (Abb. 3.22). Die Geländeoberfläche wurde bis 40 cm u. GOF abgetragen. Die Grube hat einen Durchmesser von etwa 180 cm und erreicht eine Tiefe von 2 m u. GOF. Sie ist im schneckenschalenhaltigen Primärlöß (auf Schwarzwaldschottern) eingelassen, der hier etwa 3 m mächtig ist. Darüber ist ein fossiler toniger Bodenhorizont auszumachen, der wiederum von einer Schwemmlößlage überdeckt ist. Zwischen dem Schwemmlöß und dem wasserstauenden fossilen Boden haben sich zahlreiche Mangan-konkretionen gebildet. Eine 10 cm mächtige Holzkohlelage am Boden der verfüllten Grube weist auf ein Abbrennen der ehemaligen alamannischen Siedlung hin. Die Grube ist gänzlich von tonig-schluffigem Material umgeben. Dies kann auf ein Nachrutschen des fossilen Bodens zurückzuführen sein.

Die Scherbenfunde aus verschiedenen Kulturperioden zeigen, daß die Besiedlung und intensive landwirtschaftliche Nutzung dieser kleinen, in Flußnähe gelegenen landwirtschaftlichen Gunstgebiete bereits im Neolithikum eingesetzt hat. Die neolithischen Scherbenfunde in den Resten der Schwarzerde belegen eine anschließende Erosion des meist nur noch in Gruben und Senken vorhandenen fossilen Bodens. Noch vor der Alamannenzeit, vermutlich zur Römerzeit, erfolgte eine Überdeckung des neolithischen Fundplatzes mit Schwemmlöß. Die Wohnstätten der Alamannensiedlung wurden durch einen Brand zerstört, wodurch zunächst die Holzkohleschicht abgelagert und dann die Grube mit Kulturschutt verfüllt wurde.

Zusammenfassung

Die nördliche Freiburger Bucht ist im Bereich der lößüberdeckten Niederterrassenflächen aufgrund der fruchtbaren Böden und der Nähe zu den Fließgewässern schon im Neolithikum

besiedelt gewesen. Die noch im Jungneolithikum weit verbreiteten Schwarzerden über Löß wurden infolge der Rodungen und der Landwirtschaft erodiert und sind heute nur noch lokal in kleinen Resten wie bei Vörstetten unter mehr als 100 cm mächtigen Schwemmlößlagen vorzufinden. Zur Verlagerung des Lösses haben insbesondere die intensiven landwirtschaftlichen sowie die bergbaulichen Aktivitäten in der Latène- und Römerzeit geführt, die durch die Funde in der Glotterau belegt werden konnten. Auch die Alamannen nutzten die günstigen natürlichen Bedingungen und siedelten bevorzugt auf den Lößinseln. Im Mittelalter wurde das Landschaftsbild durch die schnell anwachsende Besiedlungsdichte stark verändert. Zur Versorgung der Städte (Emmendingen) wurden die landwirtschaftlich genutzten Flächen ausgeweitet und weite Auenbereiche durch Be- und Entwässerungsgräben erschlossen. Die Entwaldung des Mittleren Schwarzwalds zog einen schnellen Oberflächenabfluß nach sich, so daß weite Bereiche der Freiburger Bucht von häufigen Hochwassern betroffen waren und mit Auenlehm überkleidet wurden. Die stärksten Eingriffe durch den Menschen in den Naturraum erfolgten im 19. Jahrhundert. Schon vor der Korrektur des Rheins durch Tulla wurde die Elz 1842 bis Riegel begradigt und kanalisiert, so daß die zum Teil mehr als kilometerbreiten Auenbereiche seitdem weitgehend hochwassersicher sind und sowohl für die Landwirtschaft als auch für den Ausbau der Siedlungen und Verkehrswege genutzt werden können.

3.5 Hangsedimente und Kolluvien am Kaiserstuhlrand und in den Emmendinger Vorbergen

In den lößüberkleideten Bereichen des Untersuchungsgebiets sind die geschichteten Hangsedimente und Kolluvien von besonderem Interesse. Sie stellen in gleicher Weise wie Moore und Auenlehme wichtige natürliche Archive dar, die in Verbindung mit archäologischen Funden bzw. ¹⁴C-Datierungen zeitlich eingeordnet werden können. Hangsedimente und Kolluvien entstehen durch Abtragung von Feinmaterial an den Hängen und Akkumulation dieses Materials am Hangfuß, in Mulden oder Tiefenlinien. Eine mächtige Feinmaterialdecke an den Hängen, die gerade in lößbedeckten Landschaftsräumen vorzufinden ist, führt zur vermehrten Bildung von Kolluvien.

Obwohl im engeren Sinne unter Kolluvien lediglich durch Wasser umgelagertes Material verstanden wird (lat. colluere = ab-, zusammenspülen), wird deren Entstehung in den meisten Definitionen mit anthropogenen Einwirkungen auf die Bodenoberfläche (z.B. Pflugarbeit, Viehtritt, Befahren) verknüpft. Während BORK et al. (1998) die Abtragung des Feinmaterials lediglich auf Erosion infolge landwirtschaftlicher Nutzung von Hanglagen zurückführen, sieht AHNERT (1996) allgemein in der Spüldenudation bzw. in der Flächenspülung das Hauptagens für die Kolluvienbildung. Die bodenkundliche Kartieranleitung (AG BODEN 1994) hingegen unterscheidet nach Art der Verlagerung zwischen fluvial (durch Wasser), äolisch (durch Wind) oder anthropogen (Umlagerung durch den Menschen) entstandenen Kolluvien (SCHNEIDER et al. 2000).

In der Geomorphologie umfaßt der Begriff Kolluvium das vom Hang verlagerte Feinmaterial unabhängig von den bodenbildenden Prozessen, z.B. aus zusammengeschwemmtem Verwitterungsmaterial (WILHELMY 1994). Dagegen schränkt die Bodenkunde den Begriff auf umgelagertes Bodenmaterial ein, das aus dem Oberboden bzw. Solum stammt und einen entsprechenden Humus- und Nährstoffgehalt aufweist (AG BODEN 1994, SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1998). Bezüglich des Ausgangsmaterials wird eine weite Definition benutzt, der Mensch wird jedoch als auslösender Faktor für die Entstehung von Kolluvien berücksichtigt. Für die Bildung von Hangsedimenten im Spätglazial ist die Solifluktion als Hauptagens wirksam. Da die intensiven Phasen der Kolluvienbildung Folge der anthropogenen Einwirkungen auf die Bodenoberfläche sind, führen die Untersuchungen vorwiegend zu Erkenntnissen vom ersten Einwirken des Menschen in den Naturraum bis zur Gegenwart. An verschiedenen Lokalitäten konnte jedoch die Akkumulation von Hangsedimenten in den Lößgebieten bis in das ausgehende Würm-Hochglazial zurückverfolgt werden, womit auch der Übergang von der letzten Kaltzeit zum Holozän erfaßt wurde.

Bei den Untersuchungen ist die Bodenbildung in Kolluvien von besonderer Bedeutung. Fossile Böden und Torfbänder in Kolluvien weisen auf geomorphologische Ruhephasen, d.h. Phasen geringerer Erosionsleistung an den Hängen und reduzierter Akkumulation in den Hangfußzonen hin. Wegen des hohen Humusgehalts ist es möglich, diesen Lagen Proben zur ¹⁴C-Datierung zu entnehmen. Bei der Bodenbildung in Kolluvien sind drei Vorgänge bzw. Zustände zu beachten:

- Die Bildung von Kolluvialböden aus dem angeschwemmten Feinmaterial (WILHELMY 1994),
- der Boden aus verlagertem humosen Bodenmaterial, also die Kolluvisole nach AG BODEN (1994) mit einem Ah / m / II ...-Profil,

- die Böden, die vom Kolluvium überlagert werden, also begrabene bzw. fossile Böden. Diese können entweder in ihrem vollständigen Profilaufbau oder als gekappte Böden vom Kolluvium überdeckt sein.

Die Emmendinger Vorberge und der Kaiserstuhlnordrand gehören zu den großen Lößflächen des südlichen Oberrheintieflands. Bis zu 10 m mächtige Hangfußsedimente und Kolluvien treten hier vor allem am Fuße der Hänge als breiter Schwemmlößsaum sowie in Senken und als Talverfüllungen auf. Kleinere Lößinseln auf den Schotterflächen wie beispielsweise in der Freiburger Bucht oder in der Straßburg-Offenburger Rheinebene werden in den entsprechenden Kapiteln (Kap. 3.4 u. Kap. 3.6) besprochen. Weitere Lößvorkommen sind auch im Brettenbachtal und im Elztal bis Bleibach an den Hängen erhalten. Aufgrund der Lage nahe der Fließgewässer sind hier kaum Kolluvien vorhanden, da diese durch die laterale Erosionsarbeit der Flüsse ausgeräumt werden.

Der Schwemmlöß ist im Gegensatz zum unverlagerten Primärlöß kalkarm oder entkalkt, teilweise verlehmt, geschichtet und instabil, d.h. er ist nicht mehr in der Lage, steile Wände wie in Lößhohlwegen zu bilden. Der dominierende Schluffanteil bleibt in der Korngrößenzusammensetzung erhalten, es kommen aber Beimengungen von Sand, Grus oder Schnecken vor. Insbesondere nach Starkregenfällen läßt sich die Bildung neuer Schwemmlößlagen durch verschiedene Abtragungsprozesse beobachten (MÄCKEL 1997).

Die Bildung mächtiger und weitverbreiteter Kolluvien ist mit einer starken Erosionsrate an den Hängen verbunden. Bei der Kartierung der Bodenerosion in Baden-Württemberg 1 : 500 000 (HEMPEL 1968) wurden die Untersuchungsgebiete der höchsten (3) bzw. zweithöchsten (2) Erosionsstufe zugeordnet (Karte 1: Feldlänge 80 bis 120 m, Bearbeitungsrichtung senkrecht zu den Höhenlinien), was eine Abtragung mit Furchen- und Rinnenbildung (bis über 10 cm tief) und über die Grenze der Felder hinaus bedeutet. Die bis heute anhaltende starke Erosion ist einerseits auf anthropogene Einwirkung zurückzuführen, andererseits sind die Untersuchungsgebiete relief- und niederschlagsexponiert. Insbesondere die Lage in einem gewitterreichen Gebiet mit 6 bis 7 Gewittern pro Monat im Sommer führt bei Starkregen und geringer Vegetationsbedeckung, wie es beim weit verbreiteten Weinbau der Fall ist, zu hohen Erosionsraten, obwohl der Jahresniederschlag lediglich 600-1000 mm beträgt (REKLIP 1995, TIBORSKI 1999).

3.5.1 Der nördliche Kaiserstuhlrand

Der Kaiserstuhl ist fast gänzlich von einem Schwemmlößsaum umgeben, der 2 bis 5 m Mächtigkeit erreicht. Durch die Schwemmfächerbildung ist dieser Saum am Ausgang der Lößsohlentäler besonders ausgeprägt. Im Norden des Kaiserstuhls bei Königschaffhausen erreicht er bis zu 800 m Breite und überkleidet weite Teile der Forchheimer Platte (SCHREINER 1996).

Bei Endingen konnte der Sedimentaufbau am nördlichen Kaiserstuhlrand durch Aufschlüsse in Baugruben und Rammkernsonden-Bohrungen von der heutigen Landoberfläche bis zu den Rheinschottern aufgenommen werden (Abb. 3.23) (FRIEDMANN & MÄCKEL 1998, SCHNEIDER et al. 2000). Ein erster Aufschluß wies unter einer 160 cm mächtigen Lößlehmdecke Reste eines dunkelbraunen, tonigen fossilen Bodenhorizontes auf (Photo 8 im Anhang). Dieser Horizont konnte mit einem wenige Dezimeter näher an der

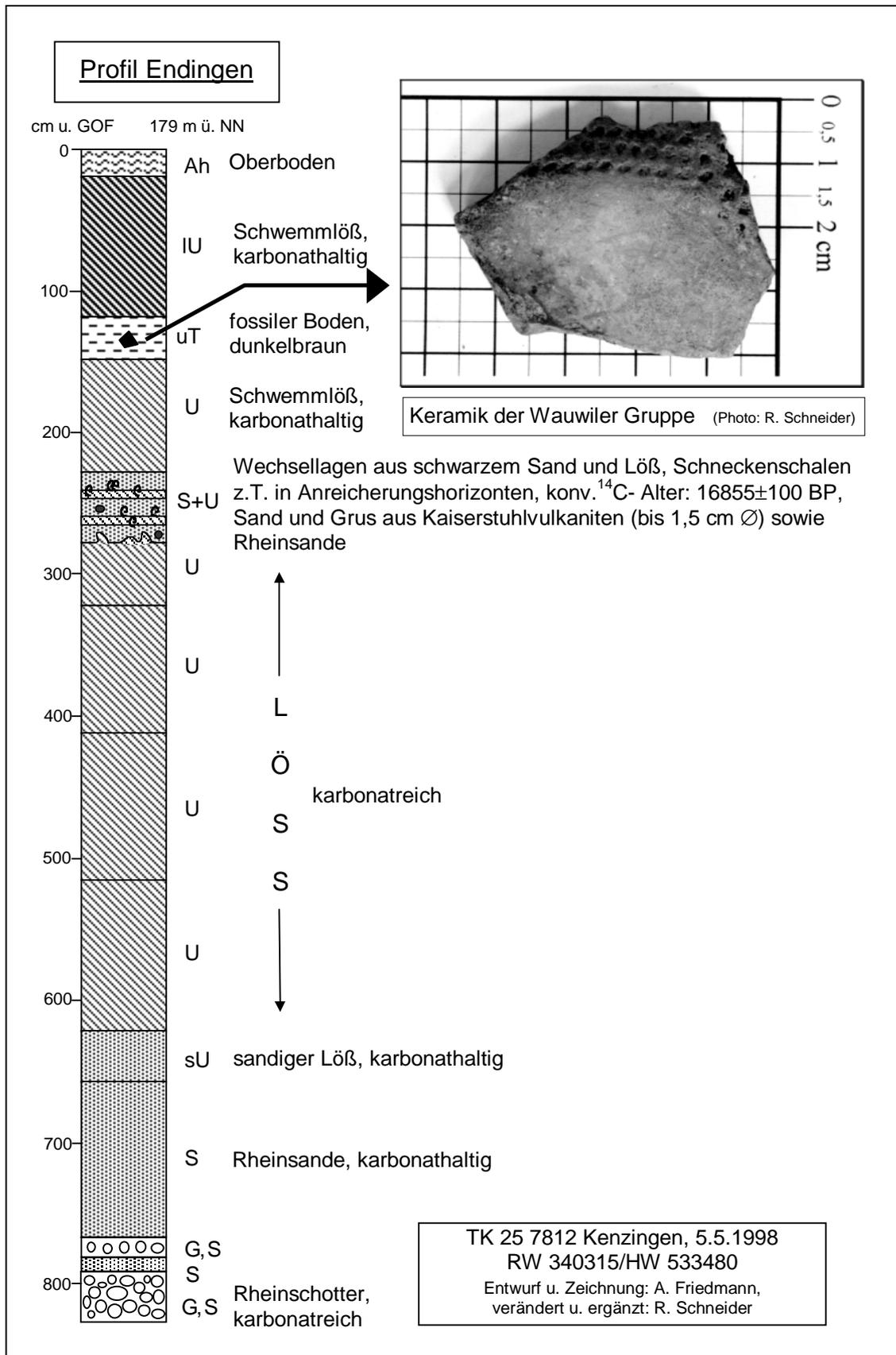


Abb. 3.23: Stratigraphie des Schwemmlößsaums bei Endingen (Nördlicher Kaiserstuhl)
(Quelle: SCHNEIDER et al. 2000).

Geländeoberfläche liegenden fossilen Boden in einer zweiten Baugrube parallelisiert werden. In diesem fossilen Boden fanden sich Holzkohlestückchen und Keramik. Diese Keramik (Photo in Abb. 3.23) stammt von der Wauwiler Gruppe (nach DIEKMANN 1990), die im Jungneolithikum (ca. 4400 bis 4200 v. Chr.) in den Lößgebieten des Kaiserstuhls und der Freiburger Bucht lebte. Der nur in Resten erhaltene damalige schwarzerdeähnliche Oberboden belegt eine Abtragung desselben sowie eine anschließend verstärkte Akkumulation von Schwemmlöß. Nach einer weiteren, 70 cm mächtigen Schwemmlößlage folgten zwischen 230 und 280 cm u. GOF Wechsellagen aus auffällig dunklen Vulkanitsanden. Die Grenze zum Löß im Liegenden ist unregelmäßig und weist Verwürgungsmuster auf. Zwischen den Wechsellagen befanden sich Anreicherungen von Schneckenschalen. Die ¹⁴C-Datierung dieser Schalen ergab ein Alter von 16855±100 Jahren BP, sie stammen also aus dem ausgehenden Würm-Hochglazial. Es handelt sich bei diesen Sanden überwiegend um Titanaugit, das Hauptmineral aller tephritischen und essexitischen Gesteine des Kaiserstuhls (Analyse: Prof. Dr. J. KELLER, Institut für Mineralogie, Petrologie und Geochemie der Universität Freiburg, schriftliche Mitteilung vom 19.03.1998). Auffällig ist ein regelmäßiger und merklicher Granatgehalt, der auf Zumischung aus metamorpher Quelle, also auf Rheinsande hinweist. Dieser Befund zeigt, daß im Bereich der nördlichen Kaiserstuhlhangfußzone nicht nur Feinmaterial aus dem Kaiserstuhl abgelagert wurde. Die kleinen Täler des Kaiserstuhls münden in diesem Bereich in das heute mit Schwemmlöß überkleidete Rinnensystem auf der Niederterrasse des Rheins. Bei der Bildung des vorwiegend aus Schwemmfächern bestehenden Schwemmlößsaums ist es so zu Wechsellagerungen und Materialvermischungen mit Rheinsanden gekommen.

Dieser Sedimentaufbau beruht auf Vermischung mit Hochflutsedimenten, die bei Überschwemmungen des Kaiserstuhlhangfußes durch den Ostrhein abgelagert wurden. Dessen Lauf durch die Freiburger Bucht wurde erst im Spätglazial durch den Dreisam-Schwemmfächer weitgehend plombiert, wobei wenige Rinnen bei Hochwasser noch im Boreal aktiv waren (MÄCKEL & FRIEDMANN 1999).

Durch die ergänzende Rammkernsonden-Bohrung konnte der Löß bis zu den Rheinschottern durchteuft werden (Abb. 3.23). Bis 620 cm u. GOF lag karbonatreicher Löß vor, darunter folgte nach einer Übergangslage aus sandigem Löß eine etwa ein Meter mächtige Rheinsandschicht auf den Rheinschottern (ab 780 cm u. GOF). Dieses Profil zeigt, daß auf den Rheinschottern im Hochglazial bereits über 3 m Löß akkumuliert wurde. Mit einer ersten Klimaerwärmung im Spätglazial wurden verstärkt Fließprozesse ausgelöst, die zur Verlagerung von Vulkanitsanden und Schneckenschalen und deren Akkumulation am Hangfuß des nördlichen Kaiserstuhls geführt haben. Der weitere Aufbau des Profils zeugt von einer anschließenden Phase verstärkter Lößverlagerung und vom Beginn der Bildung des Schwemmlößsaums am Kaiserstuhlrand. Im Atlantikum konnte eine Bodenbildungsphase nachgewiesen werden. Im Neolithikum, als sich die ersten Ackerbauern im Untersuchungsgebiet niederließen, war dieser Schwarzerdeboden weit verbreitet. Durch Rodung und Ackerbau wurden Erosionsprozesse ausgelöst, die bereits im Jungneolithikum zur Erosion dieses Bodens geführt haben müssen, da die scherbenhaltigen Reste dieses heute fossilen Bodens nur noch als Senken- und Grubenfüllung vorzufinden sind. Anschließend wurde er von einer heute 160 cm mächtigen Schwemmlößschicht überlagert.

Das Einsetzen der Hangsedimentbildung am nördlichen Kaiserstuhlrand und die Bildung eines Schwemmlößsaums ist also nicht ausschließlich mit dem verstärkten Einwirken des Menschen in den Naturraum seit dem Neolithikum zu erklären (LAIS 1940, SCHREINER 1958). Vielmehr fanden Materialverlagerungen und Schwemmlößbildungen schon vor der

'Neolithischen Revolution' statt, jedoch wird mit der steigenden Intensität des anthropogenen Einwirkens die Geomorphodynamik verstärkt. Das Profil Endingen weist sowohl eine prä-neolithische als auch eine neolithische Hangsediment- bzw. Kolluvienbildung am nördlichen Kaiserstuhlrand nach.

3.5.2 Die Lahr-Emmendinger Vorberge

Die im Westen scharf gegen die Rheinebene abgesetzte und lößüberkleidete Hügellandschaft der Lahr-Emmendinger Vorberge bietet durch mächtige Kolluvien in den Tälern und in ihrem Vorfeld durch Schwemmfächer gute natürliche Archive. Diese Schwemmfächer bilden einen Schwemmlößsaum, der dem des Kaiserstuhls entspricht. Im Bereich der Emmendinger Vorberge ist dieser, bedingt durch die Seitenerosion der Elz, weniger ausgeprägt oder setzt ganz aus, wie z.B. bei Hecklingen. Zwischen Herbolzheim und Ringsheim hingegen ist der Schwemmlößsaum wieder gut ausgebildet, da er hier nicht vom Lauf der Elz betroffen ist. Die zum Teil breiten Lößtäler und flachen Talmulden ohne Gerinnebett (meist lediglich Wassergräben) sind wie im Kaiserstuhl mit Schwemmlöß verfüllt. Diese Lößtäler gehen meist mit einem scharfen Knick in die Hangbereiche über, was durch anthropogene Überprägung (häufig Terrassierung) verstärkt wird.

Die Entstehung und Sedimente der Lößtäler wurden bislang vor allem im Kaiserstuhl untersucht. Nach SCHÄDEL (1997) erfolgte bereits eine kaltzeitliche Auffüllung der Täler mit Schwemmlöß. FRIEDMANN (1999) hat die Genese der Kaiserstuhltäler im Spät- und Postglazial anhand von Entwicklungsstadien unter klimatischen und anthropogenen Einflüssen dargestellt. Nach der würmkaltzeitlichen Lößanwehung herrschte demnach bis zum Endneolithikum eine geomorphodynamische Ruhephase. Anschließend erfolgte bis in die späte Bronzezeit bzw. Hallstattzeit eine tiefe, kerbtalförmige Einschneidung in den Primärlöß. Die Verfüllung dieser Kerbtäler beginnt in der Latène- und Römerzeit und hält bis heute an. Aufgrund dieser Entwicklung werden die Täler des Kaiserstuhls von FRIEDMANN & MÄCKEL (1998) als Lößsohlentäler bezeichnet. Aufschluß über die Genese der Lößtäler der Vorbergzone werden durch neue Bohrprofile gewonnen und im folgenden dargestellt.

Typisch für die kleinen Seitentäler der Elzzuflüsse sind zum einen die amphitheatralischen Talschlüsse (MÄCKEL 1999), zum anderen der asymmetrische Talquerschnitt. Während die steilen und rebenbestandenen Nordhänge meist durch die in den 70er Jahren vorgenommene Großterrassierung umgestaltet wurden, sind die im Süden liegenden Hänge geringer geneigt. Diese nordexponierten Hänge weisen heute insbesondere im Bereich der Emmendinger Vorberge große Waldflächen auf, die örtlich wie im Forlenwald bei Bombach zum Teil auf alten Kleinterrassen stocken. Die durchgeführten Untersuchungen in den Lahr-Emmendinger Vorbergen sollen sowohl die Landschafts- als auch die Vegetationsgeschichte dieses Naturraums rekonstruieren. Die Feldarbeiten zu den Talverfüllungen konzentrieren sich auf den südlichen Bereich dieser Lößlandschaft, den Emmendinger Vorbergen. Im Bleichheimer Becken, einer breiten Talweitung zwischen den Ettenheimer und Emmendinger Vorbergen, wurde zusätzlich zu den geomorphologischen Untersuchungen eine Pollenanalyse (Kap. 4) durchgeführt. Durch eine Baugrube westlich von Ettenheim konnte auch die Stratigraphie des Schwemmlößsaums im Vorfeld der Ettenheimer Vorberge erfaßt werden.

Hochburg (Windenreute)

Östlich von Emmendingen wurde eine Bohrung in einem Lößtälchen am Fuße der Ruine Hochburg niedergebracht. Nach der naturräumlichen Gliederung Deutschlands (FISCHER & KLINK 1967) wird der Hornwald mit der Hochburg, ein keilförmig nach Süden auslaufender Fortsatz des Ottoschwandener Buntsandsteingebiets, dem Mittleren Talschwarzwald zugerechnet. Der westliche Bereich dieser Erhebung entspricht jedoch durch Höhenlage, Lößüberkleidung und Muschelkalk als Anstehendes durchaus dem Landschaftsbild der Emmendinger Vorberge. Die bis in 4 m Tiefe reichende Bohrung zeigte von 71 bis 396 cm u. GOF kalkarme oder kalkfreie Schwemmlößlagen mit Beimengungen an organischem Material (Abb. 3.24). Eine holzkohleführende Lage wurde bei 196 bis 199 cm u. GOF vorgefunden. Bis in 70 cm Tiefe liegt schluffiger Lehm vor, der von 28 bis 58 cm von einer rotbraunen und kalkhaltigen Grus- und Steinlage unterbrochen wird.

Das Bohrprofil zeigt, daß dieses Tälchen zunächst mit über 4 m Schwemmlöß verfüllt wurde. Ob im untersten Abschnitt des Profils bereits entkalkter Primärlöß erbohrt wurde, konnte nicht mit Gewißheit festgestellt werden. Der geringe Kalkgehalt weist auf einen verlagerten Löß hin. Über Jahrhunderte hinweg ist hier der Löß von den ackerbaulich genutzten Hängen durch Erosion abgetragen und als Kolluvium am Talboden abgelagert worden. Die Lehmauflage und Grusschicht der obersten 70 cm hingegen sind von einer Akkumulation von Grobmaterial geprägt, die auf eine verstärkte fluviale Geomorphodynamik zurückzuführen ist. Auch scheint eine Einschneidungsphase in die Talverfüllung durch die Fließgewässer eingesetzt zu haben. Dieser Umschwung von der flächenhaften Erosion an den Hängen zur Rinnenerosion kann mit dem teils in Gräben, teils in Wasserrohren (v.a. aufgrund des Siedlungsausbaus von Windenreute) konzentrierten Oberflächenabfluß erklärt werden.

Weißbach (Mundingen)

Nordöstlich von Mundingen wird ein kleines Lößtälchen durch den in Gräben verlaufenden Weißbach entwässert, dessen Quelle am Westrand des Mittleren Talschwarzwalds liegt. Im Bereich des Oberlaufs schneidet sich der Weißbach auf der Gemarkung Blümlismatte (RW 341417/HW 533479) in eine alte Verebnung ein, die von einer Kalktufflage überdeckt wird. Die Kalkablagerungen entstehen durch Lösungsverwitterung im Muschelkalk mit anschließender Ausfällung. Der im Wasser des Weißbachs gelöste Kalk lagert sich heute vor allem am Übergang vom Kerbtal zum Sohlental als Kalkkruste an Wurzeln und Geröllen ab. Bohrstangen-Sondierungen haben gezeigt, daß die älteren Kalkablagerungen auf der Blümlismatte von 80 cm mächtigem, kalkfreiem tonig-schluffigen Lehm überdeckt werden. Als Hauptphase der Entstehung dieser Kruste kann das Atlantikum infolge der verstärkten Ausfällung bei warmem und feuchtem Klima angenommen werden (MÄCKEL 1999). Größere Kalktuffablagerungen kommen auch bei Heimbach vor (KESSLER & LEIBER 1991).

Zwischen Mundingen und Landeck wurde im zentralen Bereich der Talsohle auf der Gemarkung Oberfeld eine Bohrung niedergebracht. Die Bohrung Weißbach (Abb. 3.24) erreichte 6 m Tiefe. Hierbei wurde der Schwemmlöß bis zum anstehenden Primärlöß bei 564 cm u. GOF durchbohrt. Bis 160 cm u. GOF wurden Ziegelstückchen vorgefunden, bei 220 bis 270 cm und 470 bis 480 cm Tiefe kam verstärkt Holzkohle vor. Insgesamt wurden

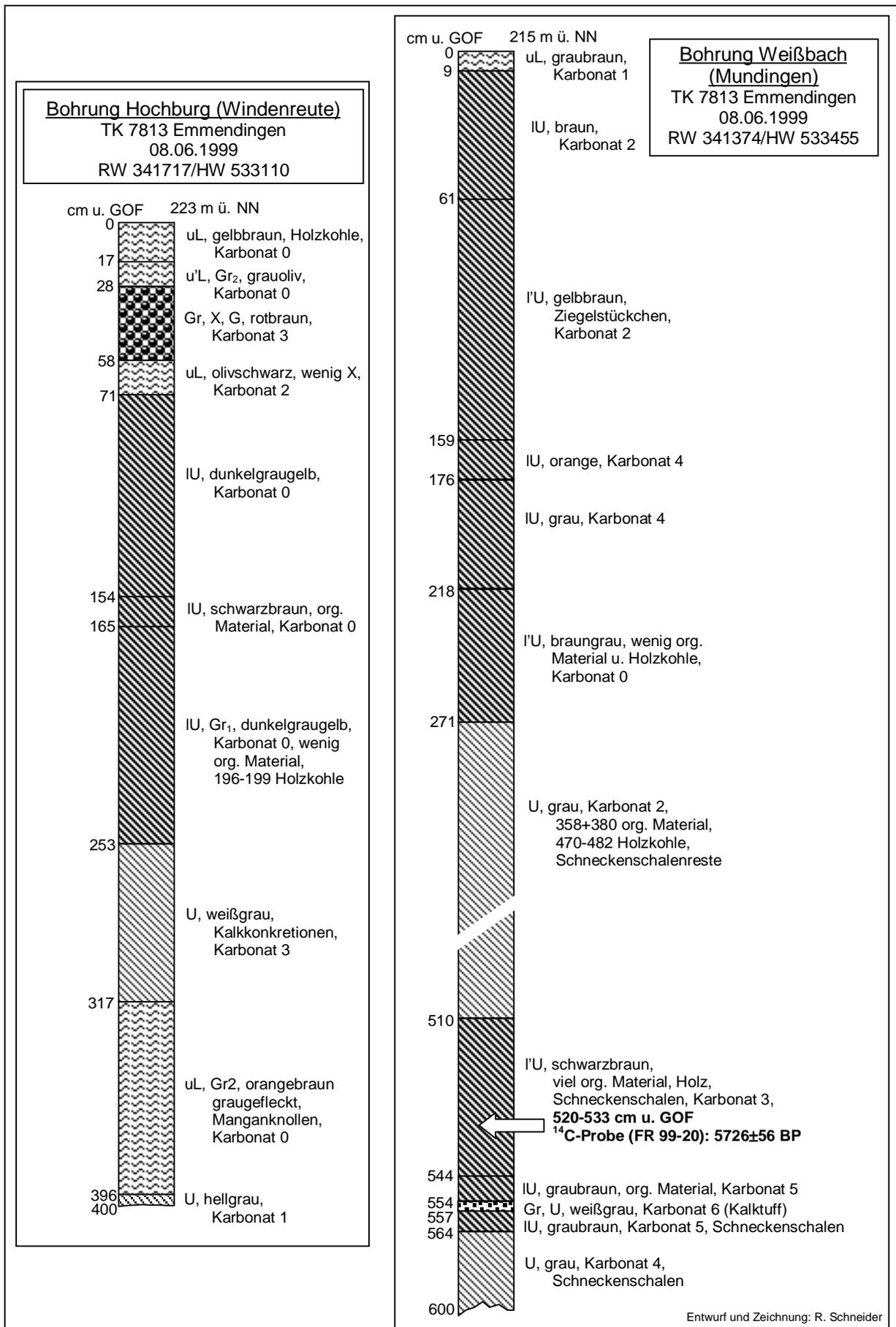


Abb. 3.24: Stratigraphie zweier Lößtäler in den Emmendinger Vorbergen.

drei Lagen mit hohem Anteil an organischem Material (358 cm, 380 cm sowie von 510 bis 544 cm u. GOF) angetroffen, von denen die unterste zur ^{14}C -Datierung beprobt werden konnte. Das ^{14}C -Alter von 5726 ± 56 Jahren BP fällt in das späte Atlantikum. Die Holzkohle- und Ziegelfunde belegen Phasen verstärkter Schwemmlößbildung unter menschlichem Einfluß. Zwischen 554 und 557 cm u. GOF wurde eine Kalkkruste durchbohrt. Wie auf der Verebnung der Blümlismatte hat auch hier eine ausgeprägte Kalkausfällung entlang des Weißbachs stattgefunden. Die ^{14}C -Datierung des organischen Materials zeigt, daß die Entstehungsphase der Kalktufflage im späten Atlantikum abgeschlossen war. Die mächtigen Schwemmlößablagerungen über dem Kalktuff weisen die starken Erosions- und Akkumulationsprozesse seit dem Neolithikum nach. Intensive Kalkausfällungen haben also im frühen Atlantikum stattgefunden. Das kühle und trockene Klima des beginnenden Subboreals hat die Ausfällung von Kalk reduziert. Zudem wurden durch Rodungen, Siedlungstätigkeit und Ackerbau große Mengen an Schwemmlöß in die Täler eingetragen, so daß die Entstehung der Kalklagen auch durch anthropogenen Einfluß gestört wurde. Die Kalktufflagen können dort, wo der Muschelkalk das Anstehende in der Vorbergzone bildet, als Leithorizont für das frühe Atlantikum herangezogen werden.

Fernecker Tal

Im Fernecker Tal bei Malterdingen wurden in der Talmitte und am nordwestlichen Hang Bohrungen durchgeführt (Abb. 3.25 u. Photo 7 im Anhang). Das Tal ist mit seinem steilen und terrasierten Südosthang und dem bewaldeten, flachgeneigten Nordwesthang asymmetrisch. Am nordwestlichen Hang ist eine deutliche Waldrandstufe ausgebildet. Der Talboden wird überwiegend ackerbaulich genutzt und ist von einem künstlichen Graben durchzogen. Die Bohrung in der Talmitte erreichte eine Endtiefe von 910 cm u. GOF. Die Talsedimente bestehen aus lehmigem bis sandigem Schwemmlöß, der bis in 360 cm Tiefe entkalkt ist. Holzkohlereste finden sich bis in 865 cm u. GOF. Zwischen 280 bis 310 cm wurde ein hoher Anteil an organischem Material, Holzkohle und Holzresten vorgefunden. Das ^{14}C -Alter einer Probe aus diesem Horizont fällt mit 1951 ± 84 Jahren BP in die Römerzeit. Die Entstehung dieser über 90 cm mächtigen, entkalkten Schwemmlößlage, die zahlreiche organische Reste enthält, ist mit einer verstärkten Erosion an den Hängen und Ablagerung im relativ flachen Tal zu erklären. Der hohe Anteil an Holz und Pflanzenresten im Sediment wurde durch verstärkte Rodung, intensive Landwirtschaft und rege Siedlungstätigkeit in den Emmendinger Vorbergen in der Römerzeit eingeschwemmt. Eine weitere Lage mit Holz- und Holzkohleresten wurde in 390 bis 416 cm Tiefe angetroffen, die eine frühere Siedlungstätigkeit aufzeigt. Holzkohlepartikel wurden in der Talmitte bis in knapp 9 m Tiefe vorgefunden. Sie zeigen, daß auch in diesem Tälchen die Bildung von über 9 m mächtigen Kolluvien in Zusammenhang mit dem Einwirken des Menschen auf den Naturraum seit dem Neolithikum steht. Daß die Bildung des Schwemmlösses nicht kontinuierlich, sondern in mehreren Phasen verstärkter Aktivität erfolgte, wird durch eine tonig-organische Zwischenlage (686-704 cm u. GOF) aufgezeigt. Derartige Lagen mit Bodenbildungsmerkmalen stellen Phasen mit geomorphodynamischer Ruhe dar.

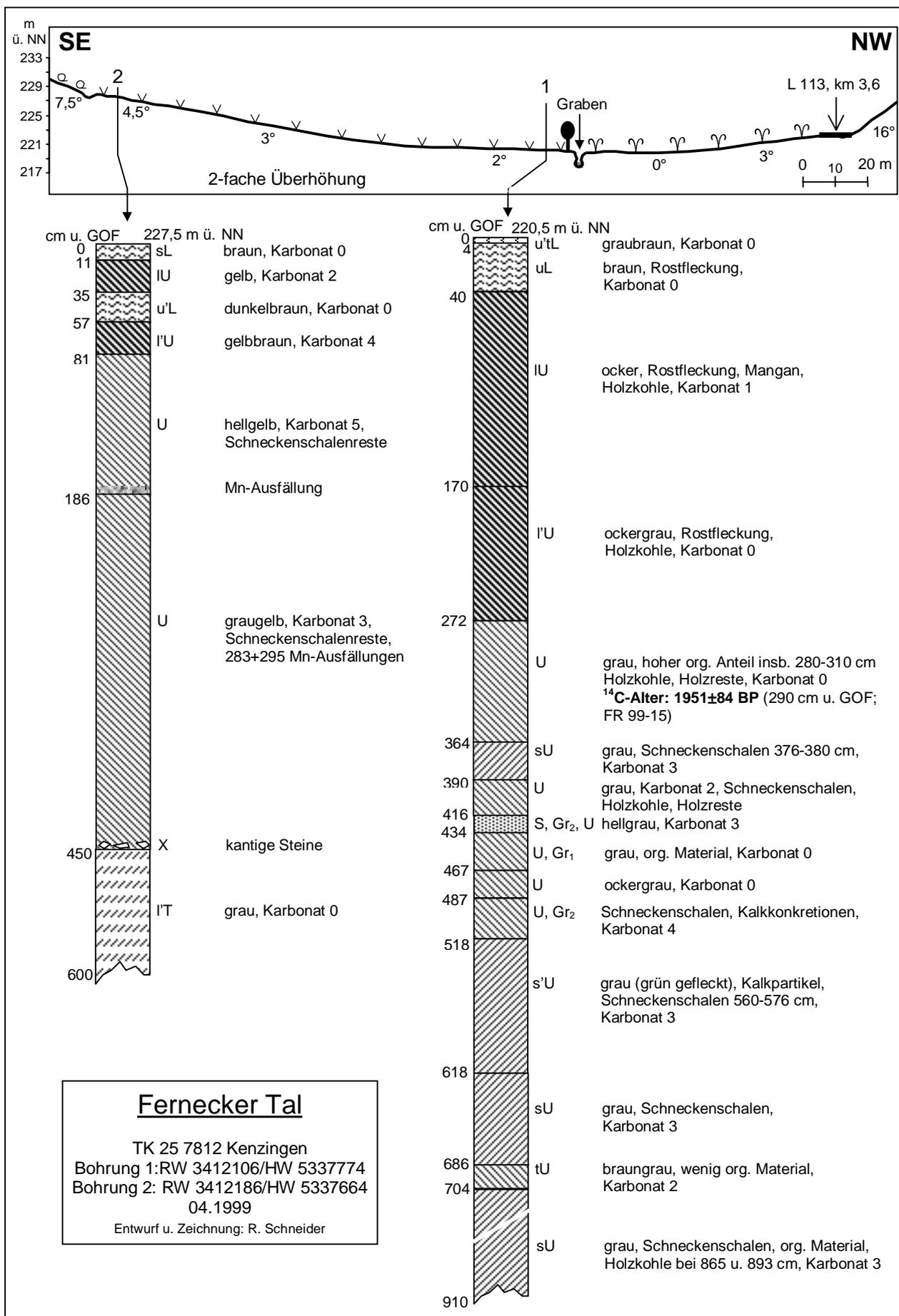


Abb. 3.25: Querprofil durch das Fernecker Tal (Emmendinger Vorberge).

Bombachtal

Zwischen Bombach und Kenzingen durchfließt der Dorfbach die Emmendinger Vorberge, dessen Oberlauf im Bereich Nonnengraben tief im Ottoschwandener Buntsandsteingebiet eingeschnitten ist. Da sich der Quellbereich im Muschelkalk befindet, kommt es auch hier am Ausgang des Nonnengrabens zu Kalktuffablagerungen. Zwischen Bombach und Kenzingen bietet die breite und flache Talsohle genügend Raum für einen Sportplatz. Der steile südexponierte Hang ist gänzlich von der Großterrassierung erfaßt, während im Süden die kleinen Terrassen aufgegeben wurden und heute aufgeforstet sind. Da hier in den höheren Lagen des Forlenwalds die Lößüberkleidung aussetzt und der Muschelkalk mit typischen Hohlformen (Gruselsloch) zutage tritt, zeigen auch historische Karten eine Bewaldung der Kuppen (Schmitt'sche Karte 1797, Blatt 18).

Eine Rammkernsonden-Bohrung wurde im zentralen Talbereich zwischen Bombach und Kenzingen niedergebracht (Abb. 3.26). Das erbohrte Profil erreichte knapp 10 m Tiefe und zeigt eine gleichartige Stratigraphie wie diejenige der Bohrungen im Fernecker Tal oder im Weißbachtal. Bis zur Endtiefe wurde Schwemmlöß angetroffen, der vier Lagen mit hohem organischem Anteil aufweist (250 bis 270 cm u. GOF, 350 bis 400 cm u. GOF, 780 cm u. GOF, 868 cm u. GOF). Die reichhaltigen Holzreste um 380 cm u. GOF ermöglichten eine ¹⁴C-Datierung und erbrachten ein (noch vorläufiges) Alter von 7744±135 Jahren BP. Der hohe Anteil an Pflanzenresten und über 5 cm große Holzstücke im oberen Bereich der mehr als zwei Meter mächtigen Schwemmlößlage weisen auf erhebliche Abtragungs- und Ablagerungsprozesse mit Transport von organischem Material im beginnenden Atlantikum hin. Für diese Zeit ist auch im Pollendiagramm Bleichheimer Becken (Kap. 4) eine erheblicher Abnahme des Baumpollenanteils festzustellen. Der Rückgang des Waldes und die Intensivierung der Geomorphodynamik können durch ein natürliches Großereignis wie z.B. Windwurf ausgelöst worden sein. Über diesen holzhaltigen Sedimenten wurde eine etwa 80 cm mächtige Schwemmlößlage akkumuliert, die Schneckenschalen und nur wenig organisches Material enthält. Das Ende des Atlantikums wird von einer Kalkkruste markiert (269-278 cm u. GOF), deren Entstehung den Ausführungen zur Bohrung Weißbach entspricht (s.o.). Über dieser Kalkkruste, deren Bildung bereits im Altneolithikum abgeschlossen war, sind die Ablagerungen holzkohlehaltig und mit Ziegelresten durchsetzt. Dadurch kann der Übergang von der natürlichen zur anthropogen mitverursachten Schwemmlößbildung in das Altneolithikum gestellt werden. Wie in den anderen untersuchten Lößtälern wurden jedoch auch hier schon vor der Besiedlung und landwirtschaftlichen Nutzung mehrere Meter mächtige Schwemmlößlagen angeschwemmt. Die Manganausfällungen reichen bis 215 cm u. GOF und resultieren aus den Schwankungen des Grundwasserspiegels. Auffällig ist der hohe Karbonatgehalt des Schwemmlösses. Da der Muschelkalk das Anstehende bildet, ist die für den Schwemmlöß typische Entkalkung offenbar durch den hohen Kalkgehalt des Grundwassers und des Dorfbachs gehemmt (sekundäre Kalkanreicherung).

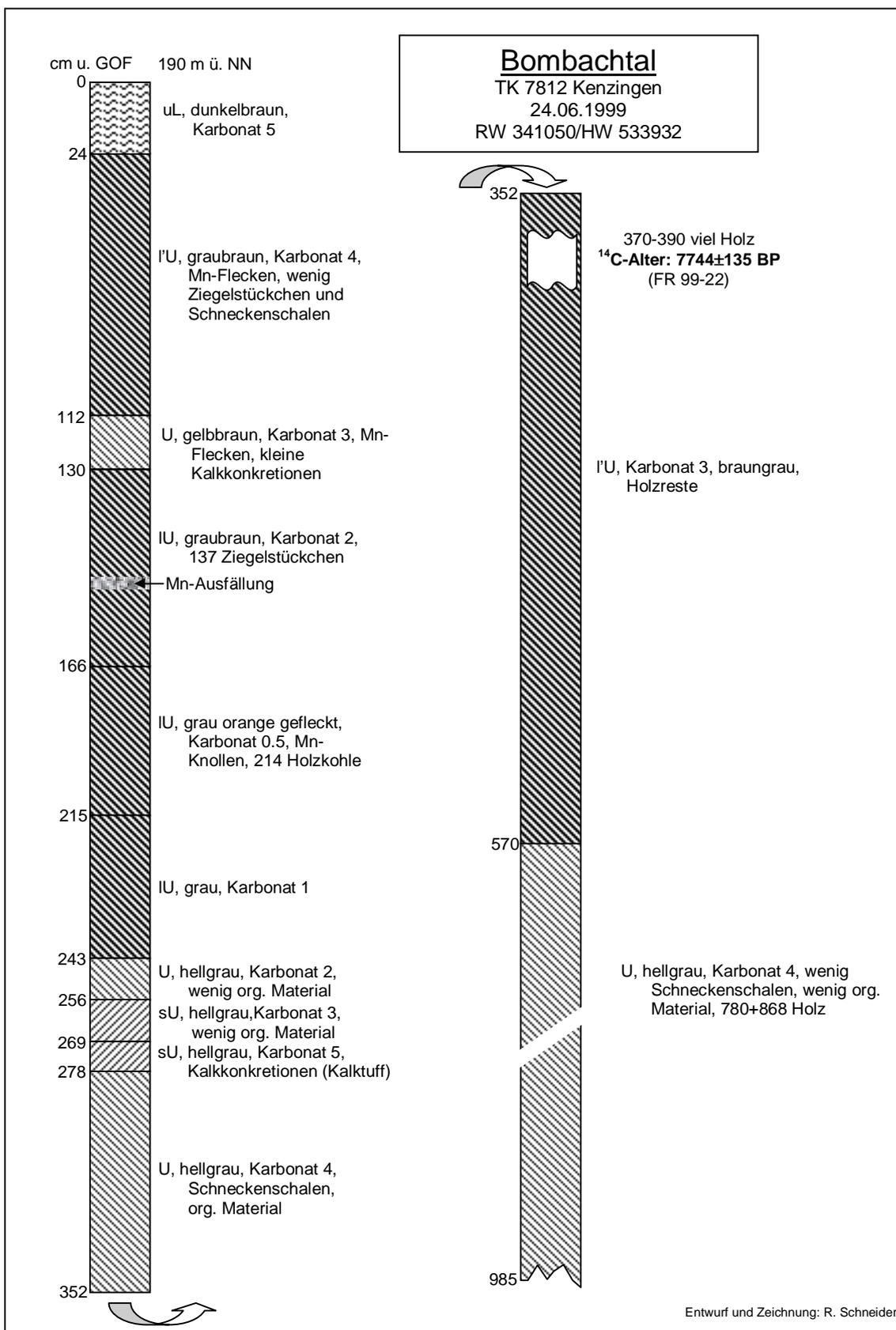


Abb. 3.26: Bohrung Bombachtal (Emmendinger Vorberge).

Bleichheimer Becken

Das Bleichheimer Becken liegt zwischen den Ettenheimer Vorbergen im Norden und den Emmendinger Vorbergen im Süden. Es handelt sich hierbei um eine knapp einen Kilometer breite und in 180 m Höhe ü. NN liegende, beckenförmige Talweitung in der Vorbergzone südöstlich von Herbolzheim. Während die Lößhügel der 250 bis 300 m hohen Vorberge um die Ortschaften Nordweil, Broggingen und Tutschfelden terrassiert und rebenbestanden sind, wird die Talweitung zwischen Bleichheim und Wagenstadt vorwiegend ackerbaulich genutzt. Ein Großteil dieses kleinen Beckens wird durch eine Vernässungszone (Ried) charakterisiert. In diesem Ried wurde zur pollenanalytischen Untersuchung eine Rammkernsonden-Bohrung durchgeführt, die im Kapitel 4 vorgestellt wird. Zwischen Bleichheim und der Vernässungszone wurde eine weitere Rammkernsonden-Bohrung zur stratigraphischen Aufnahme niedergebracht. Im Zentrum des Beckens wurde bereits 1988 organisches Material aus 490 bis 520 cm Tiefe datiert, das ein ¹⁴C-Alter von 11 100±700 BP ergab (MÄCKEL & RÖHRIG 1991).

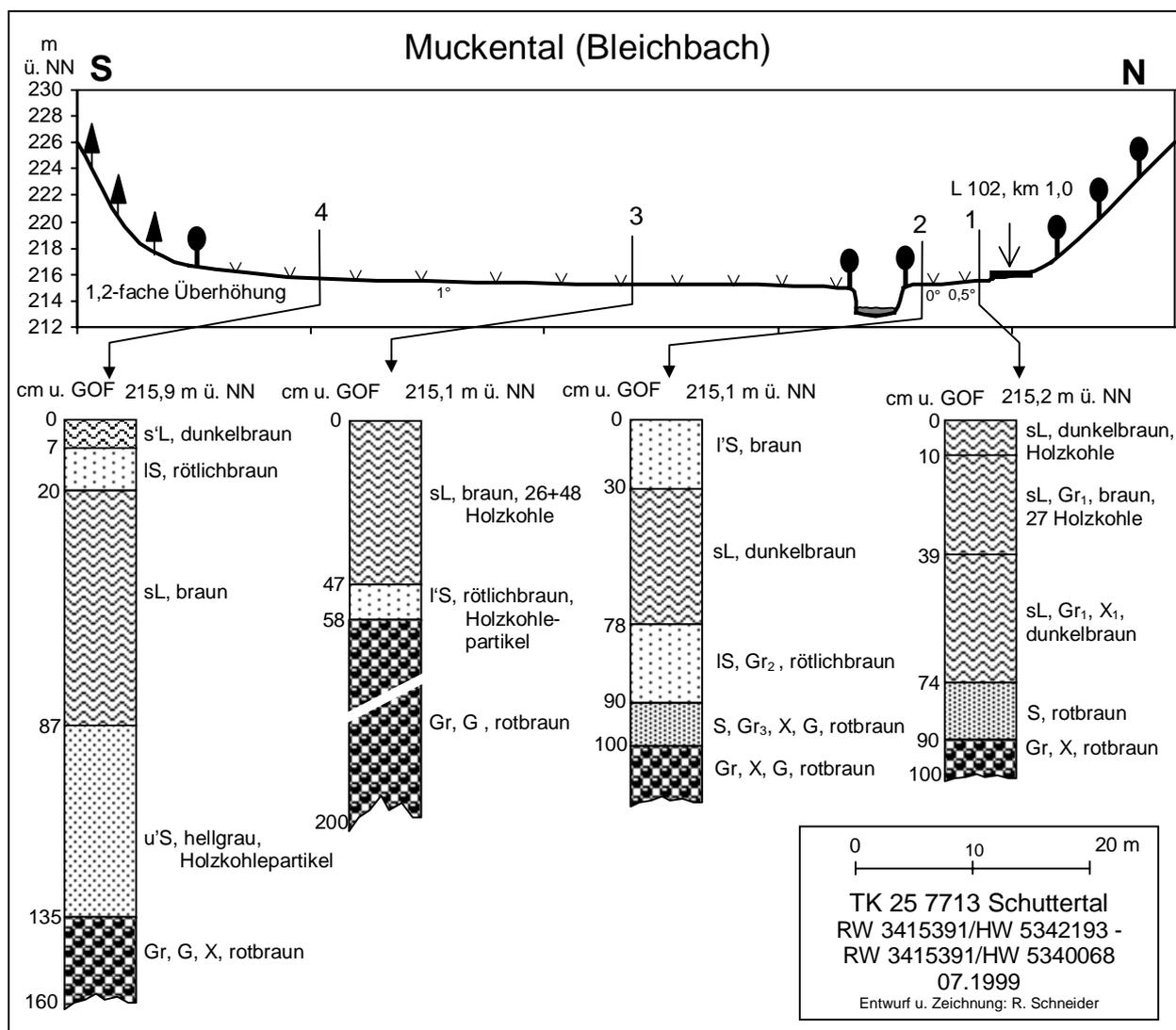


Abb. 3.27: Querprofil des Muckentals (Mittellauf des Bleichbachs im Mittleren Talschwarzwald).

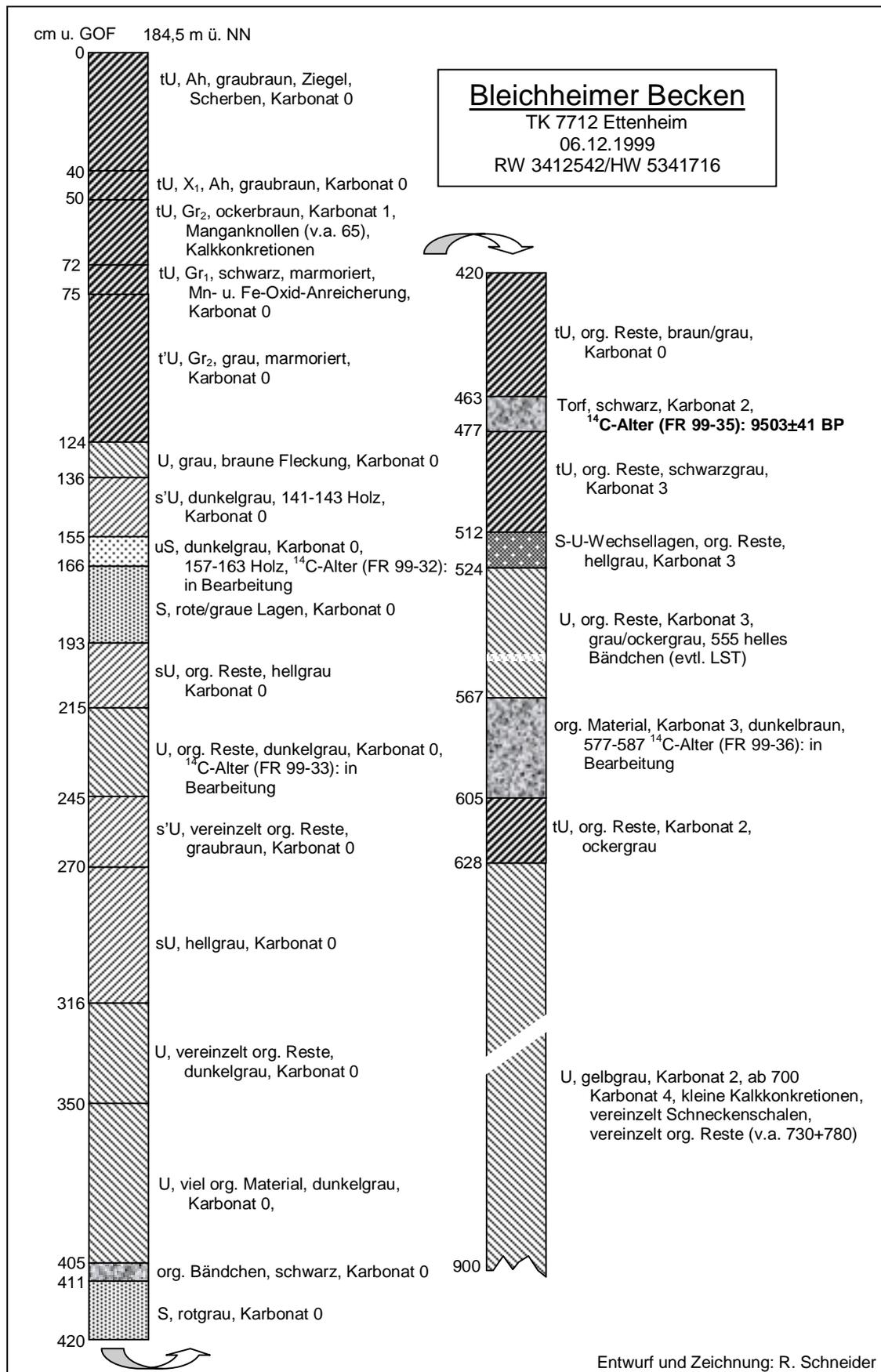


Abb. 3.28: Bohrprofil Bleichheimer Becken.

Das Quellgebiet des Bleichbachs liegt im Mittleren Talschwarzwald. Bis zum Mittellauf ist der Bleichbach in zahlreiche Zuflüsse verzweigt. Die zwei wichtigsten Oberläufe, die sich einerseits in die Ottoschwandener Buntsandsteintafel (Bleichbach), andererseits in die Lahrer Buntsandsteinberge (Bleiche) eingeschnitten haben, vereinigen sich im Muckental. Hier, im Bereich des Mittellaufs, hat der Bleichbach die Buntsandsteinlagen ausgeräumt und sich bis in den Gneis eingeschnitten. Bohrungen im Muckental (Abb. 3.27) haben vorwiegend sandige, etwa 80 cm mächtige Auenlehmlagen gezeigt, die auf eine recht grobe Sedimentfracht und häufige Hochwasser des Bleichbachs hinweisen. Zum Schutz vor Hochwasserereignissen wurde 1972 im kerbtalförmigen Abschnitt des Oberlaufs des Bleichbachs ein Hochwasserrückhaltebecken errichtet. Der 80 m lange und 16,5 m hohe Damm soll vor der Gefahr durch Spitzenabflüsse des lediglich 8,25 km² großen Einzugsgebietes im Bereich der Ottoschwandener Buntsandsteintafel bewahren. 1973 wurde im Kirnbachtal ein weiteres Hochwasserrückhaltebecken errichtet, das vor Hochwasserabflüssen aus dem 6 km² großen Einzugsgebiet schützen soll. Trotz dieser Maßnahmen kam es immer wieder zu Hochwasserschäden, die auf die Zunahme des Versiegelungsgrades und der agrarischen Nutzung der Hochflächen, auf Verstärkung des Oberflächenabflusses über das Wegenetz als auch der wegebegleitenden Gräben und auf einen rascheren Abfluß durch den Verbau sowie auf die Begradigung des Flußbetts zurückzuführen sind, so daß 1999 der Bau eines neuen Hochwasserrückhaltebeckens am Oberlauf des Bleichbachs beschlossen wurde (HÄRTLING & DRIESCH 2000). Diese großen Eingriffe in den Naturraum und auf das Hochwassergeschehen des Bleichbachs durch den Menschen belegen das lebhaft abfließende Regime mit extremen Hochwasserereignissen. Diese spiegeln sich nicht nur in der Auenlehmstratigraphie des Muckentals wider, sondern erklären auch die Wechsellagerung der Sedimente im Bereich des Bleichheimer Beckens in der Vorbergzone.

Eine bis 9 m u. GOF reichende Rammkernsonden-Bohrung ergab bis 628 cm Tiefe einen Aufbau von 24 verschiedenen Sedimentlagen (Abb. 3.28). Der häufige Wechsel von sandigen, schluffigen und organischen Lagen weist auf zahlreiche Aktivitäts- und Ruhephasen hin, die mittels ¹⁴C-Datierungen chronostratigraphisch erfaßt werden konnten. Ein Verdacht auf Anwesenheit einer Laacher-See-Tephra als weiterer Zeitmarker konnte nicht eindeutig bestätigt werden. Das helle Bändchen in 555 cm Tiefe enthält nur wenige Partikel an vulkanischem Glas und Kalifeldspat. Diese können auch eingeschwemmt oder durch Bioturbation verlagert worden sein, so daß keine stratigraphische Einordnung möglich ist (Analyse: Prof. Dr. J. KELLER, Institut für Mineralogie, Petrologie und Geochemie der Universität Freiburg, schriftliche Mitteilung vom 04.08.2000). Das Ergebnis der Analyse könnte ein Hinweis für die Bildung von Hangsedimenten im Bölling und während der Ältesten Dryas sein, da die Partikel der Laacher-See-Tephra, die im Schwemmlöß vorgefunden wurden, bereits vor 12 900 Jahren BP (ANDRES & LITT 1999) abgelagert wurden. Während Schlufflagen auf die Erosion an den lößüberkleideten Hängen der Vorberge zurückzuführen sind, weisen Sandlagen auf Akkumulation von durch den Bleichbach herangeführter Sedimentfracht hin. Die teilweise rötliche Färbung des Sandes ist mit der Herkunft aus den Buntsandsteingebieten des Mittleren Talschwarzwalds zu erklären. Sandablagerungen erfolgen durch Hochwasser und Überflutung des Beckens, so daß im Profil einige etwa 10 cm mächtige Sandlagen vorliegen. Ruhephasen, die durch stark

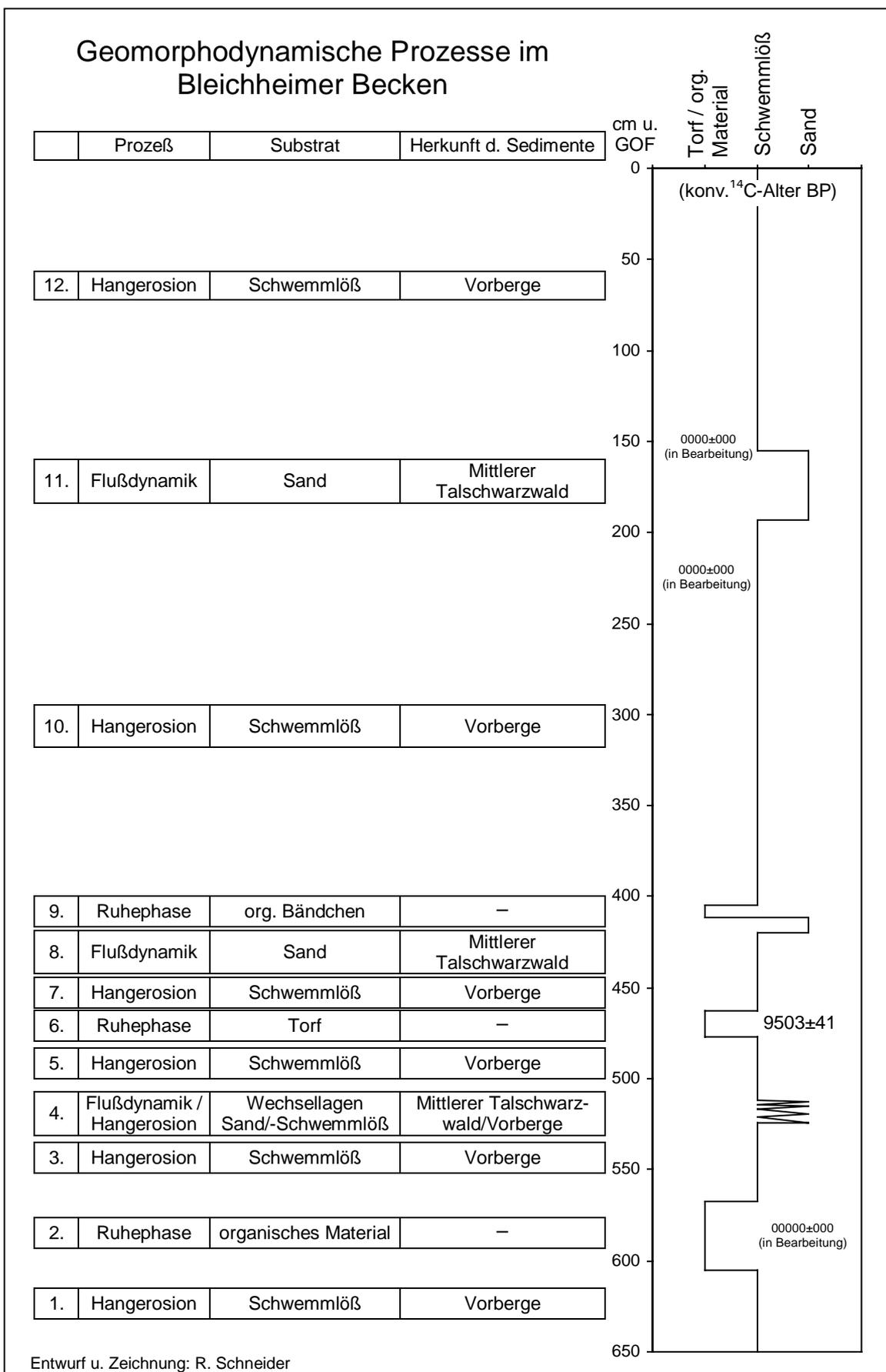


Abb. 3.29: Übersicht zu den geomorphodynamischen Prozessen im Bleichheimer Becken.

organische Lagen und vor allem durch Torfbänder angezeigt werden, werden von Perioden abgelöst, in denen vor allem schluffiges Material (Schwemmlöß) abgelagert wird. Die Ablagerungen im Bleichheimer Becken geben das Wechselspiel zwischen vorherrschender Kolluvienbildung, gelegentlich verstärkter fluvialer Dynamik (Hochwasserablagerungen) sowie geomorphologischen Ruhephasen (Torflagen) wieder.

In Abbildung 3.29 ist dieser Wechsel graphisch dargestellt. Bis 9 m Tiefe konnten 12 Phasen ausgegliedert werden. Es können drei Ruhephasen, drei Phasen mit vorherrschender Flußdynamik und sechs Phasen überwiegender Hangerosion unterschieden werden. Durch Solifluktion unter periglazialen Bedingungen wurden im Hoch- und Spätwürm mächtige Schwemmlößlagen abgelagert (Phase 1). Es folgte eine längere Ruhephase (2). Die Phasen drei bis neun zeigen einen häufigen Wechsel zwischen Ruhephase, Hangerosion und flußdynamischen Prozessen. Das ^{14}C -Datum in diesem Abschnitt (9503 ± 41 BP) belegt ein kurzzeitiges Aufeinanderfolgen von Ruhephasen und Erosionsphasen mit verstärkter Sedimentablagerung in der Jüngeren Dryas und im Präboreal, also am Übergang vom Spätglazial zum Holozän. Die Phasen 10 und 12 zeigen eine ausgesprochene Zeit der Verfüllung des Beckens mit Schwemmlöß, die von einer Phase (11) mit verstärkter Ablagerung von Flußsedimenten unterbrochen wird. Denkbar ist hier der Eintrag von sandigen Sedimenten infolge der hochmittelalterlichen Rodungen in den Buntsandsteingebieten des Mittleren Talschwarzwalds. Diese jüngsten drei Phasen weisen die erhebliche Hangerosion durch intensive Landwirtschaft in der Vorbergzone sowie durch verstärkte Rodungsaktivitäten im Mittleren Talschwarzwald nach.

Wonnental

Im Vorfeld der Vorberge haben die Schwemmfächer und Hangsedimente einen Schwemmlößsaum ausgebildet, der demjenigen des Kaiserstuhls entspricht (SCHREINER 1996). Die Erosionsarbeit und Transportkraft der Elz hat im Bereich der Emmendinger Vorberge die Bildung eines breiten Saums verhindert, so daß hier die Schwemmlößbereiche auf die trichterförmigen Talausgänge und auf einen schmalen Streifen entlang der Hänge beschränkt sind. Im Bereich der Ettenheimer und Lahrer Vorberge ist der Schwemmlößsaum mit einer Breite von 500 bis 700 m wieder gut ausgebildet.

Die Erosion von Feinmaterial an den lößüberkleideten Hängen mit anschließender Ablagerung als Schwemmlößsaum am Fuße der Vorberge und die Seitenerosionsarbeit der mäandrierenden Elz werden anhand eines Querprofils südlich des ehemaligen Klosters Wonnental ersichtlich (Abb. 3.30). Im Bereich des 220 m schmalen Streifens zwischen Elz und Steilhang der Vorberge finden sich drei Niveaus. Die Bohrung 3 im obersten Niveau am Hangfuß zeigt über 150 cm mächtige kalkhaltige Schwemmlößlagen über einer kalkfreien Sandschicht (bis über 300 cm u. GOF). Diese Sande und der bogenförmig eingeschnittene Hang zeigen, daß der Lauf der Elz hier zu einem früheren Zeitpunkt unmittelbar entlang des Hangs geflossen ist. Zwar wurde in den Sedimenten kein datierbares Material gefunden, aber die geringe Entkalkung des Schwemmlösses weist auf eine relativ junge und heute noch fortschreitende Ablagerung hin. Das Feinmaterial wird von den reb- und obstbestandenen Lößterrassen abgespült und als Kolluvium am Hangfuß wieder abgelagert. Das mittlere Niveau (Bohrung 2) wird von einer 100 cm mächtigen Schwemmlößlage auf schluffigem

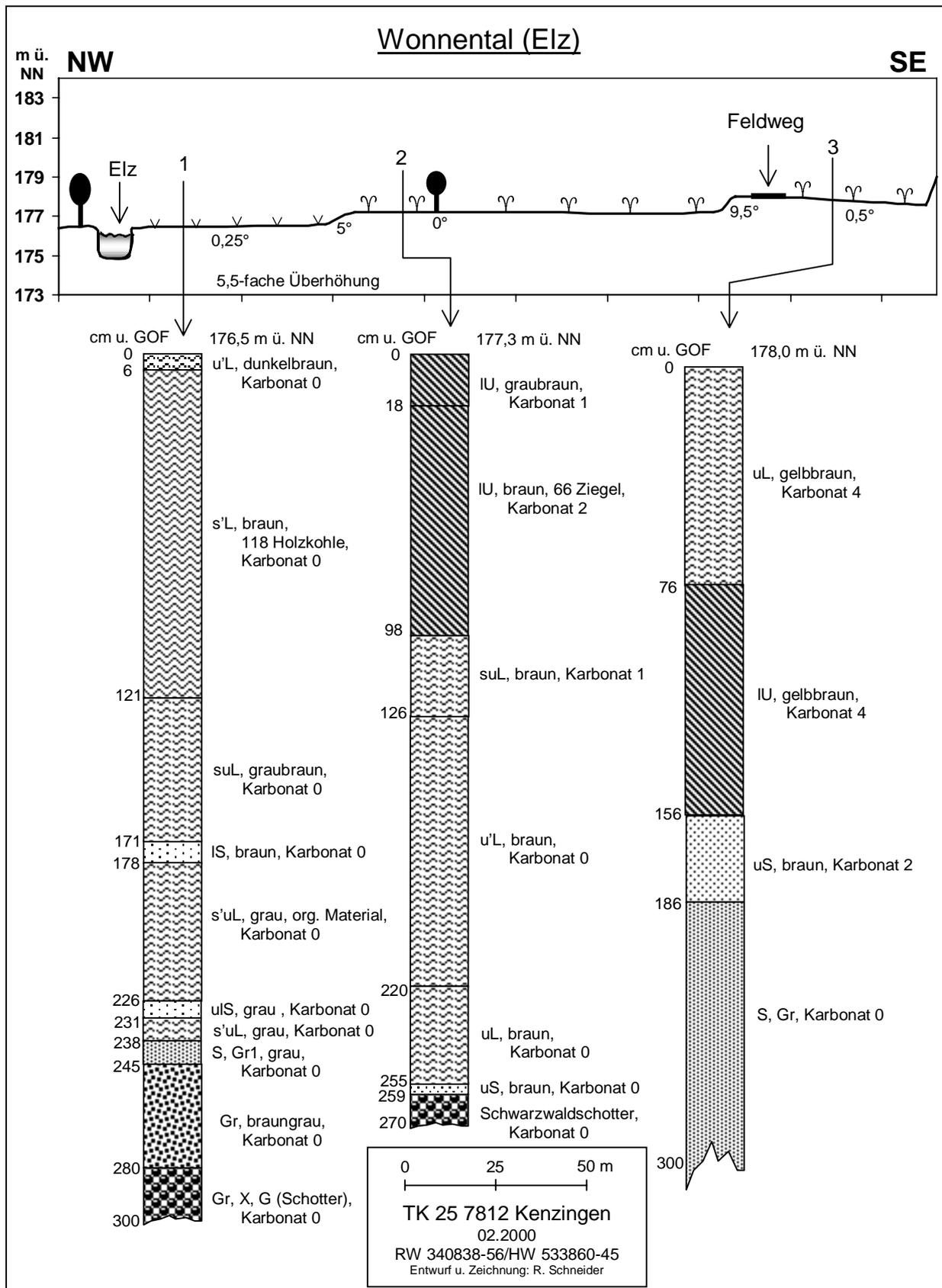


Abb. 3.30: Profil vom Hangfuß der Emmendinger Vorberge bis zur Elz bei Wonnental.

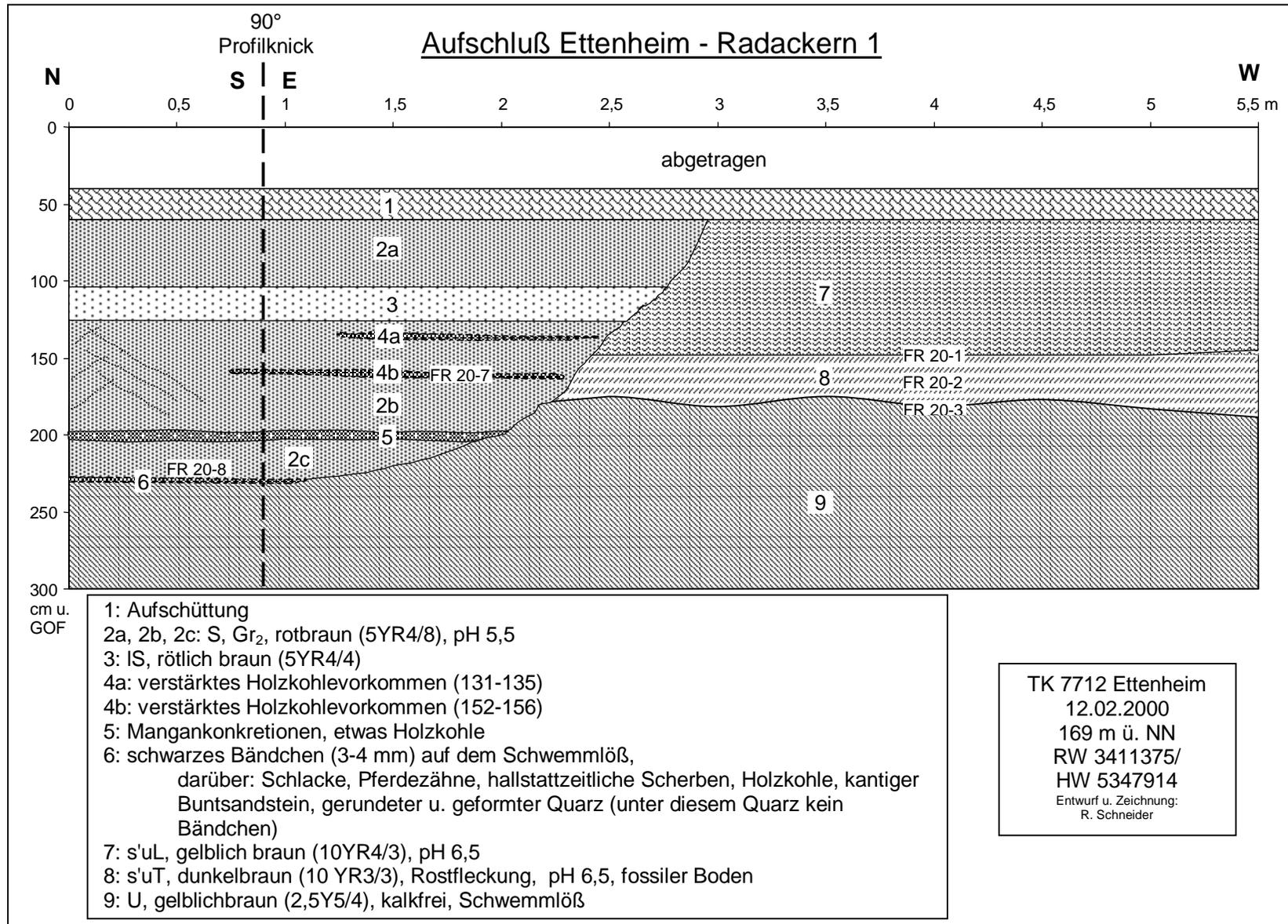
Auenlehm (bis 255 cm u. GOF) und Schwarzwaldschottern im Liegenden (ab 260 cm u. GOF) aufgebaut. Hier ist bei 100 cm u. GOF ein Übergang von der Auenlehmablagerung zur Schwemmlößbildung festzustellen. Das unterste Niveau bildet die heutige Elzaue. Über den Schwarzwaldschottern (ab 280 cm u. GOF) folgen Grus und Sandlagen und fast bis zur Geländeoberfläche über 230 cm Auenlehm. Lediglich die obersten 5 bis 10 cm weisen einen starken schluffigen Anteil auf. Seit der Wassermengenregulierung bei Riegel durch die Fertigstellung des Leopoldskanals im 19. Jahrhundert können hier keine großen Hochwasser mehr auftreten, da das Einzugsgebiet zwischen Riegel und dem Kloster Wonntal hierfür zu klein ist. Dadurch ist die fluviale Geomorphodynamik in diesem Bereich stark eingeschränkt. Dies erklärt auch den Übergang von der Auenlehm- zur Schwemmlößablagerung im Sedimentaufbau des mittleren Niveaus (Bohrung 2). Seit der Regulierung finden keine großen Hochwasser mehr statt, die dieses ackerbaulich genutzte Niveau erfassen könnten, so daß hier kein Auenlehm mehr abgelagert werden kann und diese Terrasse von Schwemmlöß überdeckt wird. Infolge der Hochwassersicherheit kann dieses Niveau heute ackerbaulich genutzt werden. Die Sedimente des untersten Niveaus hingegen zeigen, daß sie hin und wieder noch von der Ablagerung von Auenlehm betroffen sind. Infolge des hohen Grundwasserstands und der gelegentlichen Überflutung bei Starkregen herrscht in der rezenten Aue Wiesennutzung vor.

Ettenheim - Radackern

Aufnahmen zur Stratigraphie des Ettenbach-Schwemmfächers konnten im Neubaugebiet westlich von Ettenheim auf der Gemarkung Radackern durchgeführt werden. Die obersten 60 cm der flach nach Westen geneigten Oberfläche wurden abgetragen und zu Bauzwecken mit ortsfremdem Material eingeebnet. Die Aufschlußsituation in einer Baugrube ermöglichte die Aufnahme von zwei parallelen Nord-Süd- und einem Ost-West-Profil (Abb. 3.31 u. Abb. 3.32). Auf dem bis 300 cm u. GOF aufgeschlossenen kalkfreien Schwemmlöß konnte ein 30 bis 50 cm mächtiger, toniger und dunkelbrauner fossiler Bodenhorizont, der wiederum von 50 bis 80 cm schluffigem Auenlehm überlagert ist, identifiziert werden (Photo 9 im Anhang). Beim fossilen Boden handelt es sich um eine Feuchtschwarzerde (FSE, s. Kap. 3.5.3), die auf dem Schwemmlößfächer am Ausgang des Ettenbachtals entstanden ist. Der hohe Gehalt an organischem Kohlenstoff von 4,8 bis 5 % (s. Anhang) ermöglichte eine Beprobung zur ¹⁴C-Datierung (in Bearbeitung), die eine genaue zeitliche Einordnung der Bodenbildungsphase erlauben wird.

In diesen Sedimenten des Schwemmfächers sind zwei mit rötlichem Sand und Lehm verfüllte und bis 180 bzw. 200 cm u. GOF reichende Rinnen vorhanden, die die Baugrube bogenförmig durchziehen. Die Ablagerungen in diesen Rinnen weisen holzkohleführende Lagen und Kreuzschichtung auf. Durch Scherbenfunde an der Basis der Rinne im Aufschluß Ettenheim-Radackern 1 (Abb. 3.31) kann der Beginn der Verfüllung in die Hallstattzeit gestellt werden (mündl. Mitteilung von Dr. J. KLUG-TREPPE, Landesdenkmalamt Freiburg). Entsprechend muß früher, also zu Beginn der Bronzezeit, eine Einschneidungsphase stattgefunden haben. Die vorwiegend roten Sande der Verfüllung weisen auf eine Herkunft aus dem Buntsandsteingebiet des Mittleren Talschwarzwalds hin, in das sich der Oberlauf des Ettenbachs und seine Nebenflüsse tief eingeschnitten haben. Die Kreuzschichtung der

Abb. 3.31: Aufschluß Ettenheim - Radackern 1 auf dem Schwemmfächer des Ettenbachs.



Sedimente und die Holzkohlelagen zeigen, daß diese Rinnen noch mehrmals bei Hochwasser reaktiviert und mit fluvial antransportiertem Material verfüllt wurden. Die ^{14}C -Datierungen an der Basis und im zentralen Bereich der Rinnenfüllungen werden eine präzise zeitliche Einordnung der geomorphodynamischen Prozesse ermöglichen.

Der Aufbau des Schwemmfächers des Ettenbachs kann aufgrund der guten Aufschlußsituation in verschiedene Bildungsphasen eingeteilt werden, die durch die stratigraphische Zuordnung und durch Scherbenfunde zeitlich eingeordnet werden können. Bis zur Bildung der Feuchtschwarzerde im Boreal und Atlantikum (vgl. Kap. 3.5.3) wurde im Vorfeld der Ettenheimer Vorberge Schwemmlöß abgelagert. Dies zeigt eine rege Erosionstätigkeit an den Hängen des Lößhügellandes der Vorberge im Spät- und Postglazial. Die anschließende geomorphodynamische Ruhephase mit Bodenbildung reicht bis in das Atlantikum. Die Bodenbildung wurde durch eine dichte Vegetationsbedeckung mit geringer Erosionstätigkeit ermöglicht. Noch im Atlantikum beginnt die Überlagerung des Bodens mit schluffig-lehmigem Material, also mit durch den Ettenbach aufsedimentiertem Material, das vorwiegend aus den Lößgebieten der Vorberge, aber auch aus den Buntsandsteingebieten des Schwarzwalds stammt. In diese Sedimente des Schwemmfächers haben sich in der frühen Bronzezeit verschiedene Fließrinnen des Ettenbachs eingeschnitten. Dies ist einerseits mit dem wärmeren und feuchteren Klima des Atlantikums zu begründen, andererseits haben sich die ersten Rodungstätigkeiten im Neolithikum auf das Abflußregime der Elzzuflüsse ausgewirkt. Die Reduzierung der Vegetationsbedeckung führte zu einem stärkeren Oberflächenabfluß und zu einer höheren Frequenz der Hochwasser, was eine vermehrte Sedimentation von sandigem Lehm auf dem Schwemmfächer zur Folge hatte. In einer Phase verstärkter Einschneidung in der frühen Bronzezeit erfolgte die Entstehung verschiedener Rinnen auf dem Schwemmfächer durch Flußlaufverlagerungen. Frühestens seit der Hallstattzeit wurden in diesen Rinnen bei Hochwasser immer wieder sandige Schichten abgelagert, bis sie der Geländeoberfläche angeglichen wurden. Durch die Gewässerausbaumaßnahmen des 19. und 20. Jahrhunderts ist die fluviale Geomorphodynamik weitgehend blockiert.

Zusammenfassung

In der Emmendinger Vorbergzone deuten die bis über 10 m mächtigen Kolluvien auf eine sehr starke geomorphodynamische Aktivität hin. In allen Bohrprofilen kamen Lagen mit starker Anreicherung an organischem Material oder Holzkohle vor, deren ^{14}C -Datierung eine Rekonstruktion von Ruhephasen bzw. Phasen stärkerer Aktivität in diesen Tälern ermöglicht (Kap. 3.5.4). In Abbildung 3.33 sind die in den Bohrkernen identifizierten Lagen mit hohem Anteil an organischem Material oder Holzkohle in Abhängigkeit der Fundtiefe mit Angabe der ^{14}C -Daten dargestellt.

Die Lößtäler der Vorbergzone wurden bereits im Spätglazial mit Schwemmlöß verfüllt. Das heutige Großrelief muß also entweder von einer alten Oberflächenform vererbt oder bereits bei der Lössanwehung durch intensive Erosion unter periglazialen Bedingungen angelegt worden sein. Eine holozäne Erosionsphase und anschließende Verfüllung mit Schwemmlöß wie in den Lößsohlentälern des Kaiserstuhls (MÄCKEL & FRIEDMANN 1999) hat in den Lahr-Emmendinger-Vorbergen nicht stattgefunden. Geomorphodynamische Ruhephasen belegen die Torflagen im Bleichheimer Becken für das Präboreal und die Kalkkrustenbildung für das

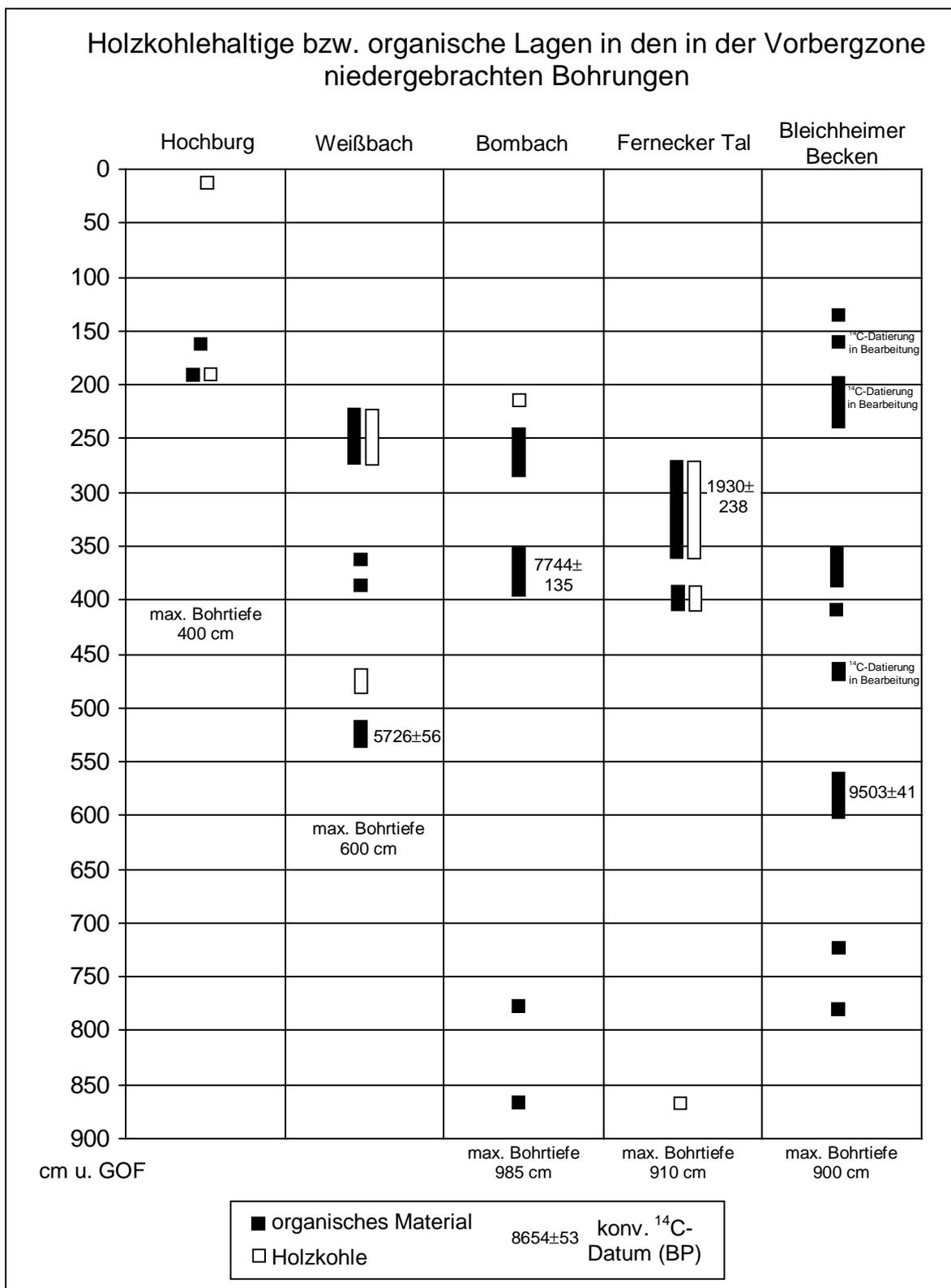


Abb. 3.33: Überblick über die holzkohlehaltigen bzw. organischen Lagen und deren ¹⁴C-Alter in den Sedimenten der Vorberge.

Atlantikum. In dieser Zeit konnten sich die Schwarzerden auf dem Löß bzw. Schwemmlöß im Vorfeld der Vorberge und des Kaiserstuhls entwickeln. Das Boreal scheint innerhalb der Vorberge von kräftiger Flächenspülung und Schwemmlößbildung geprägt zu sein.

Die Kalktuffablagerungen haben sich vor allem im frühen Atlantikum flächenhaft gebildet. Am Übergang vom Atlantikum zum Subboreal ist die Bildung des auffälligen Horizonts abgeschlossen, so daß dieser als Zeitmarker in der Vorbergzone genutzt werden kann, wo der Muschelkalk das Anstehende bildet.

Mit der Besiedlung, Rodung und landwirtschaftlichen Nutzung des Naturraums im frühen Neolithikum beginnt eine intensive Erosionsphase, die bis heute anhält. Vor allem für die Römerzeit konnte eine intensive Schwemmlößbildung belegt werden.

3.5.3 Fossile Böden in den Lößgebieten

Mehrere Dezimeter mächtige fossile Böden konnten in 130 bis 160 cm Tiefe u. GOF in den Lößbereichen des Oberrheintieflands aufgenommen werden (Photo 8 u. 9 im Anhang). In der Freiburger Bucht (Vörstetten) und am nördlichen Kaiserstuhlrand (Endingen) handelt es sich um schwarzerdeähnliche Böden, die über Löß bzw. Schwemmlöß in einem relativ trockenen Milieu entstanden sind.

Auf dem Schwemmfächer des Ettenbachs (Ettenheim-Radackern) in den Lahr-Emmendinger Vorbergen sowie auf der Niederterrasse des Rheins bei Rust (Abb. 3.44) wurden stark tonige Feuchtschwarzerden (FSE) angetroffen. Diese sind in feuchten Überschwemmungsbereichen der Elz und ihrer Nebenflüsse sowie in der Talrandrinne entlang der Fußzone der Vorberge entstanden. Innerhalb der Täler der Vorberge wurden sie hingegen nicht angetroffen.

Die Korngrößenanalysen (s. Anhang) der aus diesen fossilen Schwarzerden stammenden Proben weisen Schluff als Hauptkomponente und einen 30 bis 40 %-igen Tonanteil auf. Der Gehalt an organischem Kohlenstoff beträgt bei allen fossilen Böden über 4,8 %.

Als Leithorizont sind die fossilen Schwarzerden von besonderer Bedeutung, da die Vorkommen nicht auf das Oberrheintiefland beschränkt sind, sondern in zahlreichen Auenlandschaften (z.B. Lahn, Main, Donau, Isar, Enz) vorkommen und dadurch einen Vergleich der Landschaftsgeschichte in verschiedenen Naturräumen ermöglichen (HAGEDORN et al. 1993). Zur Korrelation dieser Schwarzerden ist eine genaue zeitliche Einordnung notwendig, die durch die ¹⁴C-Datierungen der humusreichen Feuchtschwarzerde von Ettenheim-Radackern für das Oberrheintiefland vorliegen wird. Nach SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1998) erfolgte die Bildung der Schwarzerden in Mitteleuropa vor allem im Präboreal und Boreal unter Waldsteppen bei kontinentalen Klimaverhältnissen. BORK et al. (1998) sehen allgemein im Altholozän in kontinuierlich bewaldeten Regionen Mitteleuropas eine intensive Bodenbildungsphase und die Entstehung von Feuchtschwarzerden in Lößgebieten sowie an nicht vermoorten Auenstandorten. Während MÄCKEL (1969) in der Gießener Talweitung (Lahn) den Entstehungszeitraum der FSE vom Ende des Präboreals bis in das Atlantikum eingrenzt, schließt WALDMANN (1989) anhand der Lagerungsverhältnisse, der Molluskelfauna und des Pollenspektrums eines untersuchten fossilen Bodens der nördlichen Oberrheinebene (zwischen Wallstadt und Viernheim) auf eine Bodenbildungsphase vom Alleröd bis in das Präboreal. Neue Untersuchungen an der mittleren Lahn (URZ 1995), in der Hessischen Senke (WUNDERLICH 1998) und im Amöneburger Becken (RITTWEGER 2000) bestätigen die zeitliche Einordnung (Ende Präboreal bis Atlantikum) von MÄCKEL (1969).

Durch die Beprobung des fossilen Bodens für ^{14}C -Datierungen (in Bearbeitung) an den Aufschlüssen Ettenheim-Radackern und Rust wird die präzise Eingrenzung der Bodenbildungsphase für das Untersuchungsgebiet möglich sein. Die stratigraphischen Aufnahmen und die Scherbenfunde zeigen, daß die schwarzerdeähnlichen Böden zu Beginn des Neolithikums noch großflächig vorhanden waren. Mit der Zunahme der menschlichen Eingriffe in die Vegetationsbedeckung im Zuge der ‚Neolithischen Revolution‘ und dem feuchteren und kühleren Klima zu Beginn des Subboreals trat eine verstärkte Erosionstätigkeit ein, die eine Abtragung des Bodens bzw. eine Überdeckung mit Auensedimenten zur Folge hatte. Dies zeigen die zur Wauwiler Gruppe gehörenden Scherben in den Überresten des fossilen Bodens bei Vörstetten und Endingen, die in Senken und Gruben erhalten blieben. Auch SEMMEL (2000) konnte den Beginn der Degradation der FSE im Neolithikum feststellen. Bei Ettenheim erfolgte keine Abtragung des Bodens, sondern eine Überdeckung mit Auenlehm aufgrund der erhöhten Lage auf dem Schwemmfächer des Ettenbachs. Eine Einschneidung durch die Fließgewässer trat erst später ein und reichte bis zum Schwemmlöß im Liegenden. Bereits in der Hallstattzeit wurden diese Rinnen jedoch wieder aufsedimentiert. Durch die Überkleidung mit schluffigem Auenlehm wurde die FSE auf dem Schwemmfächer des Ettenbachs vor flächenhafter Erosion geschützt, so daß sie in etwa 150 cm u. GOF erhalten ist. Im Kaiserstuhlvorland und in der Freiburger Bucht ist sie nur noch in Resten vorhanden.

3.5.4 Phasen der Hangsedimentbildung in den Lößgebieten

In den Lößgebieten der Lahr-Emmendinger Vorberge und des nördlichen Kaiserstuhls können als Ergebnis der Arbeiten zum DFG-Schwerpunktprogramm ‚Wandel der Geo-Biosphäre in den letzten 15 000 Jahren‘ acht Phasen der Kolluvienbildung unterschieden werden (Tab. 3.1) (SCHNEIDER et al. 2000). Die Verlagerung von Löß durch Spüldenudation und die Wiederablagerung als Schwemmlöß in der Hangfußzone erfolgte bereits im Paläolithikum und Mesolithikum (Phase 1). Die Aufschlüsse und Bohrprofile in Endingen, im Bleichheimer Becken und im Bombachtal zeigen, daß ausreichend Erosionsleistung unter natürlichen Bedingungen ohne menschliches Einwirken in den Naturraum und somit auf die Vegetationsdecke vorhanden sein kann, um eine erste, natürliche Phase der Hangsedimentbildung auszulösen. In Endingen wurde vom Ende des Würmglazials bis zum Atlantikum eine 70 cm mächtige Schwemmlößschicht abgelagert, in den Lößtälern der Emmendinger Vorbergen sogar mehrere Meter. Zwar zeigen die mächtigen Talverfüllungen der Emmendinger Vorberge keine deutliche Schichtung, trotzdem ist in dieser ersten Phase nicht von einer kontinuierlichen Sedimentation auszugehen. Im Spätglazial wurden mit einer ersten Klimaerwärmung verstärkte Fließprozesse an den Hängen ausgelöst. Zudem schützte die parkähnliche Vegetationsbedeckung nur wenig vor Erosion. Nicht überall waren die Erosions- und Akkumulationsprozesse gleich stark. Im Bleichheimer Becken konnte zum Beispiel in der Jüngeren Dryas Torf aufwachsen, in den anderen Lößtälern der Vorberge konnte hingegen für diese Zeit keine Ruhephase nachgewiesen werden. Mit der Klimaerwärmung im Präboreal und Boreal verdichteten sich die haselreichen Birken-Kiefernwälder, so daß es zu einer Verringerung der Abtragung kam. Diese geomorphodynamische Ruhephase, die vom Präboreal bis in das Atlantikum reicht, wird durch die Bildung von Schwarzerden angezeigt. Daß die Schwemmlößbildung jedoch nicht

Tab. 3.1: Jungquartäre Phasen der Hangsedimentbildung (Schwemmlöß) in den Lößgebieten (nach SCHNEIDER et al. 2000, ergänzt).

Phase	Kulturperiode	Lokalität	Proben- bzw. Fundtiefe (cm u. GOF)	Datierung durch
1	Paläolithikum und Mesolithikum	Nördlicher Kaiserstuhl (Endingen)	230-280	¹⁴ C
		Lahr-Emmendinger Vorberge (Bleichheimer Becken)	490-520	¹⁴ C
		Lahr-Emmendinger Vorberge (Bombachtal)	370-390	¹⁴ C
2	Neolithikum	Nördlicher Kaiserstuhl (Endingen)	160	Scherbe
		Lahr-Emmendinger Vorberge (Weißbachtal)	520-533	¹⁴ C
3	Urnenfelderkultur	Forchheimer Platte (Wyhl-Schorpfad)	180-240	Artefakte
4	Hallstattzeit	Kaiserstuhl (Ellenbuchtal)	266	¹⁴ C
		Kaiserstuhl (Spührenloch)	690-717	¹⁴ C
5	Latènezeit	Kaiserstuhl (Spührenloch)	656-665	¹⁴ C
6	Römerzeit	Lahr-Emmendinger Vorberge (Ferneckertal)	290	¹⁴ C
		Kaiserstuhl (Spührenloch)	400	Scherbe
7	Frühmittelalter	Südlicher Kaiserstuhl (Ihringen)	185	¹⁴ C
8	Hochmittelalter	Südlicher Kaiserstuhl (Ihringen)	160	¹⁴ C

gänzlich unterbunden wurde, zeigt der hohe Schluffanteil, den diese Böden aufweisen (Kap. 3.5.3). Im Neolithikum konnte im Weißbachtal (Lahr-Emmendinger Vorberge) und am nördlichen Kaiserstuhland eine erste Kolluvienbildung (Phase 2) nachgewiesen werden. Auch zu dieser Zeit ist noch mit vergleichsweise geringen menschlichen Eingriffen in den Naturraum zu rechnen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß mit dem Selbsthaftwerden des Menschen und dem beginnenden Ackerbau bei geringer Besiedlungsdichte insbesondere im Umfeld von Siedlungen die ersten anthropogenen Veränderungen der Landschaft verursacht wurden. Während für die Bronzezeit in der südlichen Freiburger Bucht (ZOLLINGER 1990) und im Markgräfler Hügelland (MÄCKEL & RÖHRIG 1991) die Entstehung von Kolluvien nachgewiesen werden konnte, sind nördlich der Freiburger Bucht für diesen Zeitraum bislang keine entsprechenden Prozesse belegt worden. Erst mit der Urnenfelderkultur (Phase 3) setzte sich die Kolluvienbildung fort und machte sich besonders in der vorrömischen Eisenzeit, der Hallstatt- und Latènezeit (Phase 4 und 5), bemerkbar. Im Ferneckertal und im Spührenloch erfolgte seit der Römerzeit (Phase 6) eine drei bzw. vier Meter mächtige Akkumulation von Kolluvium. Bei Ihringen am südlichen Kaiserstuhlandrand wurde sowohl für das Frühmittelalter (Phase 7) als auch das Hochmittelalter (Phase 8) eine verstärkte Kolluvienbildung erkannt (MÄCKEL & FRIEDMANN 1999).

In den Lößgebieten der Vorbergzone und des Kaiserstuhlandrands konnte die Hangsedimentbildung durch Bohrungen und Aufschlüsse in Baugruben seit dem Ende des Würm-Hochglazials belegt werden. Auf den lößüberkleideten Hängen wurde bereits zu dieser Zeit so

viel Feinmaterial durch Spüldenudation auch ohne Einwirkung des Menschen auf die Vegetationsbedeckung oder Bodenbeschaffenheit abgetragen, daß es in den Hangfußzonen zu Schwemmlößablagerungen kam. Die Entstehung der Hangsedimente und Kolluvien darf in den Lößgebieten nicht nur mit anthropogenen Einwirkungen auf die Bodenoberfläche verknüpft werden, sondern muß auch eine natürliche Bildung miteinschließen. Bereits im Neolithikum kann jedoch mit dem Selbstwerden des Menschen, dem Beginn des Ackerbaus und der Tierhaltung eine lokal verstärkte Kolluvienbildung in den Lößgebieten auf anthropogene Einflüsse zurückgeführt werden. Als Phasen besonders intensiver Kolluvienablagerung haben sich die Hallstatt-, Latène- und Römerzeit erwiesen. Zu einer Klimaverschlechterung (feuchter und kühler) in der vorrömischen Eisenzeit kamen zunehmende Eingriffe des Menschen in den Naturraum. Mit dem steigenden Bevölkerungswachstum vermehrten sich die Siedlungen, und die ackerbaulich genutzten Flächen mußten auf Kosten der Waldgebiete vergrößert werden. Ein erheblicher Holzbedarf für Bau- und Feuerzwecke sowie für den Bergbau führte ebenfalls zu einer verstärkten Entwaldung. Diese Verringerung der Vegetationsbedeckung begünstigte eine erhöhte Erosion an den Hängen, die zudem durch den Einsatz verbesserter Geräte zur Bodenbearbeitung verstärkt wurde. Die hierdurch entstandenen Kolluvien können den Phasen 4 und 5 zugeordnet werden. Die 6. Phase der Kolluvienbildung steht mit den umfassenden Eingriffen des Menschen in das Geoökosystem durch Straßenbau, intensive Landwirtschaft, Siedlungsausbau und Bergbau zur Römerzeit in Verbindung. Die im Mittelalter gebildeten Kolluvien (Phasen 7 und 8) weisen zahlreiche Holzkohlebänder und große Mächtigkeiten auf. Für die frühe Bronzezeit und für die Alamannenzeit (4. bis 6. Jh. n. Chr.) konnte im Untersuchungsgebiet keine Kolluvienbildung nachgewiesen werden. Vom Rückzug der Römer bis in das Frühe Mittelalter haben demnach nur geringfügige Abtragungs- und Akkumulationsprozesse stattgefunden. Dies ist auf die Verringerung der Bevölkerungsdichte und der landwirtschaftlichen Nutzfläche in der Völkerwanderungszeit zurückzuführen.

3.6 Die Elz in der Straßburg-Offenburger Rheinebene

Wie die Elz, so durchquert auch die Dreisam die Freiburger Bucht in einem von hohen Hochwasserschutzwällen eingezwängten, kanalisierten und begradigten Flußbett. Bei Riegel fließen sie zusammen und werden über den im 19. Jahrhundert erbauten und 12,4 km langen Leopoldskanal direkt zum Rhein geleitet. Eine konstant gehaltene Wassermenge wird jedoch bei Riegel in die Alte Elz geleitet, die nach einem teilweise mäandrierenden, teilweise begradigten Verlauf heute bei Nonnenweier in den Rhein mündet. Der in nordwestlicher Richtung verlaufende Leopoldskanal durchquert den Nordosten der Forchheimer Niederterrassenplatte, während die Alte Elz südlich von Kenzingen bereits in die Elzniederung, einer 20 km langen Schwemmschotterebene, gelangt. Hier wechseln sich Mäanderschlingen und kanalisierte Abschnitte ab, bis nördlich von Kappel die Rheinaue erreicht wird.

3.6.1 Die Forchheimer Platte

Die Forchheimer Platte wird vom Kaiserstuhl im Süden, von der Wyhler Niederung im Westen und von der Elzniederung im Nordosten eingerahmt (Abb. 3.34). Nach der Geologischen Karte (1 : 50 000, Blatt Freiburg i. Br. und Umgebung, 1996) liegen vom Kaiserstuhlnordrand bis nördlich des Leopoldskanals würmzeitliche Rheinschotter vor, die im Dreieck Riegel, Rheinhausen und nahezu bis Sasbach von einer Lößauflage bedeckt sind. Eine Unterbrechung der Lößlage ist im Bereich des Leopoldskanals festzustellen. Dieser insgesamt eben erscheinende Naturraum wird von weitläufigen und flachen Kuppen, Mulden und Rinnen geprägt. Die Entstehung der geschlossen erscheinenden Mulden sowie der Kuppen mit Höhenunterschieden von 1 bis 3 m wird von SCHREINER (1958, 1996) durch Ausblasung und Anwehung von sandigem Material im Spätglazial erklärt. LAIS (1934) geht davon aus, daß die Reliefformung auf der Forchheimer Platte noch vor dem Neolithikum abgeschlossen war, beschreibt aber den Verlauf einer Hochwasserrinne der Elz, die durch den Muhrmattengraben führte und letztmals im Jahre 1778 reaktiviert wurde und deren Verlauf noch auf der ‚Rheingränzcarte‘ (1828) eingezeichnet ist. Daß diese Hochwasserrinne nur selten überflutet wurde, erschließt sich aus der aus dem Jahre 1827 stammenden ‚Topographischen Charte von Schwaben‘ (Blatt 28), auf der diese Rinne trotz genauer Kartierung nicht dargestellt ist. Der geplante Verlauf des ‚Noth-Canal-Projects‘ (Leopoldskanal) hingegen ist bereits skizziert. Der Muhrmattengraben sammelt heute von Endingen bis westlich von Forchheim als künstlicher Abfluß das Wasser einiger kleiner Kaiserstuhltäler (v.a. Erletal südl. von Endingen) auf und wird durch die feuchte Rinne der ‚Muhrmatten‘ geführt, die südlich von Weisweil in den Mühlenbach mündet. STÖCKL (1992) und RÖHRIG (1997) rekonstruierten anhand der Isohypsen eine zweite Hochwasserrinne der Elz nördlich von Forchheim zwischen Lindenbrunnenbuck und Hardererbuck. Diese Rinne soll ebenfalls durch das Hochwasser von 1778 reaktiviert worden sein. Es muß also davon ausgegangen werden, daß vor der Kanalisation der Fließgewässer durch den Leopoldskanal (Fertigstellung 1884) die Elz bei Hochwasser die breiten Rinnen auf der Forchheimer Platte zur Entwässerung in den Rhein genutzt hat. Auffällig ist eine hohe Dichte an bandkeramischen und mittelneolithischen Funden entlang dieser Rinne, die nicht sicher auf ein Fließgewässer, jedoch aber zur Wasserversorgung der Siedler auf die

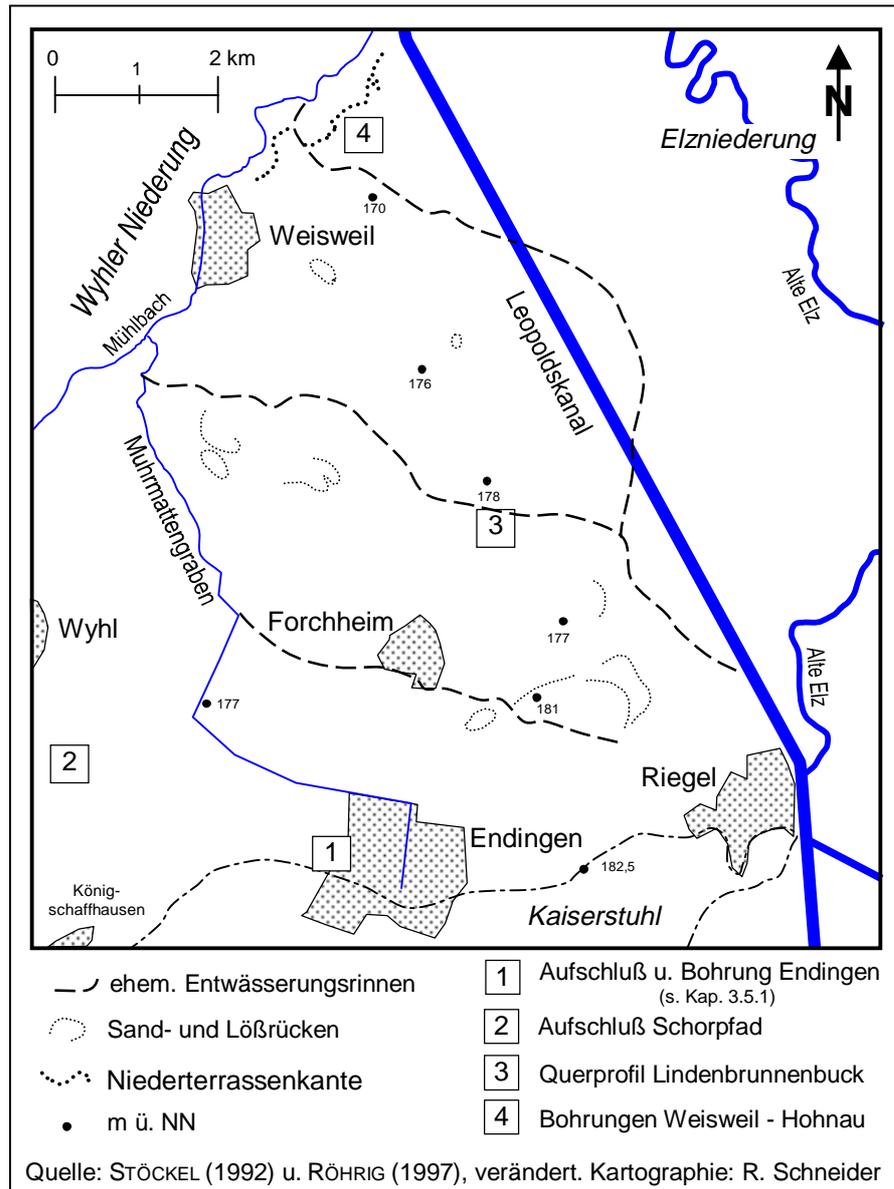


Abb. 3.34: Karte zu den Untersuchungen auf der Forchheimer Platte.

Nähe zum Grundwasser zurückzuführen ist (STÖCKL 1992). Entsprechend zum Durchbruch von Kinzig und Murg zum Rhein im Atlantikum (BUSCH & EWALD 1989) ist es denkbar, daß die Elz aufgrund der höheren Niederschläge und der hieraus resultierenden Wassermengen in der Lage war, einen direkten Abfluß über die Forchheimer Platte zum Rhein zu erodieren. Es kann also davon ausgegangen werden, daß diese Rinnensysteme auf der Forchheimer Platte im Neolithikum entweder noch aktive Elzläufe oder zumindest feuchte Bereiche darstellten, die bis in die Neuzeit immer wieder bei Hochwasser als Abflurrinnen reaktiviert wurden.

Lindenbrunnenbuck

Ein Querprofil durch eine Rinne südlich des Lindenbrunnenbucks gibt nähere Hinweise zur fluvialen Reliefformung in diesem Bereich (Abb. 3.35). Die Bohrungen wurden quer zum Ost-West-Verlauf der Rinne niedergebracht. Die muldenförmige Senke weist einen

Profil eines ehemaligen Elzbettes am Lindenbrunnenbuck (NE Forchheim)

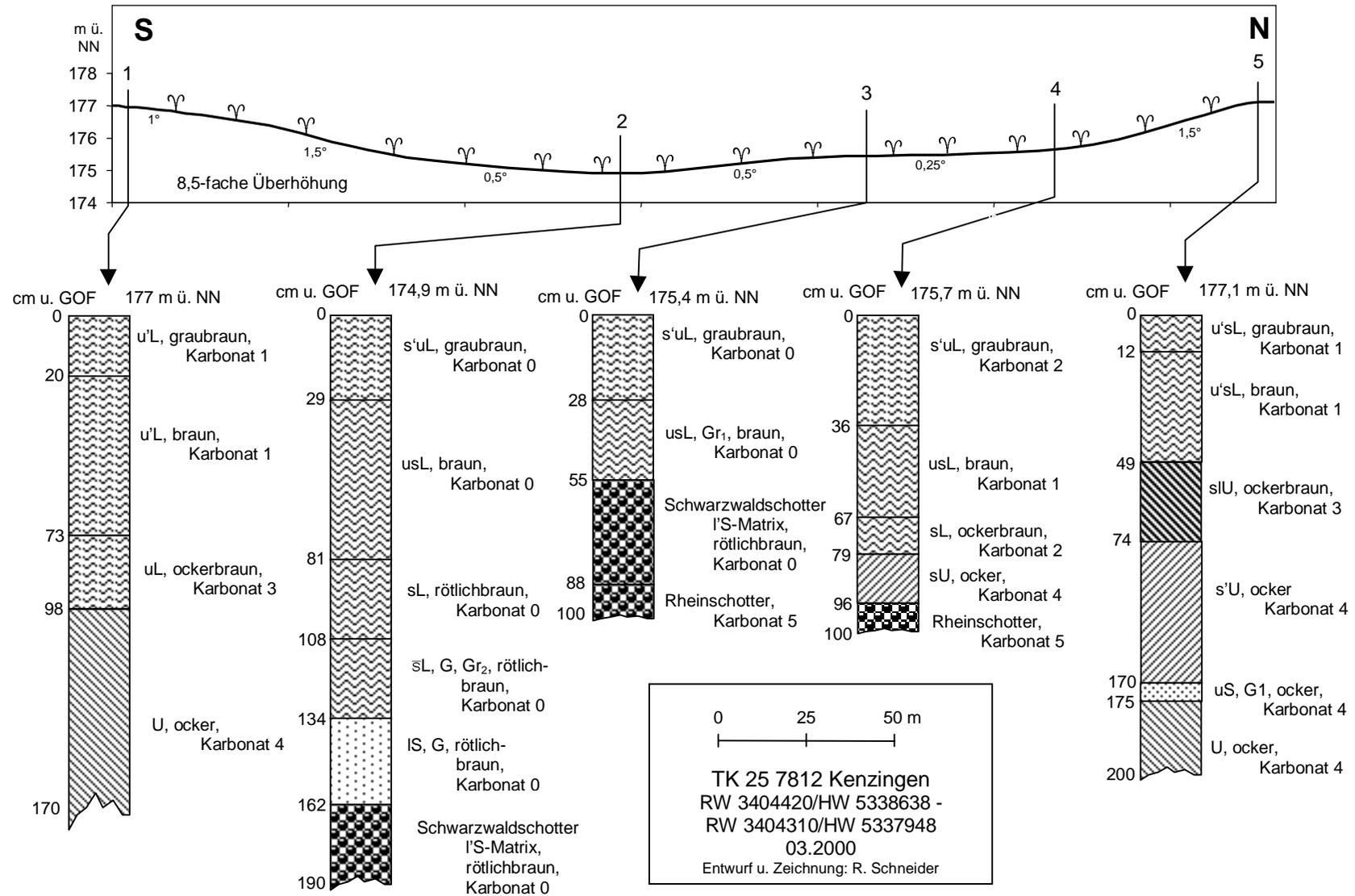


Abb. 3.35: Querprofil durch ein ehemaliges Elzbett auf der Forchheimer Platte.

Höhenunterschied von lediglich 230 cm auf und ist etwa 300 m breit. Sowohl der Lindenbrunnenbuck im Norden als auch die Erhebung im Süden sind Lößrücken, die bis etwa 100 cm u. GOF eine Verlehmung erfahren haben. Die Bohrung an der tiefsten Stelle der Rinne spiegelt deutlich den Sedimentaufbau eines ehemaligen Flußbetts der Elz wider. Auf den kalkfreien Schwarzwaldschottern (ab 160 cm u. GOF) befindet sich eine 30 cm mächtige Sandlage, die von 50 cm ebenfalls kalkfreiem Auenlehm (80-135 cm u. GOF) überlagert wird. Auf diesen Sedimenten, die von der Elz herantransportiert wurden, hat sich Schwemmlöß abgelagert. Eine Bohrung auf einem 50 cm höheren Niveau zeigt eine viel geringere Mächtigkeit der Sedimente (bis 55 cm u. GOF) auf den Elzschottern. Hier konnten die kalkfreien Schotter (30 cm mächtig) bis zur Rheinniederterrasse (90 cm u. GOF) durchbohrt werden. Da bei Bohrung 3 die Rheinschotter bei 90 cm u. GOF angetroffen wurden, kann aus Bohrung 2 geschlossen werden, daß sich die Elz in diese etwa 2 m tief eingeschnitten hatte. Anschließend folgte eine sandig-lehmige Verfüllung des Flußbetts, die auf Reaktivierungen dieser Rinne bei Hochwasser zurückzuführen ist. Seit dem Bau des Leopoldskanals ist das Hochwassergeschehen auf der Forchheimer Patte jedoch unterbunden. Die kräftige Abtragung des Feinmaterials an den Hängen der Lößrücken und die anschließende Ablagerung als Kolluvium zeigt die 80 cm mächtige Schwemmlößüberdeckung in der Rinne. Geht man davon aus, daß diese Rinne letztmals beim Hochwasser von 1778 durchflossen wurde, so ist von einer beträchtlichen Erosionstätigkeit an den schwach geneigten Hängen (1,5°) auszugehen. Dies kann mit der intensiven ackerbaulichen Nutzung erklärt werden.

Weisweil - Hohnau

Nördlich von Weisweil wurden Bohrungen entlang der Niederterrassenkante auf den Gemarkungen Bechtaler Wald und Hohnau durchgeführt (Abb. 3.36). Die Böschung zwischen Rheinaue und Niederterrasse ist im Westen der Forchheimer Platte nicht durchgängig sondern erscheint zerriedelt. Insbesondere zwischen Weisweil und Leopoldskanal können steile Böschungsbereiche im Wechsel mit flach ansteigenden Abschnitten beobachtet werden. Die Niederterrasse ist mit Schwarzwaldschottern sowie etwa 60 cm mächtigen Auenlehmlagen der Elz überkleidet (Bohrung 2). Das unruhige Relief mit zahlreichen Rinnen im Bechtaler Wald und auf der Gemarkung Hohnau entlang des Leopoldskanals ist auf ein altes Rinnensystem der Elz zurückzuführen. Auch hier ist die Niederterrasse mit Schwarzwaldschottern und kalkfreiem Auenlehm überdeckt. Die im Süden der Forchheimer Platte vorherrschenden Löß- und Sandlößflächen konnten sich hier aufgrund der Erosion durch die Elz nicht bilden oder wurden abgetragen. Nördlich des Leopoldskanals sind einige Lößrücken mit Schwemmlößsaum vorhanden. In der waldbedeckten Weisweiler Rheinaue südlich des Leopoldskanals, die von feuchten und vermoorten Altarmrinnen geprägt wird, ist die zwei Meter hohe Niederterrassenkante gut erhalten. Auf dem Rheinauenniveau wird die Böschung der Niederterrasse von einem ehemaligen Rheinarm begleitet, der heute eine feuchte, mit lehmigem und organischem Material verfüllte Senke bildet (Abb. 3.36). Die Sedimentation in dieser Rinne hat bereits in der Alamannenzeit eingesetzt. Eine ¹⁴C-Datierung an der Basis des Auenlehms über den Rheinschottern ergab ein Alter von 1467±55 Jahren BP. Der Rhein hatte sich hier also schon

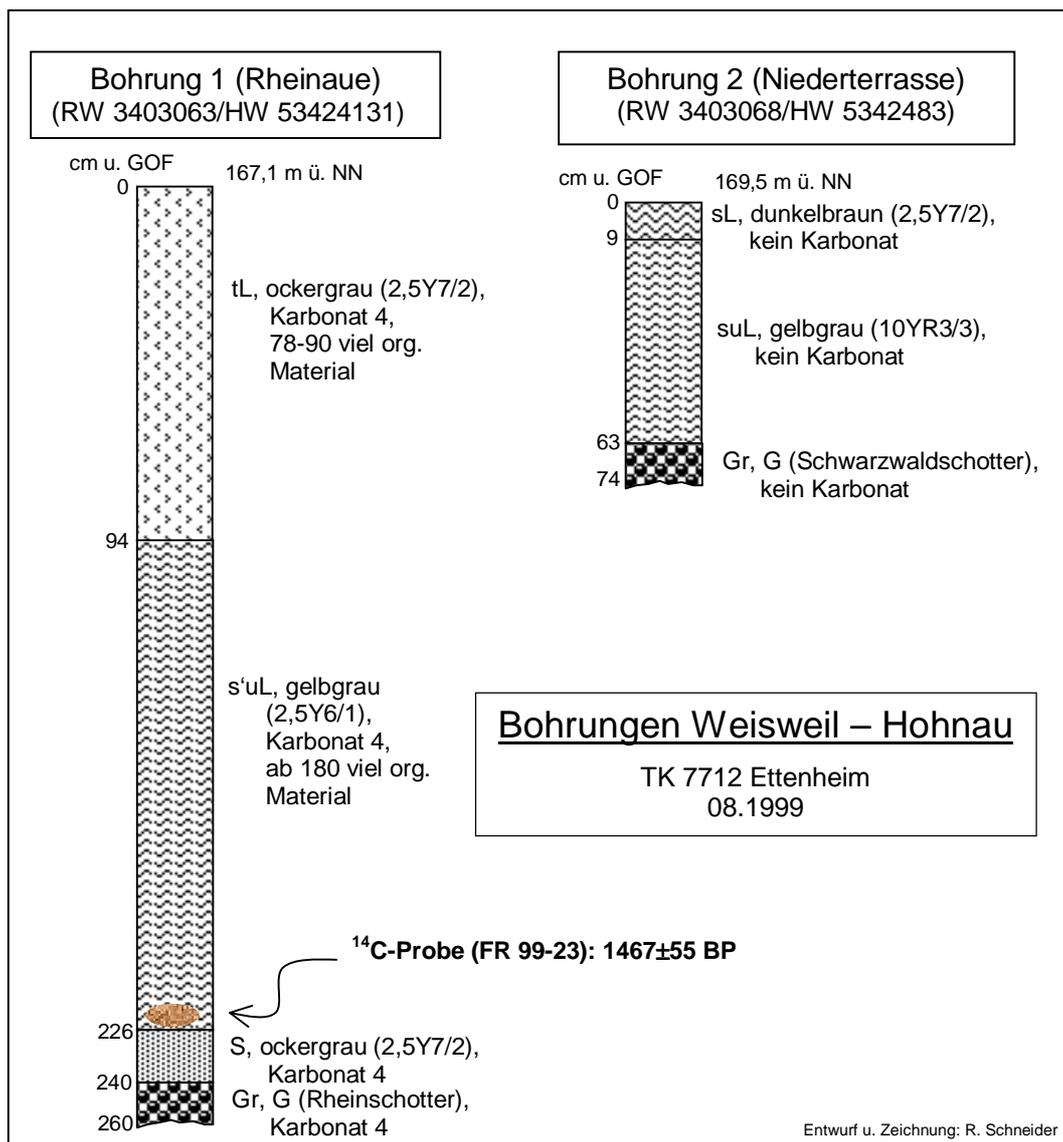


Abb. 3.36: Bohrungen in der Rheinaue und auf der Niederterrasse bei Weisweil.

lange vor der Korrektur durch Tulla zurückgezogen. Die feuchte Senke wurde nur noch bei Hochwasser reaktiviert und mit Auenlehm verfüllt. Auch auf der ‚Topographischen Charte von Schwaben‘ (1827, Blatt 28) fließt der Rhein bereits in über 1000 m Entfernung. In waldfreien, ackerbaulich genutzten Gebieten ist die Niederterrassenkante abgeflacht und oft unterbrochen. Bohrungen im Westen des Bechtaler Waldes haben gezeigt, daß in den Senken der zerriedelten Kante teils sandig-schluffige und karbonathaltige, teils sandig-lehmige und karbonatfreie Sedimente vorzufinden sind. Die Niederterrassenkante wurde zum einen von den ehemaligen Elzläufen eingeschnitten, zum anderen wurde die hangstabilisierende Vegetation auf der Kante infolge der Landwirtschaft gelichtet, so daß es zum Abbrechen und Abrutschen des Materials kam.

Wyhl - Schorpfad

Die Dynamik der Verlagerung von Feinmaterial auf der Forchheimer Platte zeigt der Aufschluß Wyhl-Schorpfad, der im Zuge des Neubaus der Trasse Marckolsheim (Frankreich) - Riegel an der Kreisstraße 5127 auf der Gemarkung Schorpfad aufgenommen werden konnte (Abb. 3.37 und Photo 10 im Anhang). In etwa 180 cm u. GOF wurden zwei mit in lehmigem Sand verfüllte Gruben vorgefunden, die zahlreiche urnenfelderzeitliche Artefakte (Scherben, bearbeiteter Vulkanit, Schlackereste), aber auch ältere Metallgegenstände (Messer, Nadel) aus der Bronzezeit enthielten (freundl. mündl. Mitteilung von Frau Dr. J. KLUG-TREPPE, Landesdenkmalamt Freiburg, 04.2000;). Diese Gruben befanden sich in hellgelbem schluffigem Sand, der von einem über 100 cm mächtigem stark schluffigem Sand überlagert war. Die oberen 60 cm des Aufschlusses waren infolge des Straßenbaus abgetragen. Bemerkenswert ist die Tiefe der Funde unter der Geländeoberfläche, da sich der Aufschluß auf einem Sandrücken in der Nähe der lokalen höchsten Erhebung (178,3 m ü. NN) befindet. Aufgrund der Vegetationsbedeckung kann eine Anwehung derart mächtiger Sandlagen im Subatlantikum ausgeschlossen werden. Die Überlagerung der Fundplätze läßt sich dadurch erklären, daß dieser Sandrücken zur Zeit der Urnenfelderkultur höher gewesen ist und danach eine kräftige Abtragung stattgefunden hat. Die etwa 180 cm mächtige Überdeckung der Fundplätze mit schluffigem Sand zeugt von der Verlagerung des Materials von den Sandrücken zu den Mulden und Rinnen. Dies hat zum einen die Höhe des Rückens erheblich reduziert, zum anderen zur Verfüllung von Mulden und Rinnen geführt.

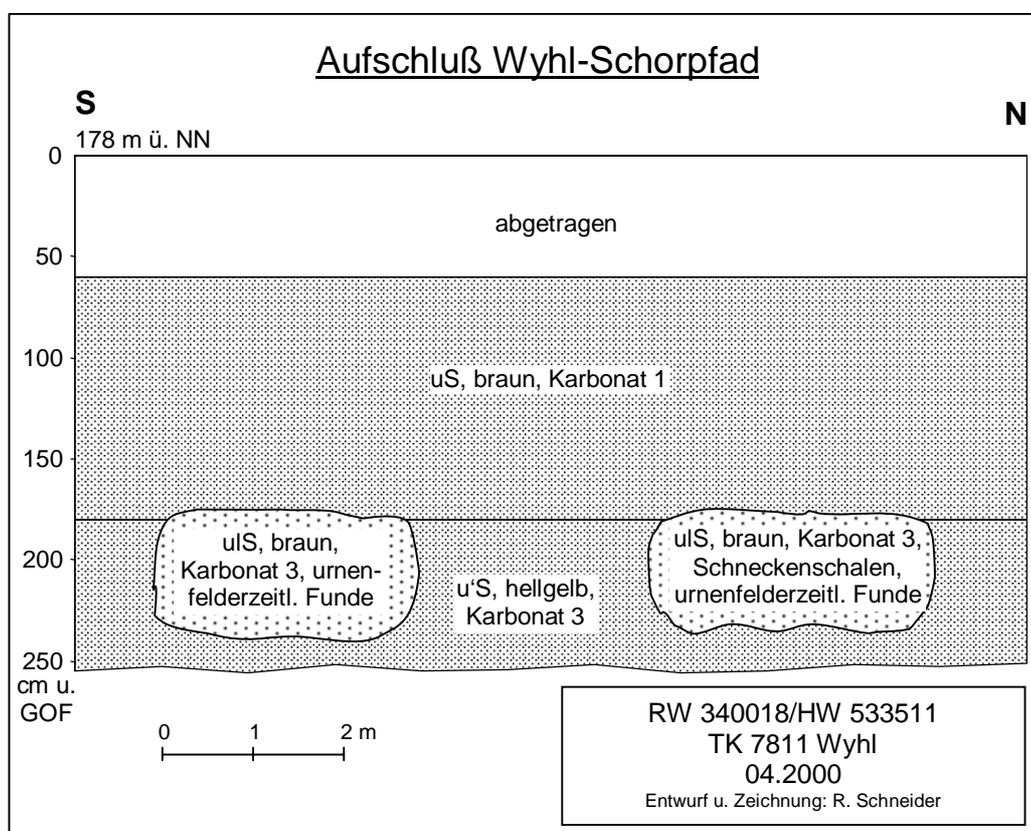


Abb. 3.37: Stratigraphie eines Sandrückens mit urnenfelderzeitlichen Gruben.

Zusammenfassung

Die Untersuchungen im Bereich der Forchheimer Platte zeigen die intensiven Abtragungs- und Auffüllungsvorgänge, die durch die Besiedlung und landwirtschaftliche Nutzung des Raumes zu erheblichen Veränderungen des Landschaftsbildes geführt haben. Das Relief, das heute von flachen Mulden und Kuppen geprägt ist, wies noch vor der Urnenfelderzeit größere Höhenunterschiede auf. Durch regelmäßige Überschwemmungen wurden die Rinnen der alten Elzläufe immer wieder reaktiviert. Mit der Fertigstellung des Leopoldskanals blieben die Hochwasser aus, die hin und wieder die Ablagerungen aus den Rinnen zum Rhein beförderten. Seitdem wurden innerhalb von 150 Jahren die ehemaligen Elzrinnen mit mehr als 50 cm mächtigen Sedimentlagen verfüllt. Im Süden hat der Löß aus dem Kaiserstuhl bereits im Hochglazial, mit großer Intensität aber seit dem Neolithikum, bis 800 m breite Bereiche der Forchheimer Platte in Form des Schwemmlößsaums überdeckt. Durch die intensive Landwirtschaft kam es zu Erosionsprozessen, die eine Reduzierung der Höhenunterschiede zwischen den kleinen Anhöhen (Löß- bzw. Sandrücken) und den Rinnen sowie Deflationswannen zur Folge hatten. Große Sand- oder Lößmengen wurden von den Rücken abgetragen und auf den wenig geneigten Hängen sowie in den Senken und Rinnen akkumuliert. Das kleinräumige Relief erhielt den heutigen relativ einheitlichen und flachen Charakter. Durch den Einsatz von schweren, leistungsfähigen Maschinen schreiten diese einebnenden Prozesse heute rasch voran. In den alten Rheinarmen entlang der Niederterrassenkante, wurde seit der Alamannenzeit über 2 m Auenlehm abgelagert.

3.6.2 Die Elzniederung

Mit dem Bau des Leopoldskanals wurde der größte Eingriff in den Lauf der Elz vollzogen. Grund für diese Maßnahme waren die zahlreichen Hochwasser, die nicht nur die fruchtbaren Auenbereiche betrafen und die Landwirtschaft beeinträchtigten, sondern auch große Schäden an Siedlungen (v.a. Riegel, Kenzingen, Rust) anrichteten. Das Bett der Elz war vor dem Kanalbau teilweise 100 bis 250 m breit, bildete Inseln und verlagerte häufig seinen Lauf (HÄMMERLE 1984). Nach 10 Überschwemmungen im Jahre 1831 erfolgten die ersten konkreten Planungen für die Verwirklichung des ‚Noth-Canal-Projects‘ zwischen Riegel und Rhein. Bereits 1844 und 1845 konnte der Kanal erfolgreich vor Hochwasser schützen. Am 15. November 1846 wurde deshalb von den dankbaren Gemeinden ein Obelisk zu Ehren des Großherzogs Leopold an der Schleuse in Riegel enthüllt. Diese Schleuse reguliert die Wassermenge, die in die Alte Elz eingelassen wird.

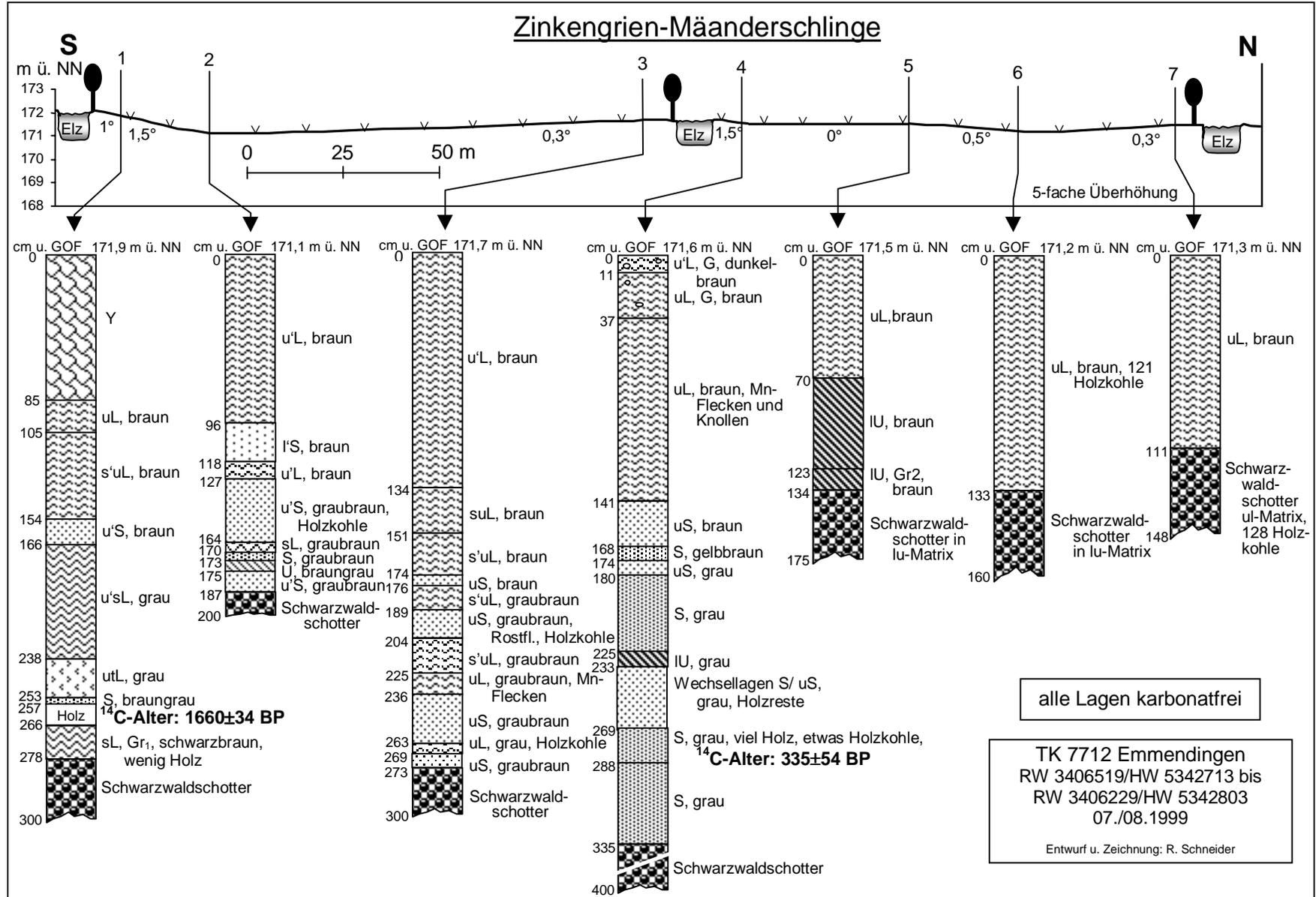
Von Kenzingen bis zum Naturschutzgebiet Elzwiesen mäandriert die Alte Elz durch ihre feuchte Niederung, seit 1863 ist ihr Lauf im heutigen Naturschutzgebiet begradigt (Abb. 3.40). Dieser Flußabschnitt ist von der Wasserwiesennutzung geprägt und unterscheidet sich dadurch deutlich von den ackerbaulich genutzten Niederterrassenflächen der Forchheimer und der Mahlberg-Kippenheimweiler Platte. Zur Wässerung der Wiesen wurden von Kenzingen bis Rust zahlreiche Schleusen und Stellfallen errichtet und parallel verlaufende Gräben gezogen, die den gesamten Auenbereich erfassen. Das Elzwasser zur Speisung der kleinen Gräben wird zunächst in Kenzingen in zwei Hauptgräben abgeleitet, weiter nördlich am Stauwehr Mühlehof (Badenwerk) zweigen drei Hauptgräben zur Wässerung der Elzwiesen ab. Das Wässern erfolgte durch Anstauen des Wassers und

Überflutung der Wiesen während 12 bis 24 Stunden. Jährlich wurde die Wässerung dreimal vorgenommen: Die Frühjahrswässerung im April, die Öhmdwässerung nach der Heuernte (1. Schnitt) und die Herbstwässerung. Grund für die Wässerung war die Vernichtung von Mäusen und die düngende Wirkung, die der Elz zugeschrieben wurde. Heute kann das Grundwasser durch die Wiesenwässerung gezielt mit Oberflächenwasser angereichert werden, so daß der als Folge der Begradigungen und Kanalisierungen sinkende Grundwasserspiegel lokal positiv beeinflußt werden kann (FRIEDRICH 1984). Da diese Form der Landwirtschaft in den 60er Jahren unrentabel wurde und derzeit vor allem dem Maisanbau weichen muß, ist durch die Ausweisung des Naturschutzgebietes Elzwiesen ein großes, zusammenhängendes Grünlandgebiet erhalten worden. Dieses Feuchtgebiet ist außerdem der Lebensraum zahlreicher Vogelarten (Weißstorch, Großer Brachvogel, Rebhuhn, Wachtel, Kiebitz etc.) und seltener Insekten. Insgesamt wurden 370 ha Wässerwiesen entlang der Elz 1970 als Naturschutzgebiet ausgewiesen und müssen heute mit hohem finanziellen Aufwand erhalten werden, um die Instandhaltung der Grabensysteme und die regelmäßige Wässerung sicherzustellen (OSTERMANN 1998).

Zinkengrien

Auf dem Gewann Zinkengrien westlich von Herbolzheim wurde ein Querprofil durch die Elzaue zwischen zwei Mäanderschleifen gelegt (Abb. 3.38). Es fällt auf, daß das Gelände zwischen den Elzbögen leicht abfällt und somit das Elzufer einige Dezimeter über den Auenbereichen liegt. Während die zentralen Auenbereiche lediglich Auenlehmmächtigkeiten von 130 bis 190 cm aufweisen (Bohrungen 2, 5, 6), stießen die Bohrungen 1, 3 und 4 in Ufernähe erst zwischen 190 und 300 cm auf karbonatfreie Schwarzwaldschotter. Vergleicht man die Mächtigkeit des Auenlehms mit der Geländeoberfläche, so wird deutlich, daß das Flußbett nicht in die Schwarzwaldschotter, die die Niederterrasse überdecken, eingetieft ist, sondern im Auenlehm über den Schottern fließt. Für Bauzwecke wurde der Wasserdurchlauf in Riegel im Sommer 1999 so weit reduziert, daß die geringe Eintiefung (100-150 cm) des beinahe schotterfreien Flußbetts und Bereiche starker Hangunterschneidung bzw. Auskolkung ersichtlich wurden (Photo 13 im Anhang). Eine leichte Dammuferbildung erfolgte bis zur Regulierung des Durchflusses bei Riegel im 19. Jahrhundert einerseits durch die häufigen Hochwasser, andererseits wurde das Flußbett noch bis vor wenigen Jahrzehnten regelmäßig ‚geputzt‘, d.h. vor Verschlammung geschützt. Hierzu wurde das Wasser bei Riegel ganz in den Leopoldskanal abgeleitet und der Schlamm aus dem Flußbett, zeitweise sogar mit Hilfe von Schienensystemen und Loren, entfernt (HEIZMANN 1984). Dies erklärt eine verstärkte Bildung der ‚Dammufer‘, die durch Ablagerung des Schlammes – jüngst aber auch von Bauschutt (Bohrung 1) – entlang der Elz entstanden sind. Der Auenlehm ist in allen Bohrungen schluffig, lediglich in der Nähe des aktuellen Flußbetts wurden vermehrt Sandlagen über den Schottern angetroffen. Die Bohrung 5 weist über den Schwarzwaldschottern ein lokales Vorkommen an entkalktem und verlehmttem Löß auf. Da hier die Schotter bereits in 134 cm Tiefe angetroffen wurden, kann ein kleiner Lößbereich auf einer ehemaligen, leicht erhöhten Schotterbank von der Erosion der Elz verschont worden sein, der anschließend nur geringmächtig (70 cm) mit Auenlehm überdeckt wurde. Zwei ¹⁴C-Datierungen geben weitere Hinweise auf die Flußdynamik in diesem Bereich: Beide Proben

Abb. 3.38: Querprofil durch eine Mäanderschlinge in der Elzniederung.



wurden durch Bohrungen im Uferbereich der Elz (Bohrungen 1 u. 4) in vergleichbarer Tiefe von 260 bzw. 280 cm entnommen. Das Alter der einen Probe fällt in die späte Römerzeit (FR 99-21: 1660±34 BP, cal. 350-425 n. Chr.), jenes der anderen Probe in die frühe Neuzeit (FR 99-24: 335±54 BP, 1480-1645 n. Chr.). Dieser große Zeitunterschied zwischen beiden Proben zeigt deutlich, wie aktiv die fluviale Dynamik in diesem Zeitabschnitt war. Die Flußschlingen haben sich immer wieder verlagert, durch Auskolkungen und Uferunterschneidungen, die sich heute trotz reguliertem Durchfluß noch beobachten lassen, ist es immer wieder zum Abrutschen von Material gekommen (Photo 13 im Anhang). Durch die häufigen Überschwemmungen wurde gleichzeitig aufsedimentiert, so daß das Feinmaterial über den Schottern von der Römerzeit bis in das späte Mittelalter mehrfach verlagert wurde und junges Material weit unter die Geländeoberfläche ‚vergraben‘ werden konnte. Von FRIEDMANN (1998a) werden im frühen Mittelalter verlandete Rinnen in der Elzaue östlich von Rheinhausen beschrieben, die auf häufige Verlagerungen des Flußbetts zurückzuführen sind. Die häufige Verlagerung des Flußbetts wurde dadurch begünstigt, daß keine Einschneidung in die Schotter erfolgte, sondern lediglich die Sedimente über den Schottern verlagert oder abtransportiert wurden. So kam es rasch zur Bildung neuer Mäanderbögen und zum Durchbruch alter Flußschlingen.

Der Vergleich historischer Karten, z. B. die ‚Charten von Schwaben‘ aus dem Jahre 1826 und 1827 mit aktuellen topographischen Karten zeigt, daß sich die Mäanderschlingen im Laufe der letzten beiden Jahrhunderte kaum oder gar nicht mehr verlagert haben. Ein Grund hierfür ist der Bau des Leopoldskanals, der das Auftreten von flußmorphologisch stark wirksamen Hochwasserereignissen verhindert. Zudem wurden die Prallhänge der Mäanderbögen teilweise mit Steinplatten befestigt, so daß keine weitere Verlagerung des Flußlaufs mehr stattfinden kann. Dies war vor allem zum Schutz des Grabensystems, der des 19. Jahrhundert zur Wiesenwässerung erbaut wurde, erforderlich.

Rheinhausen

Die Forchheimer Niederterrassenplatte westlich und die Mahlberg-Kippenheimweiler Platte östlich der Elzniederung bilden zwischen Rheinhausen, Rust und Ringsheim jeweils ebene, nur durch wenige flache Senken und Rinnen strukturierte Flächen. Aufgrund des großflächigen Mais- und Tabakanbaus und der Bearbeitung der Felder mit schweren Maschinen, die eine planierende Wirkung haben, schreitet die Einebnung kleiner Reliefunterschiede rasch voran. Aus dieser Landschaft ragen bei Rheinhausen zwei mit Obstbäumen bestandene Lößrücken heraus. Sie liegen östlich (Schelmenkopf) und nordöstlich des Ortsteils Oberhausen, wobei der Schelmenkopf (172,8 m ü. NN) einen Höhenunterschied von 2,6 m zur Elzaue (170,2 m ü. NN) aufweist. Eine im zentralen Bereich des Schelmenkopfs niedergebrachte Bohrung (Abb. 3.39) zeigt deutlich die bereits von FRIEDMANN (1998a) beschriebene Stratigraphie: Über den kalkhaltigen Rheinschottern (5 m u. GOF) folgt Flugsand, der von etwa 4 m mächtigem Primärlöß überlagert wird. Die Entkalkung und Verlehmung des Lösses reicht bis in ein Meter Tiefe. In 50 und 70 cm Tiefe wurde in diesem Lößlehm Holzkohle vorgefunden. Da die Bohrung auf dem höchsten Punkt des Lößrückens vorgenommen wurde, kann es sich hier nicht um Schwemmlöß handeln. Der Rücken war bereits im Neolithikum besiedelt. Seitdem erfolgte eine Abtragung des Lösses

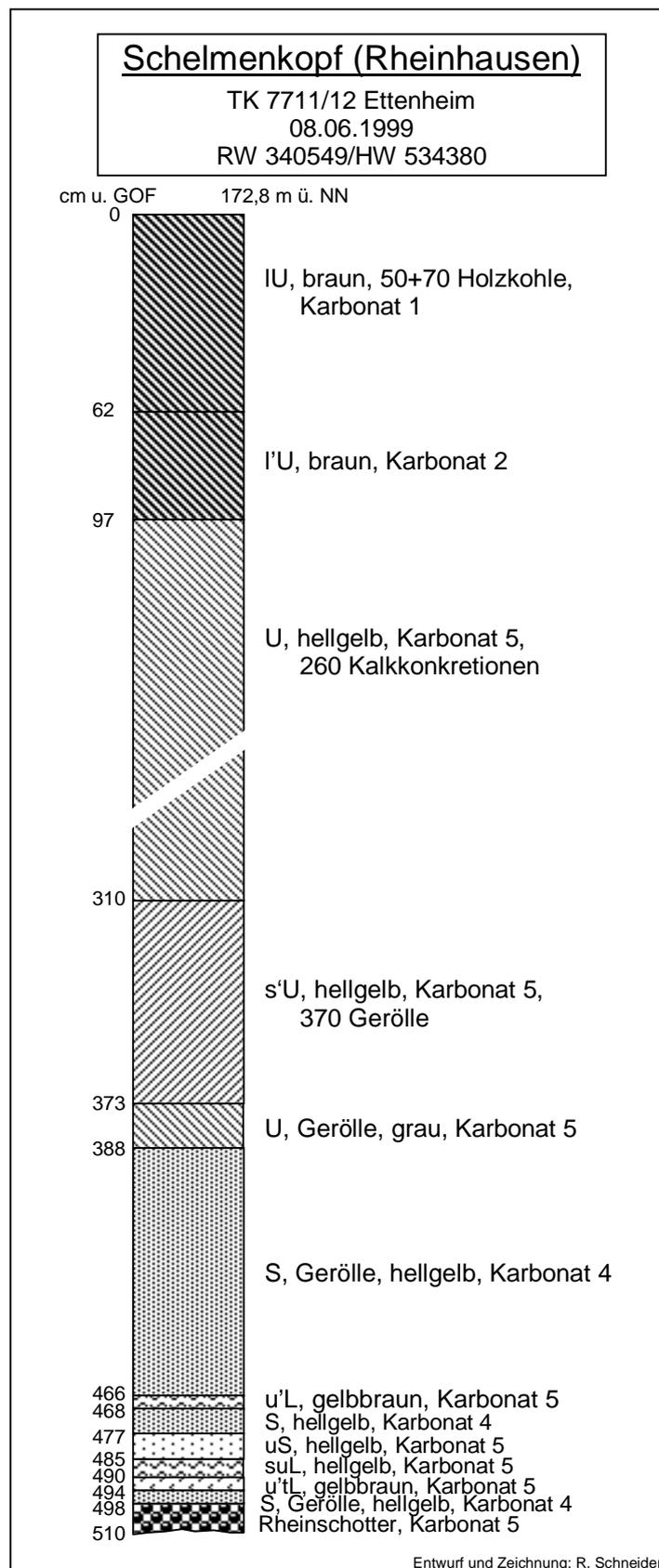


Abb. 3.39: Stratigraphie eines Lößrückens (Schelmenkopf) bei Rheinhausen.

durch die landwirtschaftliche Nutzung von 0,5 bis 2 m (FRIEDMANN 1998a). Die Holzkohle muß demnach ein relativ junges Alter aufweisen und kann durch Pflugarbeiten sowie durch Bioturbation verlagert worden sein. Im etwas sandigen Primärlöß treten ab 310 cm u. GOF kleine Gerölle auf. Nach SCHREINER (1958, 1996) war im Spätglazial die Anwehung von sandigem Löß mit Geröllen an besonders dem Wind ausgesetzten Stellen möglich.

Zwischen den beiden Lößbrücken bei Rheinhausen liegt ein ehemaliges Elzbett, das auf der ‚Charte über das Grossherzogtum Baden‘ (korrigiert von Tulla, 1812) noch als Hauptabfluß der Elz dargestellt ist (Abb. 3.40). Dieser Hauptabfluß der Elz verlief demnach zu Beginn des 19. Jahrhunderts noch zwischen den beiden Kirchen von Ober- und Niederhausen und erreichte nach kurzem Lauf nordwestlich von Niederhausen den Rhein. Angesichts kantiger Schotter in dieser Rinne schließt FRIEDMANN (1998a) auf eine letztmalige Aktivität des Elzlaufs im frühen Holozän. Die erwähnte Karte zeigt, daß diese Rinnen in der Neuzeit zumindest zeitweise reaktiviert wurden. Dies erklärt die geschlossene Auenlehmdecke über der Niederterrasse auch im Westen der Lößbrücken und zeigt die Verlagerung der Elz über erhebliche Entfernungen in der Neuzeit auf (Photo 12 im Anhang). 50 Jahre später fließt die Elz bereits östlich von Niederhausen nach Rust und erreicht erst nördlich von Kappel den Rhein (Abb. 3.40).

Ehemaliger östlicher Elzlauf auf der Mahlberg-Kippenheimweiler Platte

Auf der Mahlberg-Kippenheimweiler Platte zeigen die trockenen Mäanderbögen eines ehemaligen Flußbetts, daß die Elz ihren Lauf über weite Entfernungen verlagert hat. Dieser verlandete östliche Elzlauf ist im Gelände besonders gut vom Gewann Ringsmättle südöstlich von Rust bis zur Oberau südlich von Kappel-Grafenhausen auszumachen.

Auf dem Gewann Ringsmättle wurde ein Querprofil durch diese Rinne erbohrt (Abb. 3.41). Wiesennutzung herrscht im ehemaligen, etwa 20 m breiten Flußbett vor. Über den Schwarzwaldschottern ist eine lediglich 70 cm mächtige sandige Lehmlage abgelagert. Holzkohlepartikel und Ziegelbruchstücke belegen den anthropogenen Einfluß auf die Ablagerung dieser Sedimente. Entlang des Flußbetts können zwei Auenniveaus ausgemacht werden, die aus knapp 2 m mächtigen schluffigen bzw. tonigen Lehmen aufgebaut werden. Auf diesen ehemaligen Auenterrassen wird Ackerbau betrieben. Die differenzierte landwirtschaftliche Nutzung erklärt die gut erhaltene, sehr jung erscheinende Rinnenform (Photo 14 im Anhang). Historische Karten (‚Topographische Charte von Schwaben‘ Blatt 19, Offenburg, 1826) zeigen, daß diese Rinne bereits im 19. Jahrhundert nicht mehr zum Elzlauf gehörte und verlandet war.

Östlich von Rust wurde im weiteren Verlauf dieses ehemaligen Elzbetts ein weiteres Querprofil auf dem Gewann Mittelfeld erarbeitet (Abb. 3.42). Wie bei Ringsmättle ist auch hier im Flußbettbereich nur eine geringe Akkumulation an Feinmaterial über den Schwarzwaldschottern festzustellen. Zwei ehemalige Auenniveaus sind ebenfalls vorhanden, aber aufgrund der ackerbaulichen Nutzung über die gesamte Rinne hinweg sind die Formen nicht mehr so deutlich. Die Böschungen sind durch Kolluvienbildung (30-50 cm schluffiger Lehm) stark abgeflacht, und das bei Ringsmättle noch deutliche Relief des Flußbetts ist an dieser Stelle muldenförmig. Die kalkfreien Sedimente über den Schwarzwaldschottern im Bereich der beiden ehemaligen Terrassenniveaus werden überwiegend von Sanden

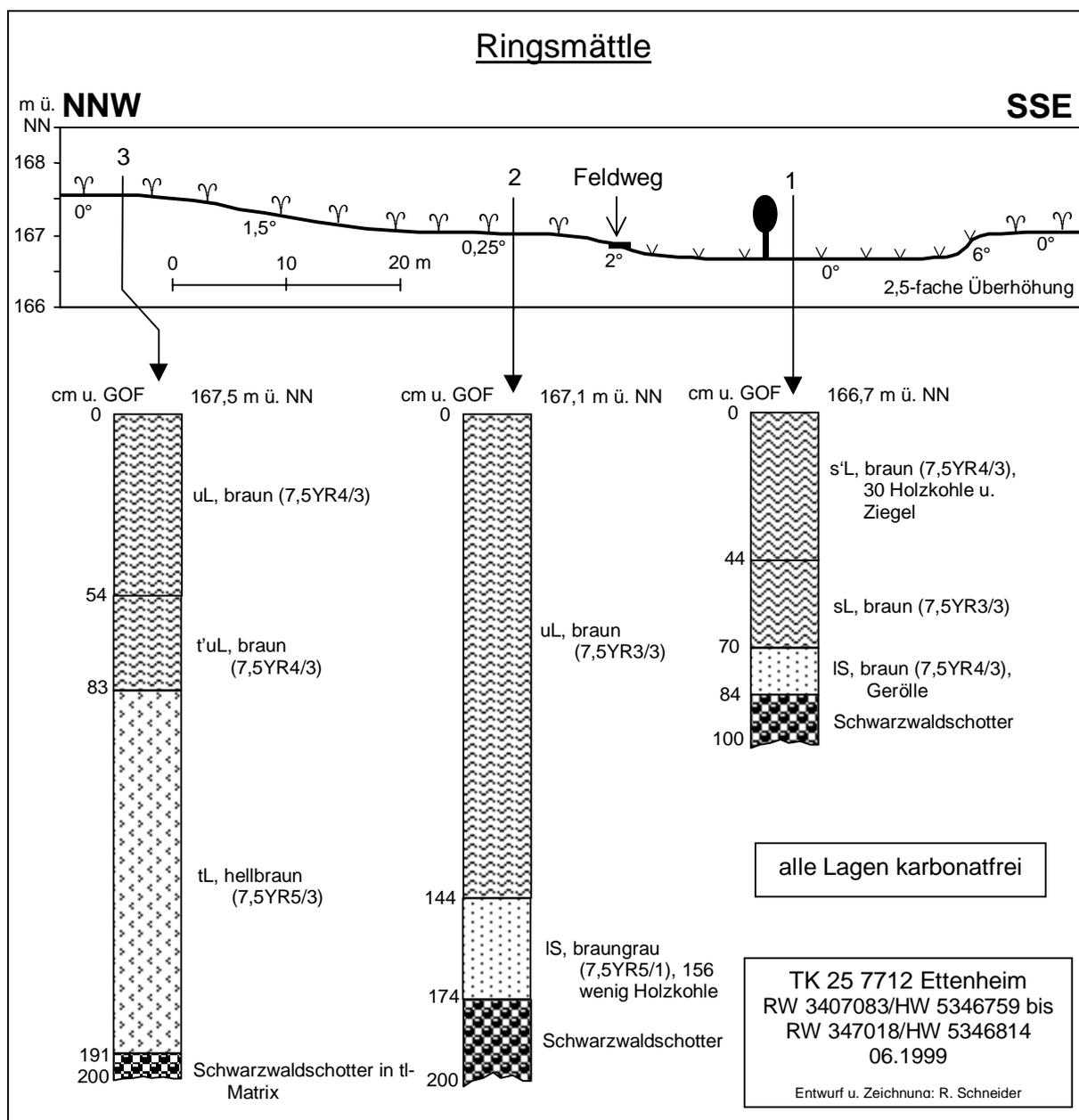


Abb. 3.41: Querprofil durch den ehemaligen Elzlauf auf dem Gewinn Ringsmättle.

aufgebaut. Sie enthalten zwischen 116 bis 173 cm u. GOF (Bohrung 2) und bei 260 cm Tiefe (Bohrung 3) Holzkohlepartikel. Die Holzkohle über den Schottern zeigt, daß der Mensch bereits zu Beginn der Ablagerung dieser Sedimente (vermutlich im frühen Hochmittelalter, s.u.) anwesend war.

Diese Rinne erreicht nördlich von Rust auf dem Gewinn Oberau die Niederterrassenkante. Das hier angelegte Querprofil (Abb. 3.43) zeigt die nur noch als flache Senke ersichtliche Rinne und die vier Meter hohe Böschung zwischen der Rheinaue mit kalkhaltigen Sedimenten und der Niederterrasse, die von kalkfreien Schwarzwaldschottern überlagert wird. Die Ablagerungen über diesen Schottern sind vorwiegend sandige Lehme, lediglich in der Senke (Bohrung 2) finden sich Sand und Schotterlagen, in denen auch Holzkohle und Ziegelreste vorgefunden wurden. Die heutige Elz verläßt bereits vor Rust die Niederterrasse und fließt im östlichen Randbereich der Rheinaue.

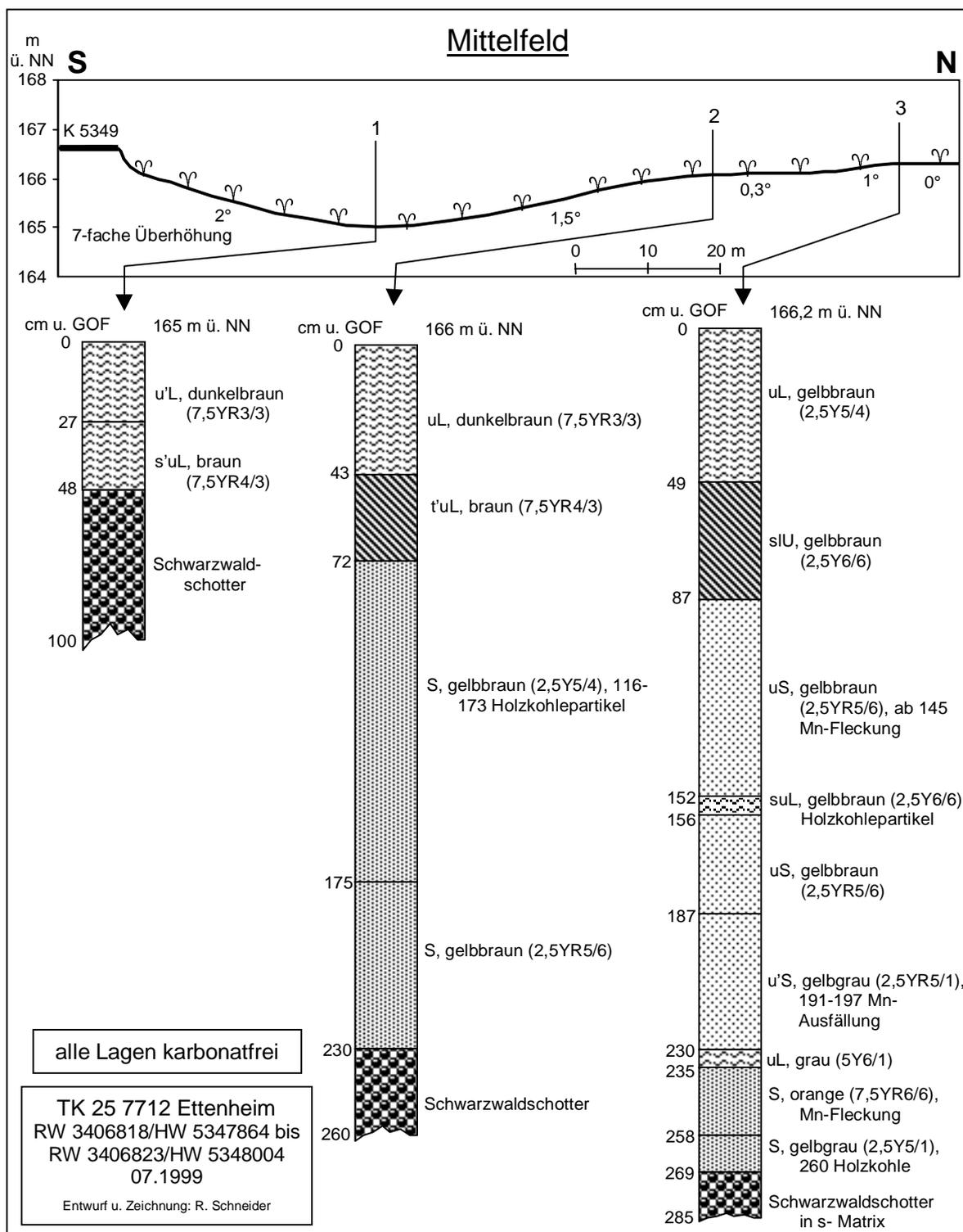
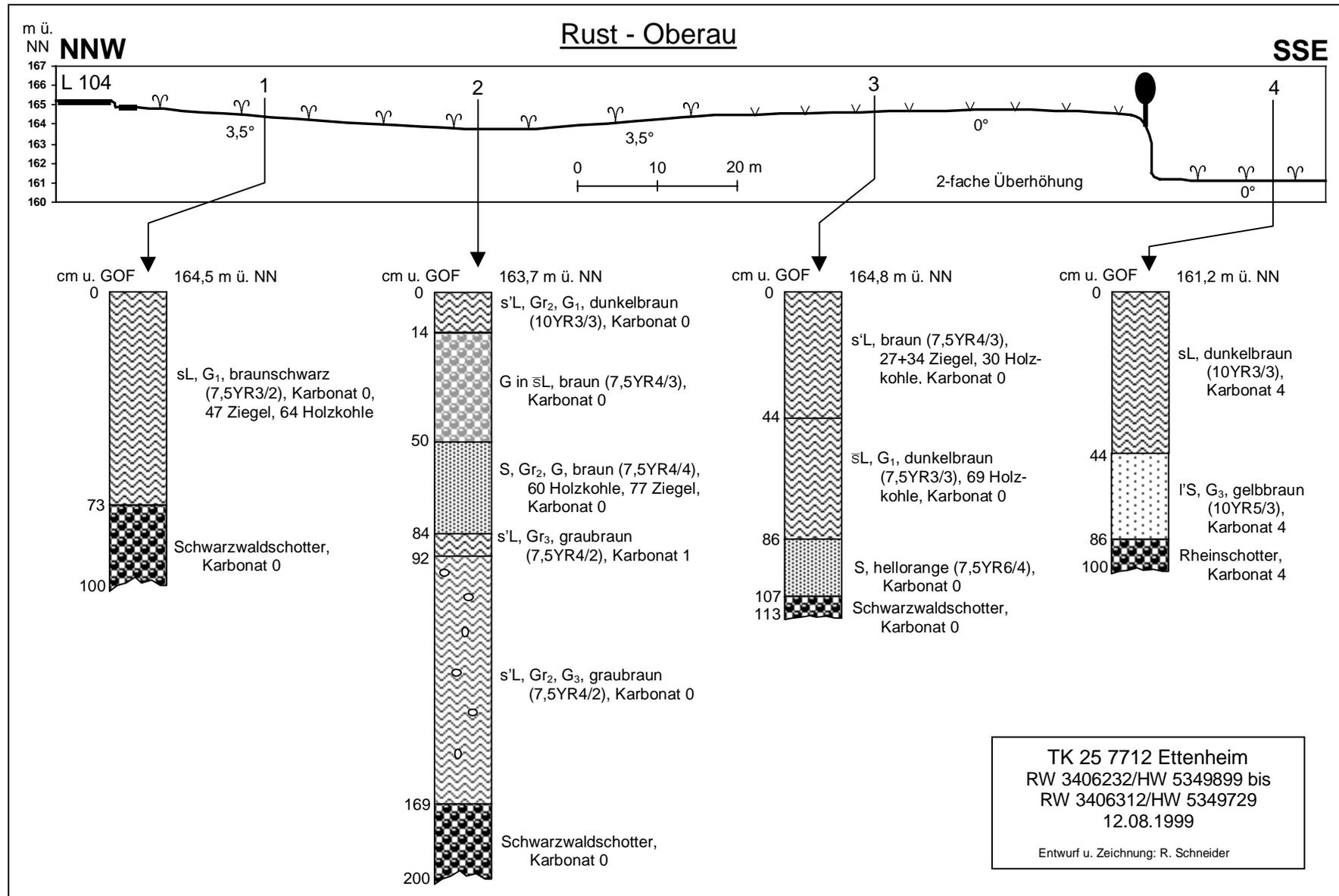


Abb. 3.42: Bohrprofile im ehemaligen östlichen Elzlauf östlich von Rust.

Abb. 3.43: Altes Elzbett und Niederterrassenkante nördlich von Rust.



Leider wurde bei keiner der Bohrungen im Bereich des ehemaligen östlichen Elzlaufs datierbares Material vorgefunden, so daß keine genaue zeitliche Aussage über die Entstehung und Verlandung dieser Rinne gemacht werden kann. Einen Anhaltspunkt liefert jedoch die Archäologie: Im ‚Feindschießen‘ genannten Wald südlich von Rust befindet sich das Kulturdenkmal Tannenbuck (RW 3406393/HW 536589). Dieser zwei Meter hohe Turmhügel hat einen Durchmesser von 20 m. Er befindet sich in etwa 600 m Entfernung vom beschriebenen alten Elzlauf. SCHMIDT (1976) geht davon aus, daß diese kleine Wehranlage, die als Motte bezeichnet werden kann, aus dem frühen Hochmittelalter stammt und daß der östliche Lauf der Elz damals noch wasserführend war. Da eine Wehranlage frei stehen muß, um ihren Zweck erfüllen zu können, muß der Wald im Mittelalter gerodet worden sein. Die Schmitt'sche Karte (Blatt 18) aus dem Jahre 1797 zeigt, daß weite Bereiche zwischen Bleichbach und Ettenbach, also auch das Gebiet um die kleine Wehranlage, bereits im 18. Jahrhundert wieder bewaldet waren.

Rust

Ein Aufschluß in einer Baugrube an der östlichen Ortsausfahrt von Rust (K 349) zeigte zwei auffällig schwarze Bänder (Abb. 3.44). Die Baustelle befand sich auf einem kleinen Rücken zwischen dem ehemaligen östlichen Elzlauf im Norden und der heutigen Elzaue im Süden. Die schwarzen Bänder, die in 87 bis 102 cm bzw. 125 bis 130 cm Tiefe vorlagen, keilten mit dem Absinken der Geländeoberfläche aus. Zwischen 150 und 200 cm u. GOF lag Sand vor, der mit lehmig-sandigen Lagen durchsetzt war. Darüber folgte ein 30 cm mächtiger Tonhorizont, der zwischen 125 und 130 cm Tiefe durch den hohen Gehalt an organischer Substanz schwarz gefärbt war. Über diesem tonigen Horizont wurden knapp 20 cm lehmiger Sand abgelagert, die wiederum von einer Tonlage überdeckt waren. Diese wies eine Mächtigkeit von 15 cm auf und ist durch die reichhaltig auftretende Holzkohle sowie durch organisches Material ebenfalls schwarz. Auf dem Ton wurden etwa 90 cm sandiger Lehm sedimentiert. Während die Sandlagen auf starke fluviale Geomorphodynamik hinweisen, wurden die Tonlagen in relativ ruhigen Phasen abgelagert, wobei durch geringe Strömung nur sehr feines Material abgelagert wurde. Auch die organischen Bänder, die zur ¹⁴C-Datierung beprobt wurden, zeigen geomorphodynamische Ruhe an. Der besonders hohe Anteil an Holzkohle in der oberen Tonlage kann auf einen Siedlungsbrand zurückzuführen sein. Von dieser letzten Ruhephase an erfolgte eine kontinuierliche Sedimentation mit sandigem Auenlehm. Dieser mehrfache Wechsel zwischen relativer Ruhephase und verstärkter Akkumulation ist mit der Verlagerung der Elz in Rust zu erklären. Die alte östliche Elzrinne hat nur 70 m weiter nördlich eine Senke hinterlassen, und das heutige Flußbett der Elz liegt in 800 m Entfernung der Aufschlußstelle, so daß es hier immer wieder bei Hochwasser zur Ablagerung von Feinmaterial gekommen ist. Je stärker das Hochwasser war und je näher der Abfluß an dieser Erhebung lag, um so gröber waren die abgelagerten Sedimente. Heute ist Rust durch die Kanalisierungen und Begradigungen vor Hochwasser sicher.

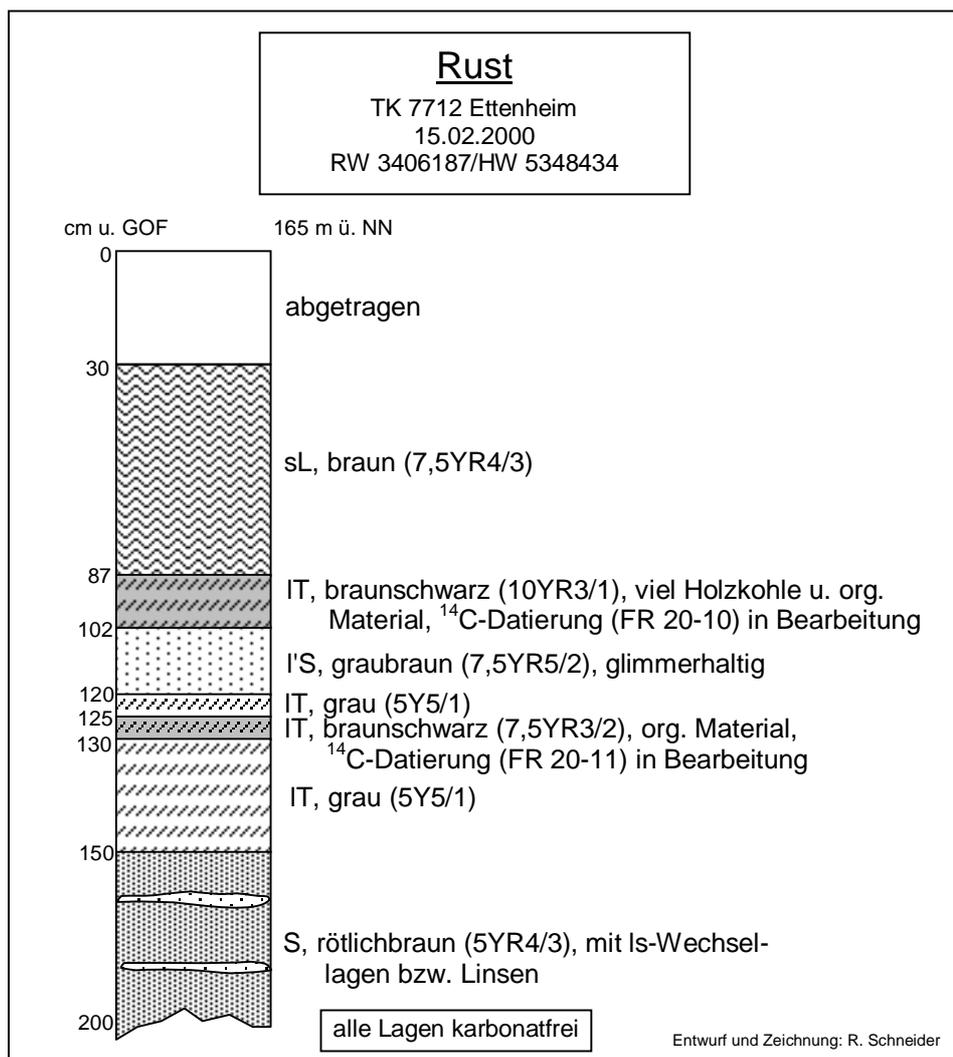


Abb. 3.44: Fossile Böden im Auenlehm in Rust.

Kappel

Im Neubaugebiet zwischen der L 104 und der L 103 östlich von Kappel am Rhein zeigte ein Aufschluß die Stratigraphie von den Rheinschottern bis zur heutigen Geländeoberfläche (Abb. 3.45). Auf den Niederterrassenschottern der Mahlberg-Kippenheimweiler Platte, die ab 173 cm u. GOF vorlagen, sind Schwarzwaldschotter in sandig-lehmiger Matrix abgelagert. Über diesem 30 cm mächtigen Schotterpaket folgen 20 cm schluffig-sandiger Lehm, die wiederum von schluffigem Lehm (73 bis 120 cm u. GOF) und schließlich lehmigem Schluff (30 bis 70 cm u. GOF) überdeckt werden. Die Rheinschotter wurden wohl noch unter periglazialen Bedingungen durch die Schotterfracht der Schwarzwaldflüsse überlagert. Anschließend folgt eine Auenlehmphase mit noch recht geringem Schluffanteil. Die nächste Auenlehmlage ist schluffig und enthält Holzkohle. Dadurch wird der verstärkte menschliche Einfluß auf das Sedimentgeschehen deutlich: Durch ackerbauliche Nutzung der Lößbereiche auf der Niederterrasse und vor allem in der Vorbergzone wurde viel Feinmaterial erodiert

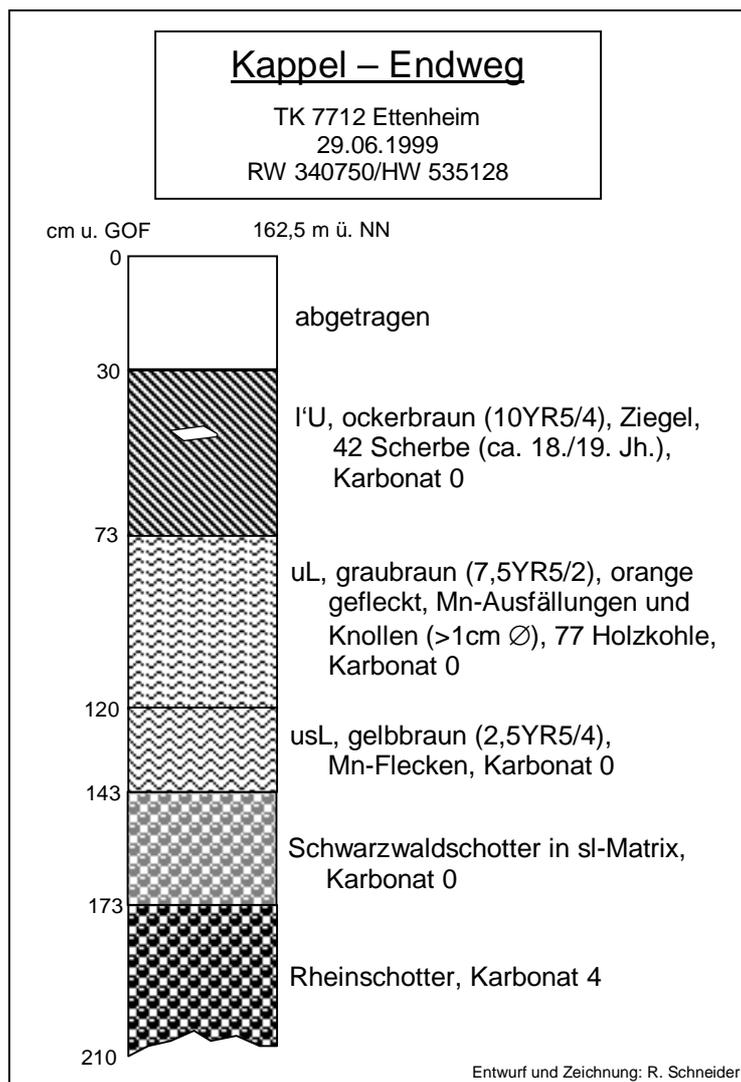


Abb. 3.45: Stratigraphie des Sedimentkörpers über den Niederterrassenschottern bei Kappel.

und anschließend auf der ebenen Niederterrasse wieder abgelagert. Zeitlich genauer eingrenzen läßt sich die oberste Schwemmlößlage, die bis 73 cm u. GOF reicht. In 42 cm Tiefe wurde eine Scherbe gefunden, die nicht verrollt ist und aus dem 18./19. Jahrhundert stammt. Dies zeigt, daß die intensive Nutzung der Lößflächen in der Neuzeit zu mächtigen Schwemmlößablagerungen auf der Niederterrasse geführt hat. Da die einzigen großen Lößvorkommen in den 5 km entfernten Vorbergen zu finden sind, muß es dort zu einer besonders intensiven Abtragung gekommen sein. Das Feinmaterial wurde durch den Ettenbach abtransportiert und bei Hochwasser auf der Niederterrasse wieder abgelagert.

Elzkopf

Die Elz mündet heute bei Nonnenweier in den Rhein. Daß diese Mündung durch die Rheinkorrektur künstlich verschleppt wurde, zeigt die ‚Topographische Charte von Schwaben‘ (Blatt 19, Offenburg, 1826) und die Kartierung zum ‚Lauf der Elz und des

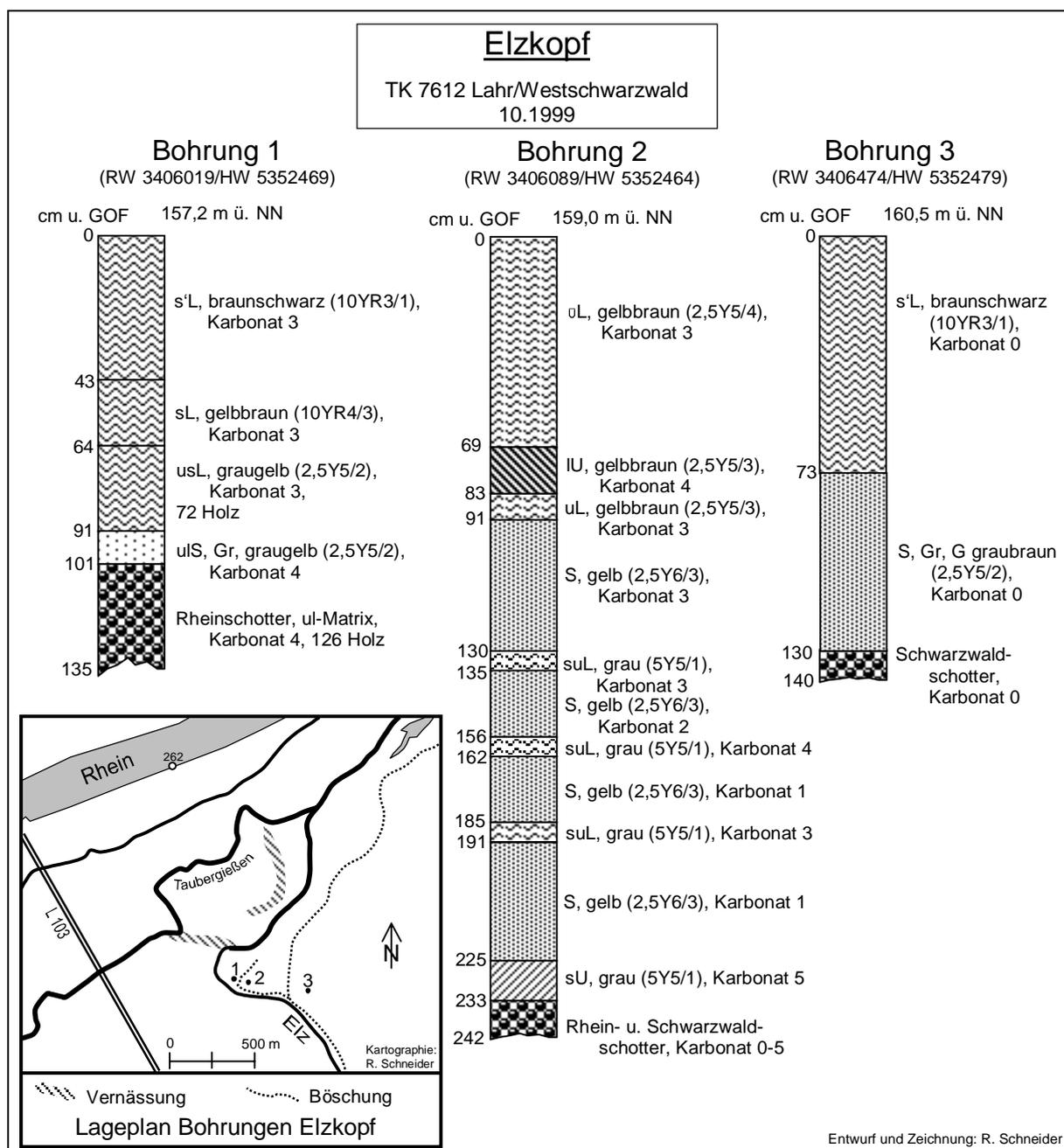


Abb. 3.46: Bohrprofile an der ehemaligen Mündung der Elz in den Rhein.

Leopoldskanals im Inspektionsbezirk Emmendingen‘ (1863, s. Abb. 3.40): Vor diesen flußbaulichen Maßnahmen mündete die Elz nordwestlich von Kappel in einen Seitenarm des Rheins, der nur wenige hundert Meter weiter den Talweg des Rheins erreichte. Von Nonnenweier an wird das Wasser der Elz heute in den Mühlbach gespeist, der von Sasbach bis südlich von Straßburg östlich der Rheindämme fließt und früher die Energie für Mühlenbetriebe lieferte.

Am Elzkopf, der natürlichen Mündung der Elz in den Rhein vor der Rheinkorrektur, wurden drei Bohrungen niedergebracht, die die Stratigraphie an der Niederterrassenkante verdeutlichen (Abb. 3.46). Die Bohrung 1 erfolgte in der rezenten Elzaue. Auf den Rheinschottern wurde ein etwa ein Meter mächtiges Lehmpaket abgelagert, das durch den hohen Anteil an vom Rhein angeschwemmten Sedimenten kalkhaltig ist. Auch das etwas

höhere Auenniveau weist durchgehend kalkhaltige Sedimente auf. Entsprechend dem Hochwassergeschehen wechseln sich hier sandige und lehmige Lagen ab. Die obersten 90 cm in dieser Abfolge sind schluffig, was auf die Regulierung der Flüsse zurückzuführen ist. Nur bei extremen Ereignissen wird dieses Niveau von Hochwassern erreicht und mit einer neuen Lage an schluffigem Lehm überdeckt. Die Niederterrasse (Bohrung 3) ist auch hier mit kalkfreien Schwarzwaldschottern überdeckt. Darüber wurden Sand und sandiger Lehm abgelagert. Die Bohrprofile zeigen, daß die Sedimente in der rezenten Elzaue vorwiegend aus dem Einzugsgebiet des Rheins stammen. Die Elz fließt von Rust bis zur Mündung am Westrand der Rheinaue.

Wie schnell sich ein jahrhundertealter Flußlauf durch ein Naturereignis verändern würde, wenn der Mensch nicht sofort eingreifen würde, hat der Orkan ‚Lothar‘ vom 26. Dezember 1999 gezeigt: Zwischen Kappel und Elzkopf kippte über eine Länge von etwa 100 m der gesamte Baumbestand am linken Ufer der Elz durch den starken Wind über den Fluß. Durch Geäst wurde das Flußbett teilweise blockiert. Das herausgerissene Wurzelwerk bildete eine Wand und hinterließ eine Rinne von etwa einem Meter Tiefe. Hätte man den Wasserdurchfluß in Riegel nicht sofort erheblich reduziert, so hätte sich das Wasser einen neuen Weg suchen müssen – wahrscheinlich durch die durch Windwurf entstandene Rinne.

Zusammenfassung

Während die alten Rinnen auf der Forchheimer Platte in die Schwarzwaldschotter über der Niederterrasse des Rheins eingeschnitten sind, fließt die Elz in ihrer Niederung zwischen Kenzingen und Rust in bis über zwei Meter mächtigen Auenlehmen. Das Flußbett ist weitgehend schotterfrei. In diesen Sedimenten, die auf der Gemarkung Zinkengrien spätestens seit der Römerzeit abgelagert wurden, waren Verlagerungen bis zum Bau des Leopoldskanals häufig. Besonders deutlich ist ein ehemaliger östlicher Elzlauf zu verfolgen, dessen Bögen zwischen Ringsheim und Rust auf der Mahlberg-Kippenheimweiler Platte gut erhalten sind. Datierbares Material fehlt in dieser Rinne, aufgrund von archäologischen Zeugnissen wird jedoch davon ausgegangen, daß dieser Lauf im Hochmittelalter noch aktiv war. Historische Karten zeigen, daß sich der Lauf der Elz zwischen Riegel und Rust im frühen 19. Jahrhundert über erhebliche Entfernungen verlagert hat. Durch intensive landwirtschaftliche Nutzung wurden die Rinnen eingeebnet und sind meist im Gelände nur noch undeutlich erkennbar. Scherben aus dem 18./19. Jahrhundert in Schwemmlößablagerungen bei Kappel belegen die starke Erosion in den Lößgebieten der Lahr-Emmendinger Vorberge und den Transport des Feinmaterials über erhebliche Entfernungen.

Teile der vom Menschen geschaffenen Naturräume muß oder besser will der Mensch heute mit hohem finanziellen Aufwand vor sich selbst schützen: Das Naturschutzgebiet Elzwiesen ist z.B. ein vom Menschen stark überprägter Abschnitt im Elzlauf. An dieser Stelle ist die Elz kanalisiert, die noch im 19. Jahrhundert landschaftsprägenden Mäanderschlingen sind verfüllt, die ehemalige Auenlandschaft ist von zahlreichen geradlinig und parallel verlaufenden Bewässerungsgräben durchzogen. Hier wird besonders deutlich, daß die vom Menschen als schützenswert betrachteten Naturräume heute nur noch eine Erhaltung eines Zustands einer Kulturlandschaft sein können.

4 Pollenanalytische Untersuchung und Vegetationsgeschichte

Anhand eines Bohrkerns aus den Lahr-Emmendinger Vorbergen wurde zur Rekonstruktion der Vegetationsgeschichte eine Pollenanalyse durchgeführt. Zur Gewinnung eines geeigneten Bohrkerns wurde im südöstlichen Bereich des Bleichheimer Beckens (siehe Kap. 3.5.2) eine Rammkernsonden-Bohrung niedergebracht. Der Standort liegt in der Mitte einer etwa 250 m² großen Riedfläche, die vorwiegend mit Schilf, Riedgrasgewächsen und wenigen Weiden bewachsen ist. Die weniger feuchten Bereiche des Bleichheimer Beckens werden ackerbaulich genutzt. An den lößüberkleideten Hängen herrschen Sonderkulturen (Wein, Obst) vor. Der Bleichbach fließt am Nordrand des Beckens in 500 m Entfernung zur Bohrstelle. Diese Lokalität wurde nach zahlreichen Sondierungen ausgewählt, da hier eine Probe aus 490 bis 520 cm Tiefe mit einem ¹⁴C-Alter von 11 100±700 BP vorlag (MÄCKEL et al. 1998). Bohrstangen-Sondierungen in anderen, meist flachgründigeren Rieden oder Feuchtgebieten den Emmendinger Vorberge ließen hingegen kein vollständiges natürliches Archiv erwarten. Viele der untersuchten ehemaligen Riedflächen werden ackerbaulich (z.B. nördlich Tutschfelden) oder durch Waldplantagen (Ettenheimweiler, Altdorf) genutzt.

4.1 Bohrkern Bleichheimer Becken

Die Bohrung im Bleichheimer Becken wurde im Dezember 1998 mit einem Rammkernsonden-Bohrgerät durchgeführt. Bei der Endtiefe von 550 cm u. GOF wurde ein grauweißes und stark toniges Sediment angetroffen. Der Riedtorf reichte bis 50 cm Tiefe, es folgte bis 540 cm toniger Schluff, der bei 330 cm und 500 cm u. GOF von schluffigen Sandlagen unterbrochen wurde (Abb. 4.2). Der Bohrkern wurde in Plexiglasentnahmehülsen geborgen, zur pollenanalytischen Untersuchung in Abständen von 5 cm geschnitten und chemisch aufbereitet.

Zur ¹⁴C-Datierung wurden 12 Proben in Abständen von 50 cm entnommen. Lediglich die ersten beiden Beprobungen erfolgten bei 30 bzw. 60 cm u. GOF, die unterste in 540 cm

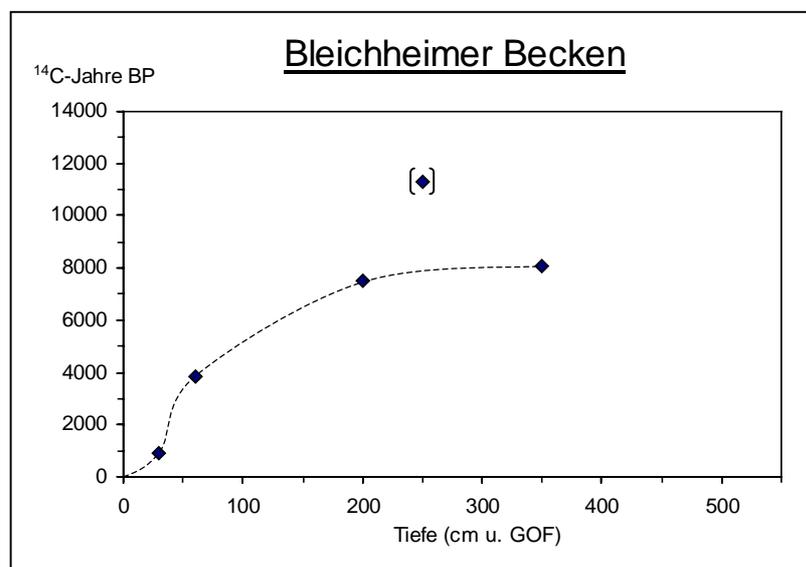


Abb. 4.1: ¹⁴C-Alter/Entnahmetiefe-Bezugskurve im Ried des Bleichheimer Beckens.

Tiefe. Da die untersuchten Sedimente im Bleichheimer Becken zum einen durch Kolluvienbildung und zum anderen durch Ablagerung von Auensedimenten entstanden sind, ist der organische Gehalt in den Proben unterschiedlich hoch. Dadurch lieferten die Proben in 100, 450, 500 und 540 cm Tiefe aufgrund von zu geringem Kohlenstoffgehalt bei der ^{14}C -Datierung kein Ergebnis. Die Abbildung 4.1 zeigt, daß die Sedimentation nicht linear erfolgt ist. Ein Alter von etwa 8000 Jahren BP liegt in 350 cm Tiefe vor, 4000 Jahre BP ergab eine Probe bei 60 cm u. GOF. Bereits bei 30 cm u. GOF ergab die Probe ein ^{14}C -Alter von 895 ± 42 Jahren BP. Ein Großteil der untersuchten Sedimente im Bleichheimer Becken wurden nach diesen Datierungen im Atlantikum abgelagert. In 250 cm Tiefe wurde ein Alter von über 11 000 Jahren BP gemessen. Angesichts der weiteren Datierungen in diesem Profil und der Erkenntnisse aus der Vergleichsbohrung Bleichheimer Becken (Abb. 3.28) ist diese Altersangabe als zu hoch zu bewerten. Es ist möglich, daß durch einen Hartwassereffekt ein zu hohes Datum gemessen wurde. Zwar sind die Sedimente bis 480 cm u. GOF kalkfrei, jedoch handelt es sich um Schwemmlöß, der bei der Ablagerung durchaus kalkhaltig gewesen sein kann. Die völlige Entkalkung erfolgte erst später. Bei diesem Datum ist es denkbar, daß die beprobten organischen Pflanzenreste fossilen, inaktiven Kalk assimiliert haben. Dadurch besitzen sie eine niedrige ^{14}C -Anfangskonzentration, die zu einem höheren als dem normalen ^{14}C -Alter führt (LANG 1994). Die intensive Sedimentationsphase zwischen 8000 und 4000 BP im Bleichheimer Becken kann diesen Effekt durch verstärkte Ablagerung von kalkhaltigem Schwemmlöß bewirkt haben, der in den anderen Proben nicht erkennbar, aber auch nicht auszuschließen ist.

4.2 Beschreibung des Pollendiagramms

Das Pollendiagramm weist zwei Lücken auf: Sie liegen bei 330 und 500 cm u. GOF. Hierbei handelt es sich um sandige Lagen, in denen keine oder nur sehr wenige Pollenkörner erhalten waren. Auch bei 70 und 400 cm u. GOF konnte bei einigen Proben keine ausreichende Pollenkonzentration festgestellt werden. Die extrem hohen Prozentanteile der Moor- und Wasserpflanzen zwischen 50 und 125 cm u. GOF sind ein Hinweis auf selektive Pollenzersetzung. Die Bereiche mit geringer Pollenkonzentration geben die Werte der gezählten Gesamtpollensumme (ohne Moor- und Wasserpflanzen) im Nichtbaumpollendiagramm wieder (Abb. 4.3). Trotz dieser Lücken, die eine verlässliche Interpretation nur mit Einschränkungen zulassen, kann das Pollenprofil über die Entwicklung der Vegetation in den Lahr-Emmendinger Vorbergen Auskunft geben, da die Ergebnisse mit den pollenanalytischen Arbeiten von FRIEDMANN (1999, 2000) im Oberrheintiefland und Schwarzwald verglichen werden können. Insbesondere finden die Pollenanalysen aus der Freiburger Bucht (Wasenweiler Ried Ost und West) und aus dem Mittleren Talschwarzwald (Farnberg-Korallenhäusle, Schurtenseekar, Oberes Dümpfle-Kar) Beachtung (FRIEDMANN 1999).

Im folgenden werden zunächst die ‚lokalen Pollenzonen‘ (LPZ) vom Älteren zum Jüngeren, also von unten nach oben, beschrieben. Anschließend erfolgt die vegetationsgeschichtliche Interpretation des Diagramms.

LPZ 1 (548-515 cm u. GOF): Pinus – Corylus – NBP

Pinus dominiert im Baumpollendiagramm mit Werten zwischen 65 und 95 %, der Nichtbaumpollenanteil erreicht insgesamt 15 % und *Corylus* hat einen Anteil von etwa 10 %. An Gehölzen sind noch *Betula* sowie vereinzelt *Alnus* und *Salix* vertreten. Die *Poaceen* kennzeichnen den Kräuterpollentyp, knapp zwei Prozent erreichen die *Cichoriaceen*. Als Einzelfund ist *Dryas Octopetala* vertreten. An Moor- und Wasserpflanzen sind *Cyperaceen* und *Polypodiaceen* vorhanden.

Hiatus (515-470 cm u. GOF)

LPZ 2 (470-430 cm u. GOF): Pinus

In diesem Abschnitt liegen die *Pinus*-Werte meist weit über 80 %. Der Anteil an *Corylus*, *Salix* und *Poaceen* ist merklich zurückgegangen. *Betula* ist mit zwei bis drei Prozent wie in der LPZ 1 vertreten, *Quercus* macht seine erste Erscheinung im Pollenprofil.

Grenze der LPZ: Anstieg von *Corylus*, *Poaceen*, ferner *Quercus*.

LPZ 3 (430-360 cm u. GOF): Pinus – Corylus

Der Anteil an *Pinus* bleibt hoch, es erfolgt in diesem Abschnitt aber insgesamt eine Zunahme von *Corylus* und *Poaceen*. *Tilia* tritt zum ersten Mal auf, bei den Nichtbaumpollen erscheinen *Artemisia* und *Filipendula*.

Grenze der LPZ: Rückgang von *Pinus*. Anstieg *Quercus*, *Corylus* und NBP.

LPZ 4 (360-170 cm u. GOF): Pinus – Corylus – EMW

In dieser LPZ liegt die zweite Lücke bei 360 cm u. GOF. Geprägt wird das Profil von zwei tiefen Einschnitten in der Baumpollenkurve bei 350 und 200 cm u. GOF, die auf einen kurzzeitigen Rückgang von *Pinus* zurückzuführen sind. Im Gegensatz hierzu steigen bei diesen *Pinus*-Minima vor allem die *Poaceen* und mit kurzer Verzögerung auch *Quercus* und *Corylus* erheblich an. Insgesamt bleibt jedoch auch in diesem Abschnitt *Pinus* mit durchschnittlich 65 % Anteil die wichtigste Baumart, es treten aber vermehrt *Quercus*, *Tilia* und *Ulmus* auf. Eiche, Ulme, Linde, Esche und Ahorn bilden die Komponenten des Eichenmischwalds (EMW bzw. *Quercetum mixtum*). Erstmals tritt *Plantago lanceolata* in etwa 300 cm Tiefe auf, *Cerealia* findet sich vereinzelt ab 220 cm u. GOF. Als weitere Kräuterpollentypen sind *Asteraceen*, *Bidens* und *Cichoriaceen* vermehrt vorhanden. Bei den Moor- und Wasserpflanzen erreichen die *Polypodiaceen* Werte von über 100 %, da sie in die Gesamtpollensumme nicht einberechnet werden.

Grenze der LPZ: Kräftiger *Pinus*-Rückgang, Zunahme der NBP sowie von *Abies* und *Fagus*.

LPZ 5 (170-125 cm u. GOF): Abies – EMW

Zwar nimmt der NBP-Anteil nun kontinuierlich zu, es dominieren aber die Baumpollen des Eichenmischwalds und vor allem von *Abies* mit knapp 15 %. *Fagus* erreicht in diesem Abschnitt ein sekundäres Maximum, und *Quercus* ist mit maximal zehn Prozent vertreten. *Ulmus* hingegen ist hier nicht mehr vertreten. Die NBP setzen sich insbesondere aus *Poaceen* und *Cichoriaceen* zusammen, die *Cerealia* sind erstmals mit knapp einem Prozent vertreten.

Grenze der LPZ: Rückgang von *Abies*, starke Zunahme der NBP.

Bleichheimer Becken (183 m ü. NN) Baumpollendiagramm

Prozentpollendiagramm (Pollenanalyse: R. Schneider)

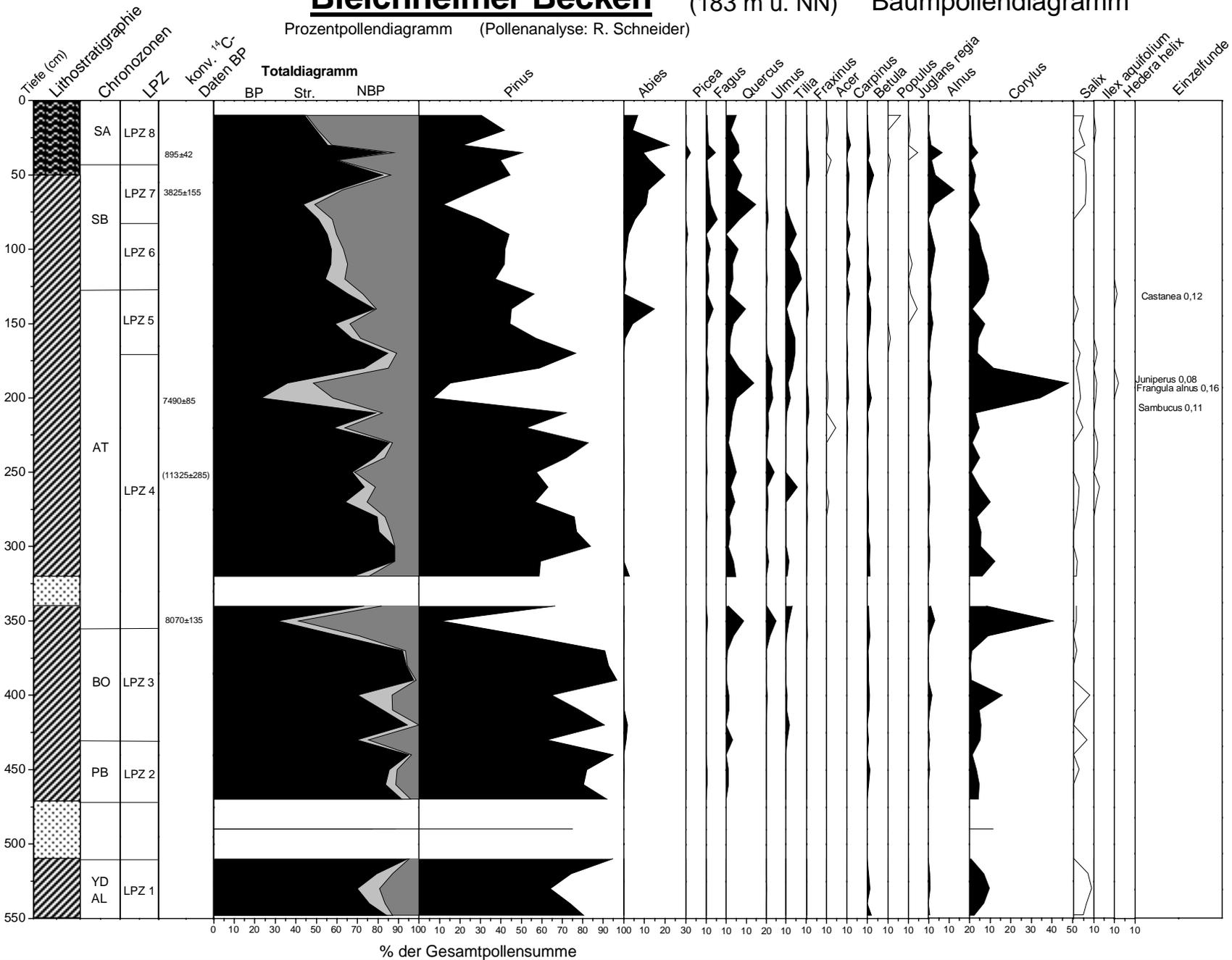
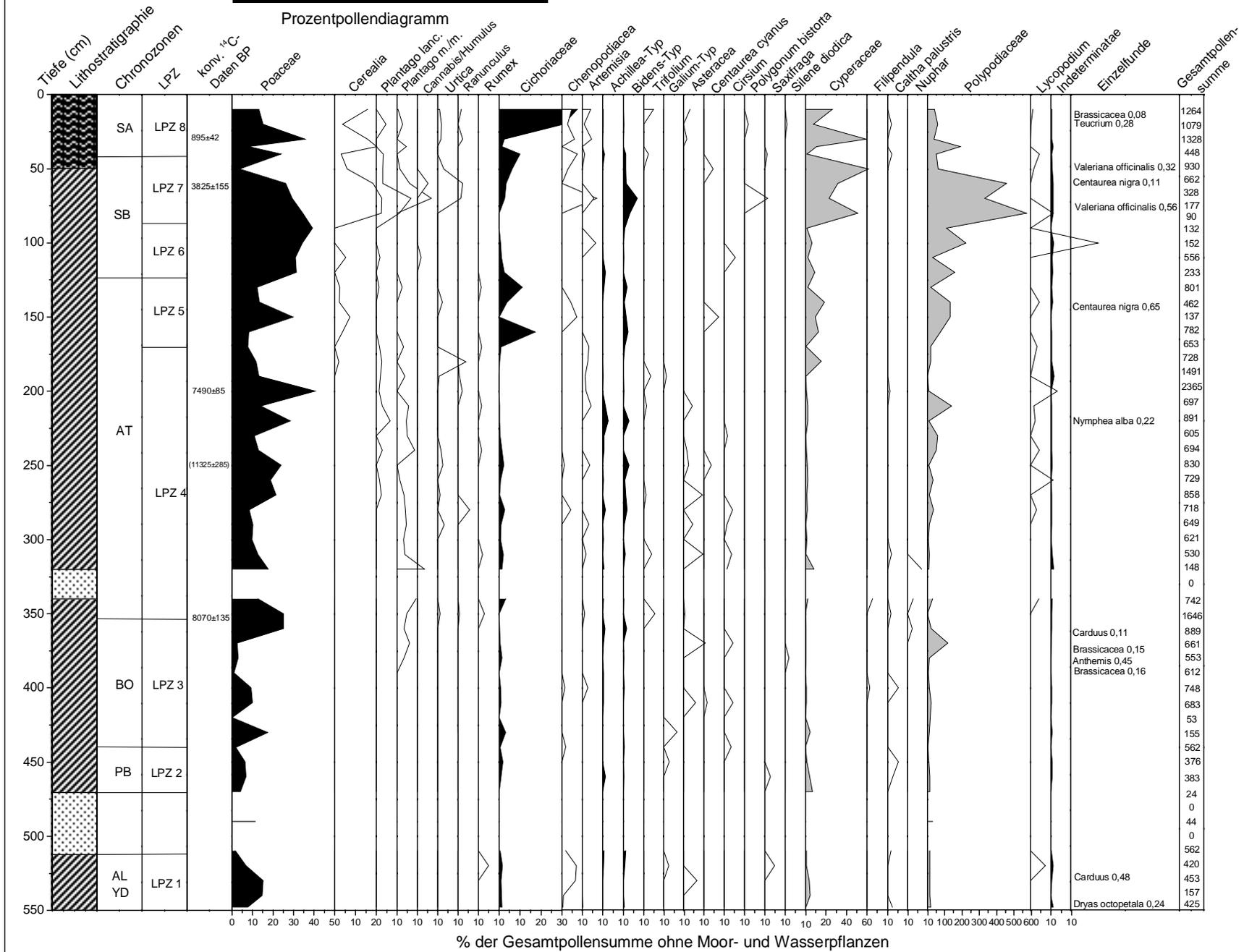


Abb. 4.2: Baumpollendiagramm zur Pollenanalyse Bleichheimer Becken (Emmendinger Vorberge).

Bleichheimer Becken

Nichtbaumpollendiagramm

Abb. 4.3: Nichtbaumpollendiagramm zur Pollenanalyse Bleichheimer Becken (Emmendinger Vorberge).



LPZ 6 (125-80 cm u. GOF): NBP – EMW

Die Zahl der NBP steigt stetig an und erreicht einen Anteil von über 40 %. Es handelt sich hierbei vor allem um *Poaceen*, *Cerealia* sind nur gering vertreten. Auffällig ist auch eine spürbare Zunahme von *Corylus*. Der EMW setzt sich vor allem aus *Quercus* und *Tilia* zusammen, aber auch aus *Alnus* und *Carpinus* (unter ein Prozent) sind präsent. Während die *Pinus*-Kurve um 40 % pendelt, ist jene von *Abies* auf unter drei Prozent zurückgegangen. *Fagus* ist mit Werten um 2 % kontinuierlich vertreten.

Grenze der LPZ: Zunahme von *Abies*, *Fagus* und *Quercus*, sowie etwas später auch von *Pinus*.

LPZ 7 (80-40 cm u. GOF): *Abies* – EMW

Während die *Pinus*-Kurve in diesem Abschnitt zunächst auf zehn Prozent absinkt, um sodann wieder kräftig anzusteigen, steigen die *Abies*-Werte kontinuierlich bis 20 % an. Der EMW wird von einem Rückgang von *Tilia* aber auch von einer Zunahme von *Quercus* geprägt. Kurzfristig tritt zu Beginn des Abschnitts nochmals *Ulmus* auf, *Fraxinus* ist mit geringem Anteil vertreten. Einen schwankenden, aber merklich höheren Anteil erreicht *Fagus* mit drei bis sieben Prozent. Während die *Poaceen*-Werte sinken, erreichen die Pollen der *Cerealia* ein Maximum von über zwei Prozent, und *Plantago lanceolata* ist kontinuierlich nachweisbar. Vereinzelt kommen auch *Cannabis/Humulus* vor. Auch *Urtica*, *Cichoriaceen* und *Bidens* sind vertreten. Einen extrem hohen Anteil erreichen die Moor- und Wasserpflanzen durch die *Cyperaceen* (rechnerisch 60 %) und *Polypodiaceen* (hochgerechnet 550 %)

Grenze der LPZ: Zunahme der NBP.

LPZ 8 (40-0 cm u. GOF): NBP – *Pinus*

Zu Beginn des letzten Abschnitts wird ein allgemeiner Rückgang der Baumpollen verzeichnet, lediglich *Pinus* weist nochmals einen kurzen Anstieg auf. Mit dem leichten Rückgang von *Pinus* in der zweiten Hälfte dieser Pollenzone steigen die *Abies*-, *Quercus*- und *Populus*-Werte nochmals geringfügig an. Insgesamt geht der Baumpollenanteil auf unter 40 % zurück. Die Zunahme des NBP-Anteils ist maßgeblich auf das Maximum der *Cichoriaceen* (38 %) zurückzuführen, während die *Poaceen*-Kurve einen leichten Rückgang aufzeigt. Die extrem hohen Werte der Moor- und Wasserpflanzen der vorherigen LPZ sind zurückgegangen, *Cyperaceen* erreichen 20-30 %, die *Polypodiaceen* liegen unter 100 %.

Chronostratigraphische Einordnung des Profils

Aufgrund der Verteilung der ^{14}C -Daten ist die chronostratigraphische Einordnung des Profils nicht genau einzugrenzen. Nach pollenfloristischen Gesichtspunkten und angesichts der ^{14}C -Datierungen kann die Zonierung des Diagramms wie in Tabelle 4.1 vorgenommen werden.

Tab. 4.1: Zonierung des Pollendiagramms Bleichheimer Becken.

Vegetationsgeschichtliche Einteilung	^{14}C -Daten in Chronozonen (cm u. GOF)	Pollenfloristische Zonierung	
		(cm u. GOF)	LPZ
Subatlantikum	30	40-0	LPZ 8
Subboreal	60	125-40	LPZ 6 + 7
Atlantikum	350 u. 200	360-125	LPZ 4 + 5
Boreal	–	430-360	LPZ 3
Präboreal	–	470-430	LPZ 2
Alleröd /Jüngere Dryas	–	548-515	LPZ 1

Die Waldgeschichte

Spätglazial (Alleröd/Jüngere Dryas 12 000 - 10 000 BP)

Das Pollendiagramm Bleichheimer Becken erfaßt das Alleröd und die Jüngere Dryas. Kiefern beherrschen das Waldbild, nur wenige Birken sind vorhanden. Die Hasel ist ebenfalls bereits verbreitet. Entlang der Gewässer stocken einige Weiden und Erlen. Daß es sich jedoch nicht um einen dichten Wald handelt, sondern noch eine lichte Vegetationsbedeckung vorhanden ist, zeigen die mit 15 % an der Pollensumme beteiligten, zu den Pioniergesellschaften und Steppenrasen gehörenden Taxa (BURGA & PERRET 1998) *Saxifraga*, *Dryas octopetala*, *Chenopodiaceae* sowie auch die weit verbreiteten *Poaceen*. Aufgrund der sich anschließenden Profillücke lassen sich Alleröd und Jüngere Dryas nicht genau ausgliedern. Die wärmeliebende Hasel deutet auf das Alleröd hin, während das vereinzelte Auftauchen der Birken und Weiden auf den Übergang zur Jüngeren Dryas hinweist (FRIEDMANN 1999).

Präboreal (10 000 - 9000 BP)

Im Präboreal verdichtet sich der Wald, der Anteil an Strauch- und Gräserpollen sinkt. Die Kiefer wird zur dominierenden Baumart. Hingegen werden Birke, Hasel und Weide etwas zurückgedrängt. Ein etwas milderer Klima wird durch das Einwandern der Eiche angezeigt.

Boreal (9000 - 8000 BP)

Im Boreal können sich Hasel und Weide zu Lasten der Kiefer wieder vermehrt ausbreiten. Auch der Anteil der Eiche an der Waldzusammensetzung nimmt zu. Nun wandert auch die Linde ein und etwas später die Ulme.

Atlantikum (8000 - 5000 BP)

Insgesamt wird das Atlantikum von einem Rückgang des Kiefernbestands und von einer Ausbreitung des Eichenmischwalds geprägt. Den größten Anteil am Eichenmischwald hat die

Eiche, gefolgt von der Linde, der Ulme und der Esche. Ein mildes, atlantisches Klima wird von der Stechpalme angezeigt. Neben diesen übergreifenden Entwicklungen zeigt das Pollenprofil jedoch für das Atlantikum eine sehr bewegte Dynamik der Vegetation.

Zu Beginn des Atlantikums (8000 BP) erfolgt ein abrupter Rückschlag des Kiefernanteils auf unter 20 %. Insgesamt sinkt der Anteil der Baumpollen in dieser nur kurz andauernden Phase auf unter 40 %, so daß sich vor allem Gräser und Kräuter ausbreiten können. Der niedrige Baumpollenanteil weist auf eine erstmalige Entwaldung der Vorbergzone im Holozän hin. Da noch keine Kulturzeiger in der Vegetationszusammensetzung vorhanden sind, ist dieser Waldrückgang auf einem Klimarückschlag oder auf ein natürliches Großereignis wie Windwurf zurückzuführen. Die Schäden, die durch den Orkan Lothar vom 26.12.1999 verursacht wurden, haben gezeigt, daß innerhalb weniger Stunden auf natürliche Weise große Lichtungen in geschlossenen Wäldern entstehen können (Photo 11 im Anhang). POTT (1997) schließt nicht aus, daß kurzfristige Offenbereiche auch durch Überalterung der Wälder, größere Tierherden oder Nager (Biber) hervorgerufen werden können. Dadurch kann sich kurzzeitig die Hasel massenhaft ausbreiten. Auch die Eichen, Ulmen und Linden können sich weiter vermehren. Die Esche nutzt ebenfalls den Rückgang des Waldanteils zur Einwanderung und die Buche tritt erstmals sporadisch auf.

Dieser Rückschlag der Kiefer (und dadurch der bewaldeten Fläche) währt nur kurz, sie faßt bald wieder Fuß, drängt die Hasel und die Eiche wieder zurück und pendelt fortan um einen Anteil von 60 % an der Pollensumme. Es kommt nun auch der Ahorn vereinzelt vor.

Nur 500 Jahre nach dem ersten abrupten Rückgang der Kiefer erfolgt um 7500 BP ein zweiter Einschnitt und der Kiefernanteil sinkt wiederum auf Werte unter 20 %. Wieder kann sich die Hasel massenhaft ausbreiten, mit zeitlicher Verzögerung kann sich auch die Eiche vermehren und die Hainbuche erstmals erscheinen. Da nun bereits Kulturzeiger (Getreidepollen und Spitzwegerich) vorhanden sind, kann dieser Rückgang der Bewaldung auf anthropogene Einflüsse zurückgeführt werden, während dies für die erste Entwaldung nicht nachgewiesen werden kann.

Nach diesem Waldrückgang kann sich die Kiefer zwar kurzzeitig wieder ausbreiten, sie ist aber von nun an nicht mehr die einzig dominierende Baumart. Die Eiche ist bereits fester Bestandteil in der Waldzusammensetzung und die Buche tritt vermehrt auf. Die Hasel wird nun stark zurückgedrängt und die Ulme verschwindet zunächst gänzlich aus dem Vegetationsbild (sog. Ulmenfall). Im späten Atlantikum treten erstmals Walnuß und Kastanie auf. Die Ausbreitung der Tanne erfolgt zu dieser Zeit zunächst sprunghaft, geht sodann aber wieder deutlich zurück. Hier ist mit einem Eintrag aus dem Mittleren Schwarzwald durch Pollenflug zu rechnen.

Subboreal (5000 - 2500 BP)

Im Subboreal geht der Anteil der Baumpollen kontinuierlich auf etwa 40 % zurück. Gräserpollen, Getreidepollen und Spitzwegerich zeigen ein landwirtschaftlich genutztes Offenland an. Es ist anzunehmen, daß ein Großteil der Baumpollen durch Pollenflug aus den höheren Lagen der Vorberge und aus dem Mittleren Schwarzwald, aber auch von den Niederterrassenflächen des Oberrheintieflands eingetragen worden sind. Zu Beginn des Subboreals setzen sich die Gehölze vorwiegend aus Kiefer, Eiche, Linde und Hasel zusammen. Im späten Subboreal geht der Kiefernanteil stark zurück. Es breiten sich vor allem Tannen und Eichen aus. Etwa um 4000 BP erreicht der Baumpollenanteil ein Minimum im Subboreal, das diesmal nicht von einer Ausbreitung der Hasel begleitet wird. Es vermehren sich vor allem Gräser, Riedgräser und Tüpfelfarne. Da die Farne meist kalkmeidend sind

(ROTHMALER 1994), muß der kräftige Polleneintrag aus den Buntsandsteingebieten stammen. Dies zeigt, daß auch hier die Hänge nicht mehr dicht bewaldet waren. Der anschließende rasche Anstieg der Baumpollen wird vor allem durch die Ausbreitung der Kiefer und der Tanne bewirkt.

Subatlantikum (2500 - heute)

Der hohe Baumpollenanteil, den das Diagramm noch für das Subboreal anzeigt, sinkt im Subatlantikum rasch. Hierfür ist vor allem der Rückgang der Tanne verantwortlich, aber auch Buche, Eiche und Erle treten zurück. Es dominieren nun Gräser und Korbblütler. Das Pollenspektrum zeigt ein Offenland mit Wiesen und ackerbaulicher Nutzung auf. Einige Weiden begleiten die Gewässer.

Die Waldentwicklung unter anthropogenem Einfluß

Aufgrund des Sedimentationsgeschehens gibt das Pollendiagramm die Waldentwicklung im Mesolithikum und Neolithikum durch eine Profilmächtigkeit von etwa 470 cm mit hoher Auflösung wieder. Auf die Bronze-, Eisen-, Römer- und Alamannenzeit sowie auf das Frühmittelalter entfallen lediglich 45 cm der Profillänge, die übrigen 30 cm umfassen die Zeit vom Hochmittelalter bis heute.

Spätpaläolithikum (bis 8000 v. Chr.; 550 - ca. 480 cm u. GOF)

Im Spätglazial hinterließ der Mensch noch keine Spuren, die sich auf das Pollenspektrum ausgewirkt haben. Er streifte als Jäger und Sammler durch eine Tundren- bzw. Steppenlandschaft mit lichten Kiefernwäldern (KÜSTER 1995). Das Spätpaläolithikum ist im Pollendiagramm durch eine fast gänzlich pollenfreie, sandige Lage vom Mesolithikum getrennt. Es muß ein Hochwasser oder eine Phase mit erhöhter Hochwasserfrequenz stattgefunden haben, wobei weite Bereiche des Bleichheimer Beckens erfaßt wurden. Das im Mittleren Schwarzwald erodierte sandige Material bildet eine etwa 40 cm mächtige pollenfreie Lage.

Mesolithikum (8000 - 5500 v. Chr.; ca. 480 - 200 cm u. GOF)

Das Mesolithikum wird im Pollendiagramm besonders detailliert wiedergegeben und ist durch zwei ¹⁴C-Datierungen chronostratigraphisch gut einzuordnen. Die Zeitmarke 8000 BP mit einem auffälligen Waldrückgang und einem anschließenden Hochwasserereignis ermöglicht eine Unterscheidung von zwei Phasen, die als Früh- und Spätmesolithikum bezeichnet werden sollen. Im gesamten Mesolithikum war der Mensch noch nicht ortsfest, d.h. er streifte als Jäger und Sammler durch die Wälder und hielt sich nur kurzfristig in Freilandstationen auf. Im Frühmesolithikum war der Wald meist sehr dicht, der Baumpollenanteil erreicht über 90 %. Um 8000 BP erfolgte ein abrupter Waldrückgang. Der Baumpollenwert sinkt auf 30 %, was nach RÖSCH (1994) eine waldfreie Landschaft bedeutet. Aus dem Pollenspektrum läßt sich kein direkter anthropogener Einfluß ableiten. Es muß also ein durch Windwurf, Überalterung des Baumbestands oder durch größere Tierherden verursachter Offenlandbereich entstanden sein. Auf eine reduzierte Vegetationsbedeckung deuten auch die sich anschließenden Hochwassersedimente, die durch verstärkten Oberflächenabfluß im Bleichheimer Becken abgelagert wurden. Auffällig ist hier ein erstes Auftauchen der Buche, die im weiteren Verlauf erst zu Beginn des Neolithikums wieder an Bedeutung gewinnt.

Denkbar ist, daß das frühe Auftauchen der Buche durch die kurzzeitig offenen Flächen begünstigt wurde (POTT 1993). Es folgte im Spätmesolithikum eine weitgehende Wiederbewaldung, wobei allerdings maximal noch einen Baumpollenanteil von 83 % erreicht wird, insgesamt bewegen sich jedoch die Werte um 70 %. Dies bedeutet eine Waldbedeckung von 40 bis 70 %. Der Mensch scheint diese im Vergleich zum Umland recht lichten Wäldern bzw. örtlich offenen Landschaften als bevorzugten Siedlungsraum genutzt zu haben. Schon bald erscheinen Kulturzeiger (LANG 1994) wie *Plantago lanceolata* im Vegetationsbild. Auch Ruderalpflanzen wie *Urtica*, *Chenopodiaceen* oder *Artemisia* treten vermehrt auf. Am Übergang des Spätmesolithikums zum Neolithikum treten vereinzelt die ersten Getreidepollen auf.

Neolithikum (5500 - 2200 v. Chr.; 200 - ca. 75 cm u. GOF)

Ein weiterer markanter Waldrückgang um 7500 BP kennzeichnet den Beginn des Neolithikums. Vor allem die Kiefer wird stark zurückgedrängt, die Hasel kann sich dadurch kurzzeitig massenhaft ausbreiten. Die Buche wandert ein und ist von nun an kontinuierlich vorhanden. Auch Getreidepollen und Spitzwegerich sind von nun an häufiger vertreten, aber erst vom späten Neolithikum an kontinuierlich vorhanden. Diese schlagartige Veränderung der Vegetationsentwicklung weist durch das Auftreten der Kulturzeiger auf anthropogene Ursachen hin. Sie fällt tatsächlich mit der ‚Neolithischen Revolution‘ zusammen, die nach DEHN (1999) in den Gunstlagen des südlichen Oberrheintieflands bereits Mitte des 6. Jahrtausends v. Chr. einsetzte. Aus dem Nahen Osten wurde zu diesem Zeitpunkt eine neue Wirtschaftsform eingeführt, die auf Anbau von Nutzpflanzen und Tierhaltung basiert. Um 7500 BP wanderten also die ersten Bauern in den Raum ein, die mit Beilen und Äxten den relativ lichten Wald rodeten und ihre Felder und kleinen Siedlungen, die aus Langhäusern bestanden, anlegten. Gerade im Bereich des Bleichheimer Beckens liegen aufgrund der Lößböden, der Nähe zu einem Fließgewässer und des milden Klimas günstige Siedlungsbedingungen vor. Zwar konnte sich der Wald nochmals kurzfristig ausweiten, insgesamt betrachtet sinkt jedoch der Baumpollenanteil im Neolithikum von etwa 80 % auf 45 %. Nach RÖSCH (1994) bedeutet dies einen Rückgang der Waldbedeckung von knapp 60 % auf etwa 10 %. Auffällig ist eine starke Zunahme der Gräser und Riedgrasgewächse im späten Neolithikum, was auf eine verstärkte Weidennutzung im Bleichheimer Becken hinweist.

Bronzezeit bis Frühmittelalter (2200 v. Chr. - 1024 n. Chr.; 75-30 cm u. GOF)

Nachdem das Pollendiagramm bis zum Ende des Neolithikums eine gute Auflösung ermöglichte, wird der über 3000 Jahre lange Zeitraum von der Bronzezeit bis zum Frühmittelalter nur von einem sehr kurzen Profilabschnitt wiedergegeben. Trotzdem können einige wichtige Punkte abgelesen werden. Zu Beginn der Bronzezeit erreichte das Offenland die größte Ausdehnung einer seit dem Neolithikum andauernden Rodungsphase. In der mittleren Bronzezeit kam es zu einer Wiederbewaldung, die alsbald wieder einen starken Rückgang erfuhr, der wohl in die Eisen- und Römerzeit zu stellen ist. Anschließend erfolgte eine weitere Wiederbewaldungsphase, die bis in das Frühmittelalter anhielt.

Hochmittelalter und Neuzeit (1024 n. Chr. - heute; 30-0 cm u. GOF)

Das Pollendiagramm zeigt für das Hochmittelalter einen einschneidenden Baumpollenrückgang, der vor allem auf den Rückgang der Kiefer und der Tanne zurückzuführen ist. Gleichzeitig ist eine Zunahme der Getreidepollen zu verzeichnen. Hier ist deutlich der Zusammenhang zwischen der von den Klöstern ausgehenden hochmittelalterlichen Rodungen

und der Erschließung des Schwarzwalds im Pollenspektrum zu erkennen. Gerade der starke Rückgang der Tanne im Pollendiagramm ist ein Zeichen für den Ausbau der Siedlungen im Hochmittelalter, da sie als Bauholz bevorzugt wurde (KÜSTER 1989, 1998).

4.3 Der anthropogene Einfluß auf die holozäne Vegetationsgeschichte im Oberrheintiefland

In Tabelle 4.2 werden die Ergebnisse der Pollenanalyse Bleichheimer Becken mit jenen von FRIEDMANN (1999) im Wasenweiler Ried bezüglich des anthropogenen Einflusses auf die Vegetationsgeschichte im Oberrheintiefland verglichen. Vor allem das Verhältnis von Wald zu Offenland und das Auftreten von Kulturzeigerarten geben Aufschluß über den

Tab. 4.2: Waldanteil, Offenland und Kulturzeiger im Holozän in den Pollendiagrammen des südlichen Oberrheintieflands.

Kulturperiode	Bleichheimer Becken	Wasenweiler Ried Ost (Quelle: FRIEDMANN 1999)
Neuzeit (1500 - 2000 n. Chr.)	Offenland (Waldanteil unter 10 %) Weide und Getreideanbau	(nicht erfaßt)
Spätmittelalter (1254 - 1500 n. Chr.)		
Hochmittelalter (1024 - 1254 n. Chr.)		
Frühmittelalter (482 - 1024 n. Chr.)	Abnahme des Offenlandes (ca. 50 % Waldanteil)	geringfügige Abnahme des Offenlandes
Alamannenzeit (260 - 482 n. Chr.)		
Römerzeit (58 v. Chr. - 60 n. Chr.)	Offenland (ca. 30 % Waldanteil) Zunahme der Getreidepollen	Offenland (ca. 25 % Waldanteil) Getreidepollen kontinuierlich
Eisenzeit (800 - 58 v. Chr.)		
Bronzezeit (2200 - 800 v. Chr.)	Wiederbewaldung (ca. 60 % Anteil)	Wiederbewaldung
	Offenland – Weide, Getreidepollen kontinuierlich	Offenland – Weide
Neolithikum (5000 - 2200 v. Chr.)	Offenland – vorwiegend Weide, Getreideanbau	5500 - 4900 BP Wiederbewaldung ab 6000 BP Kulturzeiger (Getreide) Waldrückgang durch Rodung
	Wiederbewaldung (ca. 60 % Anteil) Kulturzeiger Waldrückgang durch Rodung	
Mesolithikum (8000 - 5500 v. Chr.)	7500 BP Kulturzeiger (Getreide) ab 8000 BP: 55-70 % Waldanteil bis 8000 BP: ca. 90 % Waldanteil	keine pollenanalytisch nachweisbaren Veränderungen durch den Menschen

anthropogenen Einfluß auf die Geschichte der Vegetation. Große Übereinstimmungen finden sich in den Wald- bzw. Offenlandphasen. Die erste große Rodungsphase findet zu Beginn des Neolithikums statt. Zwar folgt zunächst nochmals eine geringfügige Wiederbewaldung, aber bis zur Bronzezeit erreicht das Offenland die bislang größte Ausdehnung im Holozän. Ab etwa 3800 BP ist wiederum eine Zunahme des Waldanteils festzustellen. Die Eisen- und Römerzeit ist hingegen von weiten Offenlandflächen bei geringerer Bewaldung gekennzeichnet. Von der Alamannenzeit bis zum Frühmittelalter nimmt der Waldanteil nochmals zu, bevor im Hochmittelalter die letzte Rodungsphase beginnt.

Merkliche Unterschiede zwischen den Ergebnissen der beiden Pollenanalysen werden hingegen bezüglich des ersten Auftretens der Kulturzeigerarten deutlich. Im Bleichheimer Becken ist ein etwas früheres Erscheinen des Menschen festzustellen. Bereits am Übergang des Mesolithikums zum Neolithikum (um 7500 BP) treten hier die ersten Kulturzeigerarten auf, während dies im Wasenweiler Ried erst um 6000 BP der Fall ist. Das Wasenweiler Ried an sich ist siedlungsfeindlich, da es sich um ein Feuchtgebiet handelt. In geschützter Lage im Bleichheimer Becken bildeten Lößgebiete in Flußnähe hingegen ausgesprochene Gunsträume. Durch ein natürliches Ereignis (Windwurf, Überalterung des Baumbestands, Großwild) um 8000 BP war der Wald hier zudem besonders licht und leicht zu erschließen. Eine frühe Besiedlung günstiger Standorte ist auch von archäologischer Seite belegt (DEHN 1999). Das kontinuierliche Auftreten von Getreidepollen ist im Pollendiagramm des Bleichheimer Beckens bereits seit der Bronzezeit festzustellen, im Wasenweiler Ried jedoch erst seit der Eisenzeit. Beide Pollendiagramme zeigen, daß das Grünland den Schwerpunkt der Landwirtschaft bildete.

4.4 Vegetationsgeschichte der Emmendinger Vorberge, des Oberrheintief-lands und des Mittleren Schwarzwalds im Vergleich

Die Vegetationsgeschichte der Emmendinger Vorberge im Oberrheintiefland soll im folgenden einem Vergleich mit bereits bestehenden Arbeiten unterzogen werden (Tab. 4.3). Hierzu wird die Interpretation des Pollendiagramms mit der Vegetationsgeschichte des Oberrheintieflands und des Mittleren Schwarzwalds verglichen, um der Lage zwischen den beiden Naturräumen und dem Einfluß von Flugpollen gerecht zu werden. Dies ist auch notwendig, um die beiden Lücken, die das Pollendiagramm Bleichheimer Becken aufweist, zu schließen. Als Grundlage für diesen Vergleich werden die Ergebnisse der Arbeit von FRIEDMANN (1999) herangezogen, bei denen sämtliche pollenanalytischen Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des südlichen Oberrheintieflands und Schwarzwalds berücksichtigt wurden.

Die **Älteste Dryas (Ia)** wird durch das Pollendiagramm Bleichheimer Becken nicht erfaßt. Nach FRIEDMANN (1999) war das Oberrheintiefland lediglich licht mit Kiefern bewaldet, wobei auch Birken und Weiden auftraten. Im Schwarzwald hingegen herrschte noch eine Kräuter-Grassteppe bei kaltem und trockenem Klima.

Tab. 4.3: Vergleichende Vegetationsgeschichte der Emmendinger Vorberge, des Oberrheintieflands und des Mittleren Schwarzwalds.

Chronozone (konv. ¹⁴ C-Daten BP)	Firbas-Zone	Vegetationsphasen		
		Bleichheimer Becken/ Emmendinger Vorberge	Oberrheintiefland (FRIEDMANN 1999)	Mittlerer Schwarzwald (FRIEDMANN 1999)
Jüngeres Subatlantikum (1000 - heute)	X	Kulturlandschafts- zeit mit Kiefern-, Tannen- u. Mischwäldern	Kulturlandschafts- zeit mit Kiefern- u. Mischwäldern	Tannen - Fichten - Kiefernzeit
Älteres Subatlantikum (2500 - 1000)	IX			Buchen - Tannenzeit
Subboreal (5000 - 2500)	VIII	Kiefern - Eichenmischwald - Tannenzeit	Eichenmischwald - Kiefernzeit	Tannenzeit
Atlantikum (8000 - 5000)	VII/VI	Kiefern - Eichenmischwald - Haselzeit	Kiefern - Eichenmischwald - Haselzeit	Eichenmischwald - Haselzeit
Boreal (9000 - 8000)	V	Kiefern - Haselzeit	Jüngere Kiefern - Haselzeit	Hasel - Kiefernzeit
Präboreal (10 000 - 9000)	IV	Kiefernzeit	Kiefernzeit	Kiefern - Birkenzeit
Jüngere Dryas (11 000 - 10 000)	III	Kiefern - Hasel - Birkenzeit	Jüngere Kiefern - Birkenzeit	Birken - Kiefernzeit
Alleröd (12 000 - 11 000)	II		Ältere Kiefern - Haselzeit	–

Das **Alleröd-Interstadial (II)** wird im Oberrheintiefland infolge einer Klimaerwärmung durch das Einwandern von ersten anspruchsvollen Laubbäumen wie Hasel, Eiche und Ulme in einen bereits bestehenden, recht offenen Kiefern-Birkenwald geprägt. Im Schwarzwald bildete sich erst jetzt ein lichter Kiefern-Birkenwald aus, der die bislang vorherrschende Kräuter-Grassteppe verdrängte. Die **Jüngere Dryaszeit (III)** wird von einem Klimarückschlag geprägt, der im Schwarzwald eine erneute Ausbreitung der Kräuter-Grassteppe nach sich zog. Im Oberrheintiefland wurden Hasel, Eiche und Ulme wieder verdrängt, so daß wieder lichte Kiefernwälder mit geringem Birkenanteil dominierten. Im Pollendiagramm Bleichheimer Becken scheint gerade noch der Übergang vom Alleröd zur Jüngeren Dryas erfaßt zu sein, der von einem Rückgang der Hasel zugunsten der Kiefer markiert wird.

Durch die Erwärmung des Klimas im **Präboreal (IV)** konnte sich die Kiefer zur dominierenden Baumart im Oberrheintiefland ausbreiten. Im Schwarzwald kamen zu den Kiefern-Birkenwäldern noch wärmeliebende Gehölze wie Hasel, Eiche, Ulme und Erle hinzu. Das Pollenspektrum für die Emmendinger Vorberge zeigt für diese Zeit ein Vorherrschen der Kiefer, aber auch hier waren Eichen, Erlen und Haselsträucher deutlich vertreten.

Das Oberrheintiefland war im **Boreal (V)** von dichten Kiefern-Haselwäldern geprägt, in die nach und nach Ulme, Eiche und Linde einwanderten. Im Schwarzwald erfolgte zu dieser Zeit eine Massenausbreitung der Hasel. Erst im späten Boreal konnten hier Linde, Esche und Ahorn einwandern. In den Emmendinger Vorbergen herrschten Kiefern-Haselwälder mit geringem Anteil an Eichen, Linden, Birken und Erlen vor, was dem Vegetationsbild des Oberrheintieflands entspricht. Im Boreal war es etwa so warm wie heute, aber merklich feuchter.

Auch im **Atlantikum (VI u. VII)** stimmen die Pollenspektren des Oberrheintieflands und des Bleichheimer Beckens weitgehend überein, wobei die Eiche wohl in den Emmendinger Vorbergen sich etwas schneller verbreiten konnte als in der Rheinebene. Im Eichenmischwald konnte die Linde nur kurzfristig dominieren und die Hasel war durchgehend stark vertreten. Erstmals tauchte die Buche auf. Im Mittleren Schwarzwald setzten sich Eichenmischwälder und die Hasel durch, um 7000 BP konnte die Tanne einwandern. Dies macht sich in den Pollendiagrammen des Oberrheintieflands durch einen Anstieg der Tannenwerte am Ende des Atlantikums bemerkbar. Im Atlantikum wird der menschliche Einfluß auf die Vegetationszusammensetzung zunehmend deutlich. Rodungen, Siedlungen, Waldweide und Ackerbau prägten von diesem Zeitpunkt an die Entwicklung des Landschaftsbilds und der Vegetation. Das Klima im Atlantikum war feucht und warm-gemäßigt. Im Pollendiagramm Bleichheimer Becken sind zwei kurzzeitige, aber einschneidende Phasen mit sehr geringem Waldanteil um 8000 und 7500 BP festzustellen. Während der jüngere Rückgang auf Rodungstätigkeiten des Menschen zurückzuführen ist, ist das erste Ereignis nur mit natürlichen Faktoren (s.o.), die eine Verringerung des Waldanteils zur Folge hatten, zu erklären.

In den Wäldern des etwas kühleren und trockeneren **Subboreals (VIII)** blieb im Oberrheintiefland die Kiefer die wichtigste Baumart. Die Linde dominierte im Eichenmischwald nur kurzfristig, die Eiche konnte sich insgesamt besser ausbreiten. Leichte Zugewinne verzeichnete die Buche, die Hasel hingegen wurde zurückgedrängt. Die Aktivitäten des Menschen wurden vor allem durch Rodungen immer deutlicher. Im Mittleren Schwarzwald kam es zur Massenausbreitung der Tanne, was zu einer Verdrängung des Eichenmischwalds führte. Wiederum macht sich die Ausbreitung der Tanne im Pollendiagramm Bleichheimer Becken stark bemerkbar, was durch Pollenflug zu erklären ist.

Das **Subatlantikum (IX u. X)** wird von der Kulturlandschaft geprägt. Der hohe Nichtbaumpollenanteil in den Pollendiagrammen zeigt, daß der Anteil an bewaldeten Flächen bis unter fünf Prozent sinkt. Die Kiefer blieb neben dem Eichenmischwald die wichtigste Baumart des Oberrheintieflands. Im Mittleren Schwarzwald waren im Älteren Subatlantikum vorwiegend Buchen-Tannenwälder verbreitet. Erst im Jüngeren Subatlantikum, das von einer leichten Abkühlung und einer Zunahme der Niederschläge begleitet wurde, kam die Fichte hinzu. Durch forstwirtschaftliche Maßnahmen gingen Buche und Tanne stark zurück, da Fichte und Kiefer bevorzugt wurden. Auch im Atlantikum war die Tanne durch Fernflug im Pollendiagramm Bleichheimer Becken vertreten.

Zusammenfassung

Das Pollendiagramm Bleichheimer Becken spiegelt die Vegetationsentwicklung in den Emmendinger Vorbergen wider, wobei sich feststellen läßt, daß die Vegetationsphasen weitgehend synchron mit jenen des Oberrheintieflands nach FRIEDMANN (1999) verlaufen. Vergleichsweise hohe Tannenwerte seit dem Subboreal in den Vorbergen belegen einen größeren Eintrag an Flugpollen aus dem Schwarzwald in das am Rande des Mittelgebirges gelegene Bleichheimer Becken als in die Oberrheinebene. Bis in das Boreal folgte die Entwicklung der Vegetation vor allem den klimatischen Bedingungen. Mit der ersten Erwärmung des Klimas im Postglazial konnten sich in der Vorbergzone lichte Kiefernwälder ausbreiten. Die Temperaturen im Alleröd ließen sogar die Ausbreitung der Hasel zu, die jedoch durch den Kälterückschlag in der Jüngeren Dryas wieder zurückgedrängt wurde. Die parkähnlichen Wälder boten zu dieser Zeit keinen wirksamen Erosionsschutz für die Lößflächen, so daß es zur Abtragung des Feinmaterials und zur Schwemmlößbildung in den Tälern und Hangfußzonen kam. Im Präboreal, mit kalten Wintern aber warmen Sommern, konnte sich die Kiefer ausbreiten. Die Wälder waren nun dichter, wodurch die Erosionsprozesse zurückgingen und eine Bodenbildungsphase einsetzen konnte. Bis in das Atlantikum hielt die Entwicklungsphase der schwarzerdeähnlichen Böden bzw. der Feuchtschwarzerden unter den Kiefernwäldern an. Die Klimaerwärmung ermöglichte auch die Einwanderung von wärmeliebenden Bäumen wie Eichen, Ulmen und Linden, so daß die Wälder immer dichter wurden. Für den Menschen bot das Untersuchungsgebiet nun ebenfalls durch das warme Klima im Boreal und Atlantikum, den leicht bearbeitbaren Lößböden und der Nähe zu Fließgewässern günstige Siedlungsbedingungen. Zwar streiften schon zuvor Jäger und Sammler durch die Wälder, nun kamen aber die ersten sesshaften Bauern, die aus dem Vorderen Orient stammende Kultur des Ackerbaus und der Viehhaltung einbrachten. Durch diese ‚Neolithische Revolution‘, die in den Emmendinger Vorbergen bereits um 5500 v. Chr. einsetzte, erfolgten die ersten Eingriffe des Menschen in die Vegetationsbedeckung. Begünstigt wurde diese Entwicklung durch die zuvor auf natürliche Weise eingetretene Auflichtung des Waldes (um 8000 BP durch Windwurf oder Überalterung des Baumbestands), so daß diese Flächen leicht für Ackerbau und Viehhaltung erschlossen werden konnten. Mit einem markanten Rückgang des Baumpollenanteils schlägt sich die Rodungsphase der ‚Neolithischen Revolution‘ um 7500 BP im Pollenspektrum nieder. Die reduzierte Vegetationsbedeckung führte in Verbindung mit dem Ackerbau zu Erosionsprozessen, die eine Abtragung der Feuchtschwarzerden und schwarzerdeähnlichen Böden oder deren Überlagerung mit Schwemmlöß bewirkten. Mit der Zunahme der Bevölkerungsdichte wurden die landwirtschaftlichen Flächen bis zum Beginn der Bronzezeit so weit ausgedehnt, daß die Emmendinger Vorberge wohl eine offene, weitgehend unbewaldete Landschaft darstellten. Die Pollendiagramme zeigen, daß sich der Wald jedoch um 4000 BP wieder etwas ausbreiten konnte. Dies läßt sich mit merklichen Klimaschwankungen korrelieren. Im beginnenden Subboreal führte eine erste Kaltphase (ca. 3500-2000 v. Chr.) in Mitteleuropa zu einer ersten indogermanischen Völkerwanderung (SCHÖNWIESE 1995). Anschließend stiegen die Temperaturen im Subboreal zwar wieder an, doch bereits um 1200 v. Chr. kühlte sich das Klima wieder ab und das Subatlantikum wurde zunächst von einer ausgesprochenen Kaltepoche geprägt (Hauptpessimum), bei der es diesmal zur großen indogermanischen Völkerwanderung kam. Diese Entwicklungen legen nahe, daß sich der Wald in dieser Zeit durch den Bevölkerungsrückgang und infolge der schlechten Klimabedingungen für die Landwirtschaft (Mißernten und Aufgabe landwirtschaftlicher Flächen)

wieder ausbreiten konnte. In der Eisenzeit begann eine neue Warmphase und gleichzeitig auch der Rückgang der Wälder. Besonders ausgeprägt war der geringe Waldanteil in der warmen Römerzeit, die klimatisch gleichzeitig als römerzeitliches Optimum bezeichnet wird. Die Ausweitung der Siedlungen, der landwirtschaftlichen Nutzflächen und der Verkehrswege sowie vor allem die Bearbeitung der Böden mit verbessertem Gerät führten in dieser Zeit zu einer ausgeprägten Phase mit flächenhafter Erosion und beachtlicher Schwemmlößbildung. In der kühlen und niederschlagsreichen Alamannen- und Völkerwanderungszeit (klimatisches Pessimum) konnten sich die Wälder kaum wieder ausbreiten. Im Mittelalter war der Waldanteil so gering, daß nun Holz für den Brennbedarf und den Ausbau der Siedlungen aus dem Schwarzwald herangefloßt werden mußte. Erst in der Neuzeit entstanden durch Aufforstungen wieder einige Waldflächen.

5 Überblick über die Landschafts- und Umweltgeschichte der Elz im Mittleren Schwarzwald und Oberrheintiefland

Die Geländearbeiten (Kap. 3) und die Pollenanalyse (Kap. 4) haben zu zahlreichen Erkenntnissen geführt, die Auskunft über die lokale Geomorphodynamik und zur Vegetationsentwicklung in bestimmten Zeiträumen geben. Sie tragen dazu bei, den Wandel der äußerlichen Erscheinung der einzelnen naturräumlichen Einheiten zu erkunden und die Dynamik der Naturlandschaft, die von Naturfaktoren bestimmt wird, von den Prozessen in der Kulturlandschaft, die unter dem Einfluß des Menschen steht, zu unterscheiden. Die Entwicklung der Kulturlandschaft wird vor allem durch die Siedlungstätigkeit, die Landnutzung, den Abbau von Rohstoffen und das Verkehrsnetz geprägt. Entsprechend zur Landschaftsentwicklung verändert sich auch die Umwelt, die den Lebensraum für Mensch und Tier darstellt, durch die natürlichen und anthropogenen Einflüsse.

Die Daten zur Landschafts- und Umweltgeschichte wurden aus geschichteten Sedimenten, also aus natürlichen Archiven gewonnen. Die Ablagerung von Auenlehmen entlang der Fließgewässer und von Kolluvien in Senken und am Fuße der Hänge ist vor allem Folge der Hangabspülung. Durch Rodung und Landwirtschaft wurden Erosions- und Akkumulationsprozesse ausgelöst oder verstärkt, so daß der Beginn der Entstehung der untersuchten Sedimente mit dem Selbstwerden des Menschen in den verschiedenen Naturräumen in engem Zusammenhang steht. Lediglich die Bildung von Hangsedimenten in den Lößgebieten beginnt bereits im Spätglazial. Die Geschichte der Landschaft und der Umwelt, die durch die Analyse dieser Sedimente rekonstruiert wird, ist dadurch eine Darstellung der verschiedenen Entwicklungsphasen der naturräumlichen Einheiten, die zum heutigen Landschaftsbild, der Kulturlandschaft, geführt haben. Der Mensch steht im Mittelpunkt dieser Entwicklung, wobei der Beginn und die Intensität seines Einwirkens in den verschiedenen Naturräumen erhebliche Unterschiede aufweist. Die Landschaftsgeschichte des Holozäns ist daher die Entwicklung des Naturraums zunächst nur unter natürlichen Faktoren, später zunehmend unter anthropogenen Einfluß.

Diese Landschaftsgeschichte soll nun für den Schwarzwald und das Oberrheintiefland im Einzugsgebiet der Elz dargestellt werden. Um den Einfluß des Menschen zeitlich und räumlich darstellen zu können, erfolgt der Überblick nicht nach den Chronozonen, sondern anhand der Kulturperioden. Zu jeder großen Kulturperiode seit dem ausgehenden Paläolithikum gibt jeweils eine Tabelle Auskunft zum Klimatrend (v. RUDLOFF 1980, LÜTTIG 1988, SCHÖNWIESE 1995), zum Entwicklungsstand der Vegetation und zu den datierten Sedimenten bzw. Böden und Torfen. Da in den einzelnen Naturräumen unterschiedliche Prozesse zu verschiedenen Zeitpunkten abliefen, wurde zwischen dem Mittleren Schwarzwald sowie den Lößgebieten und der Oberrheinebene im Oberrheintiefland unterschieden. Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen datierten Sedimente (kal. ^{14}C -Alter (1σ) bzw. archäologische Funde in Klammern) wurden mit den Ergebnissen der Arbeiten von MÄCKEL et al. (1998) und MÄCKEL & FRIEDMANN (1999) ergänzt. Die Angaben zur Vegetationsgeschichte des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene erfolgen nach FRIEDMANN (1999). Für die Lößgebiete wurden die Ergebnisse der Pollenanalyse Bleichheimer Becken genutzt. Dadurch beziehen sich die Angaben vor allem auf die Vegetationsgeschichte der Emmendinger Vorberge. Die zeitliche Einordnung der Kulturperioden im Untersuchungsgebiet wurde nach SANGMEISTER (1993) vorgenommen.

Spätpaläolithikum

Als Paläolithikum (Altsteinzeit) wird der Zeitraum vom ersten Erscheinen des Menschen bis zum Ende des letzten Glazials, also bis zum Holozän, bezeichnet. Die durchgeführten Untersuchungen erfassen lediglich das Spätpaläolithikum. Der Mensch wohnte zu dieser Zeit bevorzugt in Höhlen und streifte als Jäger und Sammler durch die lichten Wälder. Er übte dadurch keinen Einfluß auf die Vegetations- und Landschaftsentwicklung aus. Nach einer ersten Klimaerwärmung im Alleröd, das auch als letzte Warmepoche der Würmeiszeit angesehen wird, folgte ein Kälterückfall in der Jüngeren Dryas. Im Mittleren Schwarzwald konnten sich lichte Wälder aus Kiefern und Birken entfalten. Im Oberrheintiefland war die wärmeliebende Hasel im Alleröd bereits in die Kiefern-Birkenwälder eingewandert, sie wurde jedoch durch das kältere Klima in der Jüngeren Dryas von der Birke wieder verdrängt. In den Lößgebieten des Kaiserstuhlvorlands und der Lahr-Emmendinger Vorberge kam es zur Bildung von Schwemmlößablagerungen in den Tälern und am Fuße der Hänge. Mit einer ersten Klimaerwärmung im Spätglazial konnten unter der parkähnlichen Vegetationsbedeckung Fließprozesse stattfinden, die zur Erosion des Feinmaterials an den Hängen geführt haben. In der Jüngeren Dryas konnte in feuchten Senken wie dem Bleichheimer Becken Torf aufwachsen, wodurch auf eine reduzierte Geomorphodynamik bei kälterem Klima und langen Bodenfrostperioden geschlossen werden kann.

Tab. 5.1: Überblick über die durch ^{14}C -Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation im Paläolithikum (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).

Kulturperiode		Chronozone(n)	
Spätpaläolithikum (bis 8000 v. Chr.)		Alleröd (10000-9000 v. Chr.): Warmzeit Jüngere Dryas (9000-8000 v. Chr.): Kälterückfall	
Naturraum Prozeß	Mittlerer Schwarzwald	Oberrheintiefland	
		Lößgebiete	Oberrheinebene
Auenlehmbildung	–	–	–
Hangsediment- bildung	–	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Endingen (16855±100 BP) ▪ *Bleichheimer Becken (11100±700 BP) ▪ Ettenheim (stratigr. Einord.) 	–
Bodenbildung/ Torfwachstum	–	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Torf: Bleichheimer Becken (9110-8470 v. Chr.) 	–
Entwicklung der Vegetation	kein anthrop. Einfluß Birken-Kiefernwälder	kein anthropogener Einfluß Alleröd: Kiefern-Haselzeit Jüngere Dryas: Kiefern-Birkenzeit	

* = aus MÄCKEL et al. (1998)

Mesolithikum

Das Mesolithikum beginnt gleichzeitig mit der Erwärmung des Klimas im Präboreal, das mit warmen Sommern und kalten Wintern kontinental geprägt war. Im Schwarzwald konnte sich die Kiefer neben der Birke gut ausbreiten, im Oberrheintiefland verdichteten sich die Wälder

Tab. 5.2: Überblick über die durch ^{14}C -Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation im Mesolithikum (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).

Kulturperiode		Chronozone(n)	
Mesolithikum (8000-5500 v. Chr.)		Präboreal (8000-7000 v. Chr.): warme Sommer, kalte Winter	
		Boreal (7000-6000 v. Chr.): warme Sommer, milde Winter	
		Atlantikum (ab 6000 v. Chr.): Hauptoptimum, warm, niederschlagsreich	
Naturraum Prozeß	Mittlerer Schwarzwald	Oberrheintiefland	
		Lößgebiete	Oberrheinebene
Auenlehmbildung	▪ *Zartener Becken (6110-5960 v. Chr.)	–	–
Hangsediment- bildung	–	▪ Bombachtal (7744±135 BP) ▪ Bleichheimer Becken (7295-6765 u. 6440-6235 v. Chr.)	–
Bodenbildung/ Torfwachstum	▪ *Torf: Farnwald (6480-5485 v. Chr.)	▪ Feuchtschwarz- erden (strat. Einord.) ▪ Kalkkrusten: Weißbachtal (strat. Einord.)	▪ Feuchtschwarz- erden (strat. Einord.)
Entwicklung der Vegetation	kein anthrop. Einfluß Präboreal: Kiefern- Birkenwälder Boreal: Hasel- Kiefernzeit Atlantikum: Eichen- mischwald mit Hasel	kein anthrop. Einfluß Präboreal: Kiefern- wälder Boreal: Kiefern- Haselzeit Atlantikum: Kiefern- Eichenmischwald mit Hasel, leichter Wald- rückgang in den Lahr-Emmen- dinger Vorbergen	kein anthrop. Einfluß Präboreal: Kiefern- wälder Boreal: Kiefern- Haselzeit Atlantikum: Kiefern- Eichenmischwald mit Hasel

* = aus MÄCKEL et al. (1998)

vor allem mit der vorherrschenden Kiefer. Erosions- und Akkumulationsprozesse konnten für diese Zeit nicht nachgewiesen werden. Die Bedingungen für die Bodenbildung unter den Wäldern der Oberrheinebene waren günstig. Gerade durch die kalten Winter, die die biologische Aktivität stilllegten, war der Abbau der Huminstoffe gehemmt und die Bodentiere wurden in den tieferen, schützenden Unterboden verdrängt. Dadurch wurde im Laufe der Jahrhunderte viel organische Substanz akkumuliert und durch Bioturbation wurden mächtige Bodenhorizonte geschaffen, die für Schwarzerden typisch sind (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1998). Als Leithorizont für zahlreiche Auenlandschaften Mitteleuropas hat die genaue Datierung der Entstehung dieser Schwarzerden, die heute im Untersuchungsgebiet als gekappte oder weitgehend ausgeräumte und mit Auenlehm oder Schwemmlöß überlagerte fossile Böden vorhanden sind, besondere Bedeutung.

Das Klima erwärmte sich im Boreal weiter, die Sommer wurden wärmer als heute und die Winter waren mild. Auch im Schwarzwald konnte die Hasel nun einwandern, in den feuchten

Senken der Kare oder der flachen Muldentäler kam es zu Torfwachstum (FRIEDMANN 1999), wodurch auf geringe geomorphodynamische Aktivität geschlossen werden kann. Im Oberrheintiefland konnte sich die Hasel wieder weiter ausbreiten und die Bodenbildung hielt an. Die Erosionsprozesse in den Lößgebieten der Lahr-Emmendinger Vorberge wurden durch die nun verdichtete Vegetationsbedeckung weitgehend reduziert. Entlang der Fließgewässer im Vorfeld der Muschelkalkgebiete kam es durch die höheren Temperaturen zu verstärkter Ausfällung von im Wasser gelöstem Kalk. Vor allem bei reduzierten Fließgeschwindigkeiten am Übergang von den steilen Schwarzwaldhängen zu den flachen Talsohlen in den Emmendinger Vorbergen bildeten sich verstärkt Kalkablagerungen. Diese Prozesse lassen sich heute in geringerem Ausmaß beobachten: Vor allem Wurzelwerk und Gerölle im Bereich der Bachbetten werden von zentimeterdicken Kalkschichten ummantelt.

Am Ende des Mesolithikums wurden die Winter noch milder, und die Niederschläge nahmen zu: Es begann mit dem Atlantikum die wärmste Klimatepoche (Hauptoptimum) seit der Würmeiszeit. Sowohl im Schwarzwald als auch im Oberrheintiefland prägten Eichenmischwälder mit Haselbestand das Vegetationsbild, wobei auf den Lößgebieten und in den höheren Lagen die Kiefern noch vorherrschend waren. Um 6000 v. Chr. ging der Waldanteil in den Emmendinger Vorbergen plötzlich zurück und wird den vorher 90 prozentigen Bewaldungsgrad bis in die Gegenwart nicht mehr erreichen. Die Ursachen des Waldrückgangs sind nicht geklärt. Denkbar ist die Entstehung von Waldlichtungen infolge von Windwurf, Überalterung des Baumbestands oder durch größere Tierherden. Durch die Zunahme des Offenlandes kam es in den Lößtälern und im Bleichheimer Becken zur verstärkten Schwemmlößablagerung. Getreidepollen in den Sedimenten zeigen, daß der Mensch diese Lichtungen (etwa 40 % Flächenanteil) im beginnenden Neolithikum bevorzugt für seine Siedlungsplätze genutzt hat. Auch im Zartener Becken, einem durch die Klimagunst und die räumlich geschützte Lage bevorzugten Siedlungsraum, weisen Holzkohlefunde im Auenlehm auf die Anwesenheit des Menschen zu diesem Zeitpunkt hin.

Neolithikum

Das Einwandern der ersten Ackerbauern markiert den Beginn des Neolithikums. Für ihre Langhäuser, dem Weizenanbau und die Haltung von Rindern und Schweinen nutzten die Menschen Lichtungen in den Emmendinger Vorbergen oder schufen erste Rodungsinseln im Oberrheintiefland. Die Pollenanalysen zeigen einen Rückgang des Waldanteils, eine Zunahme der Gräserpollen und das erste Auftreten von Getreidepollen für die Emmendinger Vorberge um 5500 v. Chr., für die feuchteren Gebiete der Oberrheinebene um 4000 v. Chr. In Gruben und Senken, wo Reste an schwarzerdeähnlichen Böden unter Schwemmlöß vorhanden sind, finden sich Scherben der zum Jungneolithikum gehörenden Wauwiler Gruppe. Sie zeigen, daß diese Böden damals weit verbreitet waren und landwirtschaftlich genutzt wurden. Die Rodungen und der Ackerbau hatten im feuchtwarmen Klima des Atlantikums bei aufgelichteter Vegetationsbedeckung verstärkte Erosionsprozesse zur Folge, die in den Lößtälern zu Schwemmlößablagerungen und am Unterlauf der Elz zu Auenlehmbildungen führten. Durch die Abtragungsprozesse in den Lößlandschaften der Emmendinger Vorberge wurden auch die Kalkkrusten mit Schwemmlöß überdeckt. Im Endneolithikum wurde das Klima mit dem beginnenden Subboreal erneut kühler. In der

Tab. 5.3: Überblick über die durch ^{14}C -Analysen oder Artefakte datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation im Neolithikum (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).

Kulturperiode		Chronozone(n)	
<u>Neolithikum</u> (5500-2200 v. Chr.)		Atlantikum (bis 3000 v. Chr.): Hauptoptimum, niederschlagsreich Subboreal (ab 3000 v. Chr.): zu Beginn kalt u. niederschlagsreich	
Naturraum Prozeß	Mittlerer Schwarzwald	Oberrheintiefland	
		Lößgebiete	Oberrheinebene
Auenlehmbildung	–	–	▪ *Forchheim (5020-4555 v. Chr.)
Kolluvienbildung/ Hangsediment- bildung	–	▪ Weißbachtal (4675-4465 v. Chr.) ▪ Endingen (Scherben) ▪ Vörstetten (Scherben)	–
Bodenbildung/ Torfwachstum	▪ *Torf: Farnwald (5195-4555 v. Chr.)	▪ Feuchtschwarzerden	▪ Feuchtschwarzerden
Entwicklung der Vegetation	kein anthrop. Einfluß Atlantikum: Eichenmischwald mit Hasel Subboreal: Tannenzeit	erste Kulturzeiger und kleinflächige Rodungen ab 5500 v. Chr. Atlantikum: Kiefern-Eichenmischwald mit Hasel Subboreal: Kiefern-Eichenmischwald in Schwarzwaldnähe mit Tannen	erste Kulturzeiger und kleinflächige Rodungen ab 4000 v. Chr. Atlantikum: Kiefern-Eichenmischwald mit Hasel Subboreal: Eichenmischwald mit Kiefer

* = aus MÄCKEL et al. (1998)

Waldzusammensetzung des Oberrheintieflands wurde die Hasel von Kiefern- und Eichenmischwäldern wieder verdrängt. Im Schwarzwald, wo sich örtlich aufgrund des feuchtkalten Klimas des Subboreals mächtige Schotterablagerungen in den Tälern bilden konnten (z.B. Brettenbachtal), fand die Tanne günstige Bedingungen, um sich flächenhaft auszubreiten. Es ist nicht auszuschließen, daß bereits zu diesem Zeitpunkt durch die feuchtkalte Witterung im Oberrheintiefland eine verstärkte Erosion und Einschneidung der Gerinne einsetzte und die Schwarzerden dadurch abgetragen wurden. Im Neolithikum wirkte der Mensch in den Gunsträumen erstmals landschaftsgestaltend auf den Naturraum ein. Zudem ist nach FRENZEL (2000) bereits durch die Rodungen des Neolithikums von einer Akzentuierung der Kontinentalität des regionalen Geländeklimas auszugehen, also von ersten klimawirksamen Eingriffen des Menschen in den Gunstgebieten. Für das Oberrheintiefland beginnt mit diesen anthropogenen Eingriffen der Wandel der Naturlandschaft zur Kulturlandschaft.

Bronzezeit

Das Klima der Bronzezeit wies zwei unterschiedliche Phasen auf. Zunächst war es im späten Subboreal mit ausgeprägten Schwankungen insgesamt warm (Tab. 5.4), zum Subatlantikum (Tab. 5.5) hin wurde es jedoch immer kühler und feuchter. In der Frühbronze- und Hügelgräberzeit schritt die Rodung der Wälder voran, die Eichenmischwälder des Oberrheintieflands mußten dem Ackerbau und der Grünlandwirtschaft immer weiter weichen. Im Schwarzwald hingegen war noch kein anthropogener Einfluß bemerkbar. Hier herrschten weiterhin Tannenwälder vor. In den Muldentälern des Südöstlichen Schwarzwalds kam es zu einem verstärkten Torfwachstum. Insgesamt verhinderte die dichte Vegetationsbedeckung im Mittleren Schwarzwald das Auftreten von Abtragungs- und Akkumulationsprozessen.

In den Lößgebieten hingegen schritt die Schwemmlößbildung voran, es fehlen jedoch Datierungen, da recht wenig organisches Material und kaum Artefakte in den abgelagerten Sedimenten vorzufinden sind. Dies kann als Hinweis für eine recht hohe Sedimentationsrate bei geringer Vegetationsbedeckung dienen. Im Zartener Becken, dem kleinen Gunstraum im Mittleren Schwarzwald, kam es zur verstärkten Ablagerung von Auenlehm. Hier wurden die weitgehend hochwassergeschützten Niederterrassenflächen besiedelt und landwirtschaftlich genutzt. Auch in anderen nahegelegenen Gunstgebieten Südwestdeutschlands, wie z. B. dem Hegau, wurde für diesen Zeitraum eine verstärkte Erosions- und Akkumulationstätigkeit festgestellt (SCHULTE & STUMBÖCK 2000).

Tab. 5.4: Überblick über die durch ^{14}C -Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation in der Frühbronze- und Hügelgräberzeit (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).

Kulturperiode		Chronozone(n)	
Bronzezeit I (Frühbronze- u. Hügelgräberzeit 2200-1300 v. Chr.)		Subboreal: bis 2000 v. Chr. noch kalt u. niederschlagsreich, dann sehr warm	
Naturraum Prozeß	Mittlerer Schwarzwald	Oberrheintiefland	
		Lößgebiete	Oberrheinebene
Auenlehmbildung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ *Zartener Becken (1515-1400 v. Chr.) ▪ Zartener Becken (1335-1295 v. Chr.) 	–	–
Kolluvienbildung	–	–	–
Bodenbildung/ Torfwachstum	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Farnberg (1885-1750 u. 1880-1745 v. Chr.) 	–	–
Entwicklung der Vegetation	kein anthrop. Einfluß Tannenwälder	Offenland vorherrschend, Grünlandwirtschaft, Ackerbau Kiefern-Eichenmischwald in Schwarzwaldnähe mit Tannen	Offenland mit Grünlandwirtschaft vorherrschend, Ackerbau Eichenmischwald mit Kiefer

* = aus MÄCKEL et al. (1998)

In der Späten Bronzezeit und während der Urnenfelderkultur wurde das Klima zunehmend kälter und feuchter. Die Pollenanalysen zeigen einen Rückgang der landwirtschaftlichen Flächen, wodurch auch auf einen Bevölkerungsrückgang geschlossen werden kann. Die Wälder konnten sich wieder ein wenig ausbreiten, die Vegetationsdecke wurde dichter. Dadurch gingen in der Späten Bronzezeit die flächenhaften Abtragungsprozesse zurück. Rinnenbildungen, deren Entstehung beispielsweise am Ettenbachschwemmfächer für diesen Zeitraum belegt werden konnten, weisen auf eine Phase verstärkter Einschnidung der Fließgewässer bei feucht-kaltem Klima hin.

Tab. 5.5: Überblick über die durch Artefakte datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation in der Späten Bronzezeit und während der Urnenfelder Kultur (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).

Kulturperiode		Chronozone(n)	
Bronzezeit II (Späte Bronzezeit u. Urnenfelder Kultur: 1300-800 v. Chr.)		Subboreal: ab ca. 1200 v. Chr. wieder kälter und niederschlagsreicher	
Naturraum Prozeß	Mittlerer Schwarzwald	Oberrheintiefland	
		Lößgebiete	Oberrheinebene
Auenlehmbildung	–	–	–
Kolluvienbildung	–	▪ Wyhl Schorpfad (bronze- und urnen- felderzeitl. Artefakte)	–
Bodenbildung/ Torfwachstum	–	–	–
Entwicklung der Vegetation	Tannenwälder erste Kulturzeiger	Zunahme des Wald- anteils Kiefern-Eichen- mischwald in Schwarzwald- nähe mit Tannen	Zunahme des Wald- anteils Eichenmischwald mit Kiefern

Eisenzeit

Das Klima in der Hallstattzeit, also zu Beginn der Eisenzeit, war sehr kalt und ausgesprochen niederschlagsreich. Es war die Zeit, in der vermehrt Kelten in das Untersuchungsgebiet einwanderten. Neue Siedlungsplätze mußten für die wachsende Bevölkerung geschaffen werden, die Wälder des Oberrheintieflands, die sich in der Späten Bronzezeit nochmals ausbreiten konnten, wurden wieder gerodet. Erstmals weisen die Pollendiagramme des Mittleren Schwarzwalds durch Kulturzeiger das Eindringen des Menschen auch in diese bislang weitgehend unberührte Waldlandschaft nach. Sie wurde in den Randbereichen zunächst zur Waldweide genutzt, aber auch verstärkt als Holzquelle. Gerade die Buchen der Buchen-Tannenwälder, die zu dieser Zeit im Schwarzwald vorherrschend waren, wurden gerne zur Köhlerei genutzt (POTT 1993). Am Schwarzwaldwestrand wurden die Erzvorkommen erstmals abgebaut. Während die Eingriffe in die Vegetationsdecke des Mittleren Schwarzwalds relativ gering waren und noch nicht zu einer verstärkten Erosion und Auenlehmbildung führten, ist in den Lößgebieten des Oberrheintieflands, insbesondere in den Tälern des Kaiserstuhls und der Emmendinger Vorberge, eine kräftige Akkumulation von Schwemmlöß zu verzeichnen. Auf den Lößflächen wurde mit verbessertem Gerät intensive

Landwirtschaft betrieben, die in der klimatisch feuchten Kaltphase zu verstärkter geomorphodynamischer Aktivität geführt hat. Diese Phase verstärkter Morphodynamik, die zum einen auf den Einfluß des Menschen und zum anderen auf klimatische Veränderungen zurückgeht, konnte von 14 Projektgruppen des DFG-Schwerpunktprogramms ‚Wandel der Geo-Biosphäre in den letzten 15 000 Jahren‘ nachgewiesen werden (ZOLITSCHKA 1999). Um 500 v. Chr. begann die Latènezeit. Das Klima wurde wieder etwas wärmer, und die Siedlungsdichte stieg weiter an. Schlackefunde im Schwemmlöß und Auenlehm im Osten der Freiburger Bucht weisen für diese Zeit bergbauliche Aktivitäten am Schwarzwaldwestrand nach, die von einer intensiven Auenlehmbildung im Bereich von Elz und Glotter begleitet wurden. Nicht nur im Untersuchungsgebiet fanden in der Latènezeit durch Ausweitung der Siedlungen, der landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie durch den Bergbau verstärkte Erosionsprozesse statt. Auch südlich des Elz-Einzugsgebiets, wie z.B. entlang der Möhlin, wurden mächtige Auenlehme angetroffen, die in der Latènezeit abgelagert wurden. Ihre Entstehung konnte ebenfalls mit dem frühen Bergbau in den Tälern des Schwarzwaldwestrands korreliert werden (MÄCKEL & ZOLLINGER 1995, STEUER 1999). Auch im Zartener Becken zeugen Auenlehmdecken von Rodungen und Erosionsprozessen an den Hängen.

Tab. 5.6: Überblick über die durch ^{14}C -Analysen oder Artefakte datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation in der Eisenzeit (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).

Kulturperiode		Chronozone(n)	
Eisenzeit (800-58 v. Chr.)		Subatlantikum: Hauptpessimum (Kaltepoche, niederschlagsreich) ab 350 v. Chr. Optimum der Römerzeit (sehr warm, niederschlagsreich)	
Naturraum Prozeß	Mittlerer Schwarzwald	Oberrheintiefland	
		Lößgebiete	Oberrheinebene
Auenlehmbildung	▪ **Zartener Becken (latènezeitl. Topf)	▪ Ettenheim (hallstattzeitl. Scherbe)	▪ *Denzlingen (170-30 v. Chr.)
Kolluvienbildung	–	▪ *Kaiserstuhl: Ellenbuchtal (820-795 v. Chr.)/ Spührenloch (780-560 u. 755-425 v. Chr.)	–
Bodenbildung/ Torfwachstum	–	–	–
Entwicklung der Vegetation	Kulturzeiger: evtl. Waldweiden Buchen-Tannenzeit	Rodung, Offenland, Getreideanbau, wenige Waldflächen (Mischwälder mit Kiefern, in Schwarzwaldnähe auch Tannen)	

* = aus MÄCKEL et al. (1998), ** = aus MÄCKEL & FRIEDMANN (1999)

Römerzeit

In der Römerzeit erfolgten die ersten größeren Eingriffe des Menschen in die Vegetation des Mittleren Schwarzwalds. Betroffen waren insbesondere die breiten Sohlentalbereiche an den Talausgängen, in denen Getreideanbau und Grünlandwirtschaft betrieben wurde. Vor allem die bergbaulichen Aktivitäten am Schwarzwaldwestrand (z.B. im Suggental), lösten Erosionsprozesse und eine verstärkte Sedimentation in den Hangfußzonen und Auenbereichen

aus. Durch das warme, aber recht feuchte Klima (,Optimum der Römerzeit) waren die Bedingungen für Sonderkulturen wie Obst- und Weinbau in den Lößgebieten besonders günstig. Diese Flächen wurden weitgehend gerodet und mit kleinen Terrassen versehen. Das relativ feuchte Klima verstärkte die Erosion des Feinmaterials, so daß große Mengen an Löß von den Hängen abgetragen und in den Senken und Talbereichen als Schwemmlöß wieder abgelagert wurden. Auch in der Freiburger Bucht und auf der Forchheimer Platte, wo die Reliefunterschiede zwischen Lößinseln, Sandrücken und feuchten Auenniederungen relativ gering sind, kam es zu flächenhafter Erosion mit erheblichen Materialverlagerungen. Durch den verstärkten Ausbau der Verkehrswege und Siedlungen sowie der Intensivierung der Landwirtschaft wird im Oberrheintiefland der Übergang von der Natur- zur Kulturlandschaft entgültig vollzogen.

Tab. 5.7: Überblick über die durch ^{14}C -Analysen oder Artefakte datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation in der Römerzeit (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).

Kulturperiode		Chronozone(n)	
Römerzeit (58 v. Chr. - 260 n. Chr.)		Subatlantikum: Optimum der Römerzeit (sehr warm, niederschlagsreich)	
Naturraum Prozeß	Mittlerer Schwarzwald	Oberrheintiefland	
		Lößgebiete	Oberrheinebene
Auenlehmbildung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ **Zartener Becken (Scherben) ▪ Tennenbach (5 v. Chr. - 125 n. Chr.) 	–	–
Kolluvienbildung	–	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fernecker Tal (1951±84 BP) ▪ Vörstetten (strat. Einordnung) 	–
Bodenbildung/ Torfwachstum	–	–	–
Entwicklung der Vegetation	Rodungen in Sohlentälern, Getreideanbau, Grünland Buchen-Tannenwälder	Kulturlandschaft, weitgehend gerodet, Getreideanbau, Grünlandwirtschaft, Sonderkulturen in den Lößgebieten, wenige Waldflächen (Mischwälder mit Kiefern, in Schwarzwaldnähe auch Tannen)	

**= aus MÄCKEL & FRIEDMANN (1999)

Alamannenzeit

Mit dem Rückzug der Römer und dem Einfallen der Germanenstämme ging die Besiedlungsdichte wieder etwas zurück. Auch die bergbaulichen Aktivitäten am Schwarzwaldwestrand wurden reduziert, so daß es zu einer Wiederbewaldung kam. Im Oberrheintiefland wurden die ackerbaulich genutzten Flächen zugunsten der Grünlandwirtschaft verkleinert. Der Anteil der Waldflächen nahm nur geringfügig zu. Insgesamt ist also eine Verdichtung der Vegetationsbedeckung festzustellen, wodurch auch die geomorphodynamischen Prozesse deutlich reduziert wurden. Nur in der Elzniederung in der Oberrheinebene konnte für diese Periode eine Auenlehmbildung festgestellt werden. Ab

450 n. Chr. war das Klima wieder so weit abgekühlt, daß es als ‚Pessimum der Völkerwanderungszeit‘ bezeichnet wird.

Tab. 5.8: Überblick über die durch ^{14}C -Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation in der Alamannenzeit (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).

Kulturperiode		Chronozone(n)	
Alamannenzeit (Völkerwanderungszeit) (260-482 n. Chr.)		Subatlantikum: spätes Optimum der Römerzeit (sehr warm, relativ trocken) ab 450 n. Chr. Pessimum der Völkerwanderungszeit (kühl, niederschlagsreich)	
Naturraum Prozeß	Mittlerer Schwarzwald	Oberrheintiefland	
		Lößgebiete	Oberrheinebene
Auenlehmbildung	–	–	▪ Zinkengrien (350-425 n. Chr.)
Kolluvienbildung	–	–	–
Bodenbildung/ Torfwachstum	–	–	–
Entwicklung der Vegetation	Zunahme des Waldanteils (Buchen-Tannenwälder)	Rückgang des Getreideanbaus und der Sonderkulturen zugunsten der Grünlandwirtschaft, geringfügige Wiederbewaldung (Kiefern-Mischwälder)	

Frühmittelalter

Auch die ersten Jahrhunderte des Frühmittelalters waren vom feuchtkalten Klima des Pessimums der Völkerwanderungszeit geprägt. Im Mittleren Schwarzwald beherrschten Buchen-Tannenwälder das Landschaftsbild und bedeckten wieder die in der Römerzeit berg- und ackerbaulich genutzten Flächen. Auch im Oberrheintiefland konnten sich die Waldflächen (Kiefern-Mischwälder) noch etwas ausbreiten, das Offenland wurde vorwiegend als Grünland bewirtschaftet. Durch Überschwemmungen kam es zu Auenlehmbildungen in der Elzniederung und zur Verfüllung von Altarmen des Rheins.

Erst um 850 n. Chr. erwärmte sich das Klima wieder deutlich und die hohen Niederschlagswerte gingen zurück. Daß die Bevölkerungsdichte nun wieder zunahm und der Mensch wieder in die breiten Täler des Schwarzwalds eindrang, belegen die Auenlehmbildungen im Elztal und im Brettenbachtal. Auch in den Lößgebieten setzte wieder eine verstärkte ackerbaulichen Nutzung ein, die Schwemmlößbildung zur Folge hatte.

Tab. 5.9: Überblick über die durch ^{14}C -Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation im Frühmittelalter (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).

Kulturperiode		Chronozone(n)		
Frühmittelalter (482-1024 n. Chr.)		Subatlantikum: bis 850 n. Chr. Pessimum der Völkerwanderungszeit (kühl, niederschlagsreich) anschließend mittelalterliches Optimum (warm, trocken)		
		Naturraum Prozeß	Mittlerer Schwarzwald	Oberrheintiefland
			Lößgebiete	Oberrheinebene
Auenlehmbildung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oberprechtal (725-790 n. Chr.) ▪ Tennenbach (675-770 n. Chr.) 	–	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weisweil (540-645 n. Chr.) ▪ *Rheinhausen (600-915 n. Chr.) 	
Kolluvienbildung	–	<ul style="list-style-type: none"> ▪ *südl. Kaiserstuhl: Ihringen (680-775 u. 990-1025 n. Chr.) 	–	
Bodenbildung/ Torfwachstum	–	–	–	
Entwicklung der Vegetation	Zunahme des Waldanteils (Buchen-Tannenwälder)	vorwiegend Grünlandwirtschaft, geringfügige Wiederbewaldung (Kiefern-Mischwälder)		

* = aus MÄCKEL et al. (1998)

Hochmittelalter

Die bereits im ausgehenden Frühmittelalter einsetzende Rodungs- und Besiedlungsphase schreitete im Hochmittelalter unter günstigen klimatischen Bedingungen verstärkt voran. Zahlreiche Klöster wurden um die Jahrtausendwende gegründet, von denen eine systematische Erschließung des Schwarzwalds ausging. Für das Elztal waren es vor allem die Klöster St. Margaretha (Waldkirch) und St. Peter. Vielerorts wurde der Bergbau wieder reaktiviert und entlang der Fließgewässer kleine Mühlenbetriebe, Schmelz- und Hammerwerke errichtet. Die Tannen-Fichten-Kiefernwälder mußten vor allem im Bereich der breiten Sohlentäler dem Ackerbau und der Grünlandnutzung weichen. Im Brettenbachtal blühte der Bergbau durch leicht zugängliche Lagerstätten besonders früh auf. Hier waren die Hänge bereits im Hochmittelalter infolge der verstärkten Holzentnahme für Berg- und Siedlungsausbau weitgehend waldfrei und wurden landwirtschaftlich genutzt. Vor allem gegen Ende des mittelalterlichen Klimaoptimums führten höhere Niederschläge zu besonders starken Erosionsprozessen unter den lichten Vegetationsdecken, wodurch mächtige Auenlehmlagen in den Talbereichen gebildet wurden.

Im Oberrheintiefland wurden die Siedlungen ausgebaut, die ersten Städte gegründet und die noch vorhandenen Waldgebiete weitgehend gerodet. Die Niederterrassenplatten wurden ackerbaulich genutzt und in den feuchten Niederungen wurde bevorzugt Grünlandwirtschaft betrieben. Für Sonderkulturen wie Obst- und Weinbau wurden die Hänge in vielen Tälern der Lößgebiete durch Anlage von Terrassen umgestaltet. Sowohl in den Tälern des Mittleren Schwarzwalds, als auch in den Lößgebieten und Flußniederungen des Oberrheintieflands wurde Feinmaterial abgelagert, das bei Niederschlägen an den Hängen infolge der Rodungen, der Umgestaltung der Hangform aufgrund von Terrassierungen und der ackerbaulichen

Nutzung abgetragen wurde. In diesen Sedimenten befindet sich nur wenig datierbares Material, selten finden sich größere Holzkohlemengen. Meist zeigen aber millimetergroße Ziegel- und Holzkohlepartikel die Anwesenheit des Menschen an und lassen eine chronostratigraphische Zuordnung anhand der begleitenden Schichten zu.

Tab. 5.10: Überblick über die durch ^{14}C -Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation im Hochmittelalter (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).

Kulturperiode		Chronozone(n)	
Hochmittelalter (1024-1254 n. Chr.)		Subatlantikum: mittelalterliches Optimum (warm, feuchter werdend)	
Naturraum Prozeß	Mittlerer Schwarzwald	Oberrheintiefland	
		Lößgebiete	Oberrheinebene
Auenlehmbildung	▪ Tennenbach (1215-1275 n. Chr.)	–	–
Kolluvienbildung	–	–	–
Bodenbildung/ Torfwachstum	–	▪ Riedtorf Bleichheimer Becken (1045-1215 n. Chr.)	–
Entwicklung der Vegetation	Rodungsphase Tannen-Fichten- Kiefernwälder	Rodungsphase, Ackerbau, Grünlandwirtschaft, Sonderkulturen in den Lößgebieten, geringer Waldanteil (Kiefern-Mischwälder)	

Spätmittelalter

Zwar kühlte sich das Klima ab 1200 n. Chr. langsam ab und die Niederschläge nahmen zu, aber infolge des Besiedlungsdrucks und der wirtschaftlichen Interessen wurden nun auch die Hochlagen und die Seitentäler im Mittleren Schwarzwald erschlossen. Auf den flachen Kuppen des südöstlichen Schwarzwalds wurden im Quellgebiet der Elz Höfe angesiedelt und Ackerbau betrieben. Im Mittleren Elztal blühten der Bergbau und die Erzverarbeitung auf, für die Unmengen an Holz benötigt wurden. Auch infolge des Siedlungsbaus und für Feuerzwecke stieg der Holzverbrauch, so daß immer mehr Hangflächen abgeholzt und anschließend ackerbaulich oder als Grünland genutzt wurden. Der Schwarzwald, der bis dahin noch in Seitentälern und Hochlagen urtümliche Naturlandschaften aufwies, wurde nun vom Menschen gerodet, dicht besiedelt und wirtschaftlich genutzt. Hierdurch wurde er nun ebenfalls zur Kulturlandschaft, allerdings mehr als ein Jahrtausend später als das Oberrheintiefland (vgl. Römerzeit). In den Auenbereichen wurden Gräben zur Wiesenwässerung und zum Betrieb von Mühlenanlagen gezogen, an den entwaldeten Hängen entstanden Ackerterrassen. Die Frequenz der Hochwasser stieg mit der Entwaldung infolge des erhöhten Oberflächenabflusses und wurde zudem durch das feuchter werdende Klima verstärkt. Das an den Hängen abgetragene Material lagerte sich in den Auenbereichen als sandiger Lehm ab. Bei extremen Hochwassern wurde auch Grobmaterial auf die Auenflächen transportiert, wodurch die Auenlehme schotterreich sind. Hinzu kamen Hangrutschungen und Murabgänge, die die Hangform immer wieder veränderten und den Talboden überprägten. Die Flüsse mußten sich immer wieder neue Wege durch die mächtiger werdenden Sedimentlagen am Talboden suchen.

Im Oberrheintiefland stieg die Siedlungsdichte rapide an, und es wurden vermehrt Städte gegründet. Die Elz war zu dieser Zeit sehr aktiv: Sie verlagerte mehrmals ihren Lauf von der Forchheimer Platte über die Elzniederung zur Mahlberg-Kippenheimweiler Niederung. Ihre Mündung in die Rheinaue erfolgte entsprechend zeitweise bei Weisweil, bei Rheinhausen oder nördlich von Rust. Mäanderschlingen verlagerten sich stetig, die Sedimente über den Rheinschottern wurden abgetragen und wieder abgelagert. Immer wieder entstanden große Schäden an Siedlungen und landwirtschaftlichen Flächen durch Hochwasser und Flußlaufverlagerungen.

Tab. 5.11: Überblick über die durch ^{14}C -Analysen datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation im Spätmittelalter (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).

Kulturperiode		Chronozone(n)	
Spätmittelalter (1254-1500 n. Chr.)		Subatlantikum: Klimawende, Abkühlung, niederschlagsreich	
Naturraum Prozeß	Mittlerer Schwarzwald	Oberrheintiefland	
		Lößgebiete	Oberrheinebene
Auenlehmbildung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tennenbach (1215-1275 n. Chr.) ▪ *Zartener Becken (1305-1410 n. Chr.) ▪ *Brettenbachtal (1345-1490 n. Chr.) ▪ Elztal u. Simonswälder Tal (strat. Einordnung) 	–	<ul style="list-style-type: none"> ▪ östl. Elzlauf (strat. Einordnung)
Kolluvienbildung	–	–	–
Bodenbildung/ Torfwachstum	–	–	–
Entwicklung der Vegetation	großflächige Entwaldung, Ackerbau in Hoch- und Steilhanglagen Tannen-Fichten-Kiefernwälder	Ackerbau, Grünlandwirtschaft, Sonderkulturen in den Lößgebieten, Forstwirtschaft	

* = aus MÄCKEL et al. (1998)

Neuzeit

In der frühen Neuzeit schritt die Erschließung und Rodung des Schwarzwalds ungebrems voran. Größere Erzverarbeitungsanlagen wurden errichtet, Siedlungen ausgeweitet und landwirtschaftliche Flächen vergrößert. Da die mittleren Talbereiche bereits im Mittelalter weitgehend gerodet worden waren und seitdem landwirtschaftliche genutzt wurden, mußten für den enormen Holzbedarf in der frühen Neuzeit auch die Wälder der Seitentälern und in den Hochlagen erschlossen werden. Das Holz wurde nun zunehmend auch aus entfernten Gebieten zu den Siedlungen und den Schmelz- und Hammerwerken transportiert. Bis in die Kammlagen wurde Holz geschlagen und durch Riesen bzw. Känel befördert oder bei ausreichendem Wasserangebot durch Schwallungen in die Täler gefloßt. Vielerorts entstanden

Köhlermeiler, um Brennmaterial auch aus transporttechnisch ungünstig gelegenen Gebieten beschaffen zu können. Der vermeintlich grenzenlose Holzvorrat ermöglichte sogar den Export von Holz als zusätzliche Einnahmequelle. Zum Bergbau kamen Glashütten und Edelsteinschleifereien hinzu, die die Holzvorräte bzw. die Wasserkraft im Mittleren Schwarzwald ebenfalls nutzten. Im 18. Jahrhundert wurden die Holzvorräte immer knapper, im 19. Jahrhundert waren auch die Steilhänge und Kammlagen weitgehend waldfrei. Die baumbestandenen Restflächen im Schwarzwald waren sehr licht, sie hatten parkähnlichen Charakter und wurden zur Waldweide genutzt. In den Talsohlenbereichen wurde immer stärker für Mühlenbetriebe, Wiesenwässerung und Flößerei in den Flußlauf eingegriffen. Mühlengräben, Kanalanlagen, Sohlschwellen und Stauwehre charakterisieren bis heute die Flußläufe und Flußbetten. Bei Niederschlägen floß das Wasser rasch über die gerodeten Hangflächen ab und transportierte große Mengen an Feinmaterial in die Auenbereiche. Dort traf der zunehmende Oberflächenabfluß immer öfter auf ein zu kleines Flußbett, wodurch die Häufigkeit und das Ausmaß der Hochwasser stieg. Durch das niederschlagsreiche und kalte Klima der ‚kleinen Eiszeit‘ im 17./18. Jahrhundert wurden Oberflächenabfluß und Erosionsprozesse nochmals verstärkt. Insbesondere im Winter floß das Wasser noch schneller über die waldfreien und gefrorenen Böden ab und führte häufig zu den gefürchteten Dezemberhochwassern. Diese richteten nicht nur in den Tälern des Mittleren Schwarzwalds große Schäden an, sondern brachten auch die Siedlungen im Oberrheintiefland in Gefahr. Die Bedrohung der Gemeinden entlang der Elz in der Freiburger Bucht und in der Oberrheinebene durch die häufig auftretenden Hochwasser stieg stetig an. Um sich vor dieser Schadens- und Gefahrenquelle zu schützen, wurde immer stärker in die Flußläufe und in die Flußbetteigenschaften eingegriffen. Die Elz wurde im 18./19. Jahrhundert ab Waldkirch begradigt und kanalisiert, um einen raschen Abfluß der Hochwasserspitzen zu ermöglichen. Mit dem Zusammenfluß von Elz, Dreisam und Glotter bei Riegel verstärkte sich die Gefahrenlage für die flußabwärts liegenden Gemeinden. Entlang der Elz bis nördlich von Rust wurden die Siedlungen auf der Niederterrasse von den Hochwassern der Elz bedroht. Um die hohen Schäden, die nicht nur die Siedlungen, sondern auch die Ernteerträge mit hoher Frequenz betrafen, zu vermeiden, wurde im 19. Jahrhundert ein ‚Noth-Canal‘, der Leopoldskanal, errichtet, der die Spitzenabflüsse direkt über die Forchheimer Platte abführt. Bis dahin war die heutige Alte Elz ein über 200 m breiter Fluß, der seine weiten Mäanderbögen immer wieder verlagerte und bei Hochwasser alte Rinnen, wie diejenigen auf der Forchheimer Platte, reaktivierte. Durch den Ausbau der Gewässer wurden Feuchtgebiete in den Auen der Freiburger Bucht zu wertvollem und hochwassersicherem Ackerland. Entlang der Alten Elz in der Niederung zwischen Kenzingen und Rust konnten Bewässerungsgräben angelegt werden, die nicht mehr durch die Hochwasserereignisse zerstört wurden. So konnten in der früheren Elzaue die Elzwiesen entstehen, die heute unter Naturschutz stehen. Im 19. und 20. Jahrhundert wurde der Schwarzwald vorwiegend mit Fichten und Tannen aufgeforstet. In den Hochlagen wurden zahlreiche Höfe verlassen und der Ackerbau zugunsten der Grünlandwirtschaft weitgehend aufgegeben. Durch den Ausbau der Siedlungen und Verkehrswege wurden große Flächen versiegelt, so daß die Hochwassergefahr für Landwirtschaft und Siedlungen trotz weitgehender Wiederbewaldung vor allem in den noch nicht kanalisierten Flußabschnitten im Schwarzwald weiter bestehen bleibt. Durch die heutige Ausdehnung der Siedlungs- und Industrieflächen in die Auenbereiche setzt der Mensch sein Eigentum zudem unnötig der Hochwassergefahr aus. Im Oberrheintiefland genießen die Auenflächen durch den Gewässerausbau weitgehende Hochwassersicherheit, so daß sie für Ackerbau, Siedlungs- und Verkehrswege genutzt werden

können. In den feuchten Niederungen schreitet die Umwandlung von Grünland in Ackerflächen voran. Lediglich in Naturschutzgebieten werden noch Auen-, Wald- oder Grünlandbereiche erhalten.

Tab. 5.12: Überblick über die durch ^{14}C -Analysen oder Artefakte datierten Sedimente sowie über den Entwicklungsstand der Vegetation in der Neuzeit (Vegetation des Mittleren Schwarzwalds und der Oberrheinebene nach FRIEDMANN (1999)).

Kulturperiode		Chronozone(n)	
Neuzeit (1500 n. Chr. - heute)		Subatlantikum: 1650-1750 kleine Eiszeit seit 1950 modernes Optimum (warm, relativ trocken)	
Naturraum Prozeß	Mittlerer Schwarzwald	Oberrheintiefland	
		Lößgebiete	Oberrheinebene
Auenlehmbildung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brettenbachtal (1410-1660 n. Chr.) ▪ Elztal (16./17. Jh. Scherben) ▪ Simonswälder Tal (strat. Einord.) ▪ **Zartener Becken (Scherben) 	–	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zinkengrien (1480-1645 n. Chr.) ▪ Kappel (18./19. Jh. Scherben)
Kolluvienbildung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eilet (1525-1665 u. 1660-1995 n. Chr.) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kaiserstuhl: Umschichtung durch Großterrassierung 	–
Bodenbildung/ Torfwachstum	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Farnberg Torfwachstum 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ried Bleichheimer Becken 	–
Entwicklung der Vegetation	zunächst weitere Entwaldung, Wiederbewaldung ab dem 19. Jh. mit Tanne, Kiefer, Fichte	Ackerbau, Grünlandwirtschaft nur in den feuchten Niederungen, Sonderkulturen in den Lößgebieten, Forstwirtschaft	

**= aus MÄCKEL & FRIEDMANN (1999)

6 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wurde die Landschaftsgeschichte im Einzugsgebiet der Elz anhand von Untersuchungen an natürlichen Archiven, zu denen Tal- und Hangsedimente sowie Moore gehören, dargestellt. Entsprechend der Entstehung dieser Archive wurde insbesondere der Zeitraum vom Ende der letzten Kaltzeit bis zur Gegenwart erfaßt. Für die unterschiedlichen Naturräume, dem Schwarzwald sowie dem Oberrheintiefland mit den lößüberkleideten Vorbergen und der Rheinebene, wurden jeweils die geomorphodynamischen Prozesse und die Entwicklung der Vegetation herausgearbeitet. Besondere Berücksichtigung fand die Unterscheidung zwischen naturbedingten und anthropogenen Veränderungen der Geo-Biosphäre sowie die präzise zeitliche Zuordnung dieser Prozesse durch ^{14}C -Datierungen, archäologische Funde und Pollenanalysen. In einem Überblickskapitel wurden die gewonnenen Daten zu den jeweiligen Naturräumen zusammengestellt und in Verbindung mit den einzelnen Kulturepochen vom Spätpaläolithikum bis zur Neuzeit interpretiert. Dadurch konnte das Zusammenwirken der geomorphodynamischen Prozesse, der Umwelt- und Vegetationsentwicklung und den klimatischen Bedingungen sowohl innerhalb der einzelnen Naturräume, als auch der Vergleich dieser Parameter zwischen den verschiedenen Naturräumen dargestellt werden. Zum Abschluß werden nun die wichtigsten Ergebnisse zu den geomorphodynamischen Prozessen unter Berücksichtigung des anthropogenen Einflusses in den einzelnen naturräumlichen Einheiten zusammengefaßt.

Im Anteil des Elz-Einzugsgebiets am *Südöstlichen Schwarzwald* konnten keine würmeiszeitlichen Sedimente nachgewiesen werden. Reliefformen wie Rundhöcker zeugen aber von einer früheren, mindestens rißeiszeitlichen Vergletscherung der oberen Elzwanne. Ein Merkmal dieser Landschaft sind bis über metergroße Verwitterungskerne, die unter periglazialen Bedingungen durch Solifluktion an den Hängen und im Muldental verstreut wurden. Seit dem Atlantikum, verstärkt jedoch im Subboreal, kam es im flachen Muldental zum Torfwachstum, wodurch eine geomorphodynamische Ruhephase angezeigt wird. Bis in das späte Mittelalter blieb diese Landschaft von anthropogenen Einflüssen weitgehend verschont. Erst in der frühen Neuzeit erfolgte die Besiedlung dieser Hochlagen. Die Wälder wurden bis in die Gipfellagen abgeholzt und die gerodeten Flächen landwirtschaftlich genutzt, wodurch eine Sedimentation im Muldental infolge starker Erosionsprozesse an den Hängen einsetzte. Heute sind weite Flächen aufgeforstet, im Offenland herrscht überwiegend Grünlandnutzung. Der aktuelle Rückgang der geomorphodynamischen Prozesse wird durch das Torfwachstum in den rezenten Auenbereichen belegt.

Auch im *Mittleren Talschwarzwald* fanden bis in das Mittelalter keine anthropogenen Veränderungen des Naturraums statt, die durch eine verstärkte Geomorphodynamik hätten nachgewiesen werden können. Kulturzeiger in den Pollendiagrammen und Schlackefunde in der Freiburger Bucht belegen die Nutzung der natürlichen Ressourcen an den Talausgängen des Westschwarzwalds bereits in der Latènezeit. Erste Auenlehm bildungen infolge von Rodungen und ackerbaulicher Nutzung der breiten Sohlentäler setzten jedoch erst im Frühmittelalter ein. Aufgrund des Siedlungsausbaus, der Bergbaureviere und des Exports von Holz erfolgte im Hochmittelalter innerhalb von wenigen Jahrhunderten eine flächenhafte Entwaldung des Mittleren Talschwarzwalds. Die Gewässer wurden zur Nutzung der Wasserkraft und zur Wiesenwässerung umgestaltet, das Wegenetz ausgebaut und die Hänge landwirtschaftlich genutzt. Dadurch wurde der Oberflächenabfluß erheblich vergrößert, was

eine Erhöhung der Hochwasserhäufigkeit nach sich zog. Von den Hängen wurde bei Niederschlägen viel Feinmaterial abgeschwemmt und am Talboden abgelagert, so daß etwa 100 cm, örtlich sogar über 200 cm mächtige Auenlehmdecken entstanden sind. Erst im 19./20. Jahrhundert erfolgte die Wiederaufforstung. Zwar ist der Offenlandanteil bis heute stark zurückgegangen, aber durch die erhebliche Vergrößerung der Siedlungsflächen in den breiten Sohlentälern und den Ausbau der Verkehrswege nimmt die Flächenversiegelung zu, weshalb auch kein Rückgang des erheblichen Oberflächenabflusses zu verzeichnen ist. Dadurch bleibt die Hochwassergefahr trotz großer Waldflächen bestehen. Durch die regelmäßige Überschwemmung der Auenbereiche schreitet die Bildung von Auenlehm voran, der durch die Zufuhr von Grobmaterial bei Extremhochwassern schotterreich ist.

In der nördlichen *Freiburger Bucht* haben sich die Flüsse im Holozän in ihre Schwemmfächer eingeschnitten. Die breiten Flußniederungen sind mit Auenlehm überdeckt, dessen Ablagerung spätestens in der vorrömischen Eisenzeit begann. Die Lößflächen waren bereits im Neolithikum besiedelt und wurden landwirtschaftlich genutzt. Aufgrund der reduzierten Vegetationsbedeckung und des Ackerbaus setzte eine Phase verstärkter Erosion ein, und die Schwarzerden, die bis in das Jungneolithikum über dem Löß noch weit verbreitet waren, wurden bis auf wenige Reste erodiert. In der Römerzeit wurden die Bereiche der Freiburger Bucht, die nicht von der Flußerosion betroffen waren, durch Flächenspülung mit Schwemmlöß überlagert. Auch in der Alamannenzeit, von der nur selten archäologische Zeugnisse in den Sedimenten zu finden sind, wurden diese Gunsträume durch die Siedlungstätigkeit überprägt. Ein großer Wandel im Nutzungsbild der Freiburger Bucht trat im 19. Jahrhundert mit der Begradigung und Kanalisierung der Fließgewässer ein. Dadurch wurden die breiten Auenbereiche hochwassersicher und konnten fortan sowohl ackerbaulich als auch für Siedlungen und Verkehrswege genutzt werden.

Die Hangsedimente in den Lößgebieten des *Kaiserstuhlrandes* und der *Emmendinger Vorberge* liefern vollständige natürliche Archive, die bis in das Spätglazial, teilweise sogar in das letzte Hochglazial zurückreichen. Die Bildung von mächtigen Schwemmlößablagerungen in den Hangfußzonen und in den Tälern setzte bereits im Spätglazial ein und belegt, daß eine Abtragung des Lösses auch ohne anthropogene Einflüsse stattfinden kann. Durch eine erste Klimaerwärmung wurden Fließprozesse bei geringer, parkähnlicher Vegetationsbedeckung verstärkt möglich. In den Schwemmlößablagerungen weisen zwei Leithorizonte auf Phasen geringer Lößverlagerung hin. Zum einen handelt es sich um Schwarzerden, die vor allem im Bereich des Schwemmlößsaums (Ettenheim-Radackern, Endingen, Vörstetten) vorzufinden sind. Ihre Entstehung begann im Präboreal und reichte bis in das Atlantikum. Scherbenfunde belegen, daß diese Böden im Endneolithikum und in der Frühbronzezeit infolge verstärkter Erosion weitgehend erodiert (Kaiserstuhlrand, Freiburger Bucht) oder mit Auenlehm und Schwemmlöß überlagert (Emmendinger Vorberge) wurden. Da diese Böden in zahlreichen Auenlandschaften Mitteleuropas vorkommen, sind sie als überregionale Zeitmarker von besonderer Bedeutung. Der zweite Leithorizont ist in den Lößtälern der Emmendinger Vorberge vorzufinden. Im Vorfeld der Muschelkalkgebiete kam es im Atlantikum bei warmfeuchtem Klima zur Bildung von Kalkkrusten. Bereits im beginnenden Subboreal wurden diese Kalkablagerungen infolge verstärkter Erosionstätigkeit wieder mit Schwemmlöß überdeckt. Über diesen Horizonten, die eine geomorphodynamische Ruhephase im Atlantikum nachweisen, konnten keine weiteren Lagen identifiziert werden, die eine geringe Erosions- und Akkumulationstätigkeit aufzeigen. Dies belegt, daß die Lößgebiete als

Gunstgebiete seit dem Endneolithikum bis in die Gegenwart kontinuierlich landwirtschaftlich genutzt und besiedelt werden. Eine Phase besonders intensiver Morphodynamik begann in der Latènezeit und erreichte ihren Höhepunkt in der Römerzeit. Der ausgeprägte menschliche Einfluß auf die Abtragungs- und Ablagerungsprozesse resultiert aus den großflächigen Rodungen, dem Ackerbau mit verbessertem Arbeitsgerät, dem Ausbau der Siedlungen und Verkehrswege sowie aus den Bergbauaktivitäten am Schwarzwaldwestrand.

Die *Straßburg-Offenburger Rheinebene* ist durch den Ackerbau sowie durch den fortschreitenden Ausbau der Gewässer, der Verkehrswege, der Siedlungen und der Industrieflächen stark überprägt. Möglich wurde diese intensive Nutzung des Naturraums vor allem durch die Rheinkorrektur und den Bau des Leopoldskanals im 19. Jahrhundert. Zuvor verlagerte die Elz ihren Lauf immer wieder über große Entfernungen. So finden sich ehemalige Flußbetten weit abseits der heutigen Elzniederung auf der Forchheimer Platte und auf der Mahlberg-Kippenheimweiler Platte. Dadurch sind auch die Niederterrassenbereiche weitgehend mit Auenlehm überdeckt. Aufgrund des geringen Gefälles wurde am Unterlauf der Schwarzwaldflüsse bei katastrophalen Hochwassern etwas weniger Grobmaterial abgelagert, so daß die Sedimente nicht im gleichen Maße schotterreich sind wie die Auenlehme in den Tälern des Mittleren Schwarzwalds. Die alten Flußbetten sind durch die intensive Landwirtschaft weitgehend verfüllt und im Gelände nur noch undeutlich erkennbar. Gerade auf der Forchheimer Platte konnte jedoch festgestellt werden, daß die Höhenunterschiede zwischen den flachen Rücken und Rinnen in der Bronzezeit noch deutlich größer waren. Erst in der Eisen- und Römerzeit wurde das Feinmaterial von den Erhebungen abgetragen und in den Senken abgelagert, wodurch das Relief eine Einebnung erfuhr. In ihrer Niederung fließt die Elz heute in großen Mäanderbögen im Auenlehm über den Schottern. Die bis über zwei Meter mächtige Auenlehmdecke wurde insbesondere seit der Römerzeit abgelagert. Heute werden die nicht begradigten Mäanderbögen durch Uferbefestigungen stabilisiert, so daß die fluviale Geomorphodynamik fast gänzlich unterbunden ist.

Die vorliegende Arbeit zeigt, wie unterschiedlich der Ablauf der Entwicklung der Naturlandschaft zur Kulturlandschaft über sehr geringe Entfernungen in Abhängigkeit von der natürlichen Ausstattung der Naturräume stattgefunden hat. Während im Oberrheintiefland die ersten menschlichen Einflüsse im Neolithikum nur lokale Auswirkung hatten, dann aber über Jahrtausende hinweg immer intensiver wurden, wurde der Mittlere Schwarzwald innerhalb weniger Jahrhunderte, nämlich vom ausgehenden Frühmittelalter bis zum Hochmittelalter, durch den Menschen gänzlich überprägt. Gerade hier finden sich Ansatzpunkte für weitere Untersuchungen, die im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden konnten. So wäre eine detaillierte Landschaftsgeschichte des Mittleren Schwarzwalds seit dem Mittelalter aufgrund der prägenden anthropogenen Einflüsse und bezüglich der Auswirkungen für die Gegenwart von besonderem Interesse. Auf der Forchheimer Platte hingegen könnte die Erstellung genauer Kartierungen und flächendeckender Sedimentanalysen Erkenntnisse zu einem Naturraum liefern, der bereits seit dem Neolithikum, also seit Jahrtausenden besiedelt ist, aber bis in die Neuzeit zum natürlichen Fluß- und Überschwemmungsgebiet der Elz gehörte. Von besonderem Interesse sind die fossilen Schwarzerden, die im Bereich des Schwemmlößsaums der Lahrer und Ettenheimer Vorberge gut erhalten sind. Sie bildeten in der Naturlandschaft des Mesolithikums sowie des frühen Neolithikums noch die Oberfläche und wurden erst anschließend infolge der intensiven Landnutzung durch die ersten seßhaften Ackerbauern

erodiert oder überdeckt, wodurch der Beginn der Entwicklung der Kulturlandschaft in den natürlichen Archiven markiert wird.

7 Literaturliste

- AG BODEN (1994⁴): Bodenkundliche Kartieranleitung. - E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 392 S., Hannover.
- AHNERT, F. (1996): Einführung in die Geomorphologie. - Ulmer, 440 S., Stuttgart.
- ANDRES, W. (1994): Changes in the Geo-Biosphere during the last 15000 years. Continental sediments as evidence of changing environmental conditions. - IGBP Informationsbrief 16, S. 1-2, Berlin.
- ANDRES, W. & LITT, T. (1999): Termination I in Central Europe. - Quaternary International 61, S. 1-4.
- BITTEL, K., KIMMIG, W. & SCHENK, S. (1981): Die Kelten in Baden-Württemberg. - Konrad Theiss Verlag, 533 S., Stuttgart.
- BÖHNERT, L. (1992⁵): Ausflüge in die Römerzeit – Lebendige Archäologie im Breisgau. - Müller Druck, 64 S., Merdingen.
- BORK, H.-R., BORK, H., DALCHOW, C., FAUST, B., PIORR, H.-P. & SCHATZ, T. (1998): Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. - Klett-Perthes, 328 S., Gotha.
- BRÜCKNER, H. (1989⁴): Die Entwicklung der Wälder des Schwarzwaldes durch die Nutzung vergangener Jahrhunderte und ihre heutige Bedeutung. - LIEHL, E. & SICK, W. (Hrsg.): Der Schwarzwald – Beiträge zur Landeskunde. Veröffentlichung des Alemannischen Instituts Freiburg i. Br. 47. Konkordia Verlag, S. 155-180, Bühl/Baden.
- BÜCKER, C. (1999): Frühe Alamannen im Breisgau : Untersuchungen zu den Anfängen der germanischen Besiedlung im Breisgau während des 4. und 5. Jahrhunderts n. Chr. - NUBER, H., SCHMID, K., STEUER, H. & ZOTZ, T. (Hrsg.): Archäologie und Geschichte. - Freiburger Forschungen zum ersten Jahrtausend in Südwestdeutschland 9. Thorbecke, 392 S., Sigmaringen.
- BÜDEL, J. (1944): Die morphologischen Wirkungen des Eiszeitenklimas im gletscherfreien Gebiet. - Geol. Rundsch. (Klimaheft) 34, S. 482-519, Stuttgart.
- BURGA, C. & PERRET, R. (1998): Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter. - Ott Verlag, 805 S., Thun.
- BUSCH, K. & EWALD, R. (1989): Umbrüche der Flußdynamik im mittleren Oberrheingraben. Quartärgeologie und Bodenkunde der Niederterrasse südlich Karlsruhe. - Unveröff. Diplomarbeit, Geol. Institut der Universität Freiburg, 75 S.
- DEHN, R. (1999): Ur- und Frühgeschichte – Von den Anfängen bis zum Beginn der Römerzeit. - LANDESARCHIVDIREKTION BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Der Landkreis Emmendingen, Bd. 1. Kreisbeschreibung des Landes Baden-Württemberg. - Thorbecke, S. 91-97, Stuttgart.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.) (1979): Das Klima der Bundesrepublik Deutschland. Lieferung 1: Mittlere Niederschlagshöhen für Monate und Jahr, Zeitraum 1931-1960. Bearbeitet von SCHIRMER, H. & VENT-SCHMIDT, V., Offenbach.
- DIEKMANN, B. (1990): Die Kulturgruppen Wauwil und Strassburg im Kaiserstuhlgebiet. - Cahiers de l'Association pour la Promotion de la Recherche Archéologique en Alsace 6. S. 7-60, Zimmersheim.
- FINGERLIN, G. (1999): Ur- und Frühgeschichte – Römerzeit und frühes Mittelalter. - LANDESARCHIVDIREKTION BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Der Landkreis Emmendingen, Bd. 1. Kreisbeschreibung des Landes Baden-Württemberg. - Thorbecke, S. 97-114, Stuttgart.

- FIRBAS, F. (1949/52): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Band 1 und 2. - Gustav Fischer Verlag, Jena.
- FISCHER, H. & KLINK, H. (1967): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 177 Offenburg. Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, Bad Godesberg, 49 S.
- FRENZEL, B. (2000): Datiert der klimawirksame Eingriff des Menschen in den Haushalt der Natur erst aus dem beginnenden Industriezeitalter? - Rundgespräche der Kommission für Ökologie 18: Entwicklung der Umwelt seit der letzten Eiszeit. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, S. 33-46, München.
- FRESLE, F. (1966): Die Natur- und Kulturlandschaft des Zartener Beckens. - HASELIER, G.: Kirchzarten. Geographie - Geschichte - Gegenwart. S. 1-56, Karlsruhe.
- FRESLE, F. (1969): Zur Genese der Löß-Inseln auf den würmzeitlichen Schwemmfächern von Dreisam und Elz (Nördliche Freiburger Bucht). Unveröff. Inaugural-Dissertation an der Naturwissenschaftlich-Mathematischen Fakultät der Universität Freiburg.
- FRIEDMANN, A. (1998): Pollenanalytische Untersuchungen im Wasenweiler Ried (Südbaden). - MÄCKEL, R. & FRIEDMANN, A. (Hrsg.): Wandel der Geo-Biosphäre in den letzten 15000 Jahren im südlichen Oberrheintiefland und Schwarzwald. Freiburger Geogr. Hefte 54, S. 163-174.
- FRIEDMANN, A. (1998a): Böden und Bodendegradation auf der Niederterrasse bei Rheinhausen (mittleres Oberrheintiefland). - MÄCKEL, R. & FRIEDMANN, A. (Hrsg.): Wandel der Geo-Biosphäre in den letzten 15000 Jahren im südlichen Oberrheintiefland und Schwarzwald. Freiburger Geogr. Hefte 54, S. 149-156.
- FRIEDMANN, A. (1999): Die spät- und postglaziale Landschafts- und Vegetationsgeschichte des südlichen Oberrheintieflands und Schwarzwalds. - Unveröffentlichte Habilitationsschrift, eingereicht bei der Geowissenschaftlichen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br., 231 S.
- FRIEDMANN, A. (2000): Pollenanalytische Untersuchungen zur holozänen Vegetations- und Landschaftsgeschichte des westlichen Hochschwarzwalds. - Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg i. Br. 88/89 (im Druck).
- FRIEDMANN, A. & MÄCKEL, R. (1998): Die Landschaftsentwicklung in den Lößgebieten des Kaiserstuhls und Tunibergs - MÄCKEL, R. & FRIEDMANN, A. (Hrsg.): Wandel der Geo-Biosphäre in den letzten 15000 Jahren im südlichen Oberrheintiefland und Schwarzwald - Freiburger Geogr. Hefte 54, S. 99-112, Freiburg i. Br.
- FRIEDMANN, A. & MÄCKEL, R. (1998a): Jungquartäre Geomorphodynamik im Zartener Becken. - MÄCKEL, R. & FRIEDMANN, A. (Hrsg.): Wandel der Geo-Biosphäre in den letzten 15000 Jahren im südlichen Oberrheintiefland und Schwarzwald - Freiburger Geogr. Hefte 54, S. 113-126, Freiburg i. Br.
- FRIEDMANN, A. & SCHNEIDER, R. (2000): Aspekte der Fluß- und Talgeschichte von Elz, Glotter und Dreisam. - Freiburger Geographische Hefte 60, S. 327-338, Freiburg i. Br.
- FRIEDRICH, W. (1984): Die Wiesenwässerung an der Elz und ihre Bedeutung für die Landeskultur. - Die Pforte: Arbeitsgemeinschaft für Geschichte und Landeskunde Kenzingen 7/8, Jg. 4, S. 57-63.
- GAWLIK, M. (1989): Petrographische und tektonische Untersuchungen im Raum Yach - Reichenbach, Mittelschwarzwald Blatt 7814 Elzach NE/NW. - unveröff. Dipl.-Arbeit FB Geowiss. J. W. Goethe-Universität Frankfurt a. M., 157 S.
- GEIGER, F. & KNOCH, D. (1999): Vegetation. - LANDESARCHIVDIREKTION BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Der Landkreis Emmendingen. Thorbecke, S. 79-84, Stuttgart.
- GEYER, O. & GWINNER, M. (1991⁴): Geologie von Baden-Württemberg. 482 S., Stuttgart.

- GROSCOPF, R. (1980): Lagerstätten und Bergbau. - GROSCOPF, R. & SCHREINER, A.: Erläuterungen zur Geologischen Karte Freiburg i. Br. - NO 1 : 25 000. - 112 S., Stuttgart.
- HAASIS-BERNER, A. (1998): "Gold und Silber lieb ich sehr...". Die Geschichte des Bergbaus rund um den Kandel (Elz-, Glotter-, Simonswälder-, und Brettenbachtal). - Waldkircher Heimatbrief 169. Waldkirch im Breisgau.
- HÄDRICH, F. (1999): Böden. - LANDESARCHIVDIREKTION BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Der Landkreis Emmendingen, Bd. 1. Kreisbeschreibung des Landes Baden-Württemberg. - Thorbecke, S. 71-78, Stuttgart.
- HÄDRICH, F. & STAHR, K. (1997²): Die Böden in der Umgebung von Freiburg im Breisgau. - MÄCKEL, R. & METZ, B. (Hrsg.): Schwarzwald und Oberrheintiefland. Eine Einführung in das Exkursionsgebiet um Freiburg im Breisgau. - Freiburger Geographische Hefte 36, S. 137-212.
- HAGEDORN, J., MÄCKEL, R., SCHMIDT, K. & SCHULTE, A. (1993): Fluviale Geomorphodynamik in Mitteleuropa. - BARSCH, D. & KARRASCH, H. (Hrsg.): Geographie und Umwelt. 48. Deutscher Geographentag Basel 1991. Franz Steiner Verlag, S. 393-414, Stuttgart.
- HÄRTLING, J. & DRIESCH, J. (2000): Oberflächenabfluß und Bodenerosion an einem Waldsukzessionsstandort in der Lahr-Emmendinger Vorbergzone. - Freiburger Geographische Hefte 60, S. 285-298, Freiburg i. Br.
- HÄMMERLE, R. (1984): Die Zählung der Elz durch den Leopoldskanal. - Die Pforte: Arbeitsgemeinschaft für Geschichte und Landeskunde Kenzingen 7/8, Jg. 4, S. 36-45.
- HANK, P., WICKERSHEIMER, I., FRÖHLICH, K. & BERNHARD-WIGGERT, H. (1992): Der Kaiserstuhl: Landschaft in alten Photographien. - Braun, 108 S., Karlsruhe.
- HARTMANN, M. (1991): Relief- und Bodenentwicklung im Föhrental (Mittlerer Schwarzwald) unter Einfluß des Menschen. - Freiburger Geographische Hefte 33, S. 9-22, Freiburg i. Br.
- HARTMANN, M. (1997²): Das Glottertal - Geomorphodynamik und Bodenbildung. - Freiburger Geographische Hefte 36, S. 289-307, Freiburg i. Br.
- HARTMANN, M. (1998): Die Landschaftsentwicklung im Glottertal unter besonderer Berücksichtigung der aktuellen Geomorphodynamik. - Diss. Geowiss. Fak. Univ. Freiburg.
- HASSLER, D., HASSLER, M. u. GLASER, K.-H. (Hrsg.) (1995): Wasserwiesen. - Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 87. Karlsruhe.
- HEIZMANN, W. (1984): Die gewerbliche Nutzung der Alten Elz in den letzten 150 Jahren. - Die Pforte: Arbeitsgemeinschaft für Geschichte und Landeskunde Kenzingen 7/8, Jg. 4, S. 2-33.
- HEMPEL, L. (1968): Bodenerosion in Süddeutschland. Erläuterungen zu Karten von Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland. - Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, 12 S., Bad Godesberg.
- HOFIUS, K. (1971): Das Temperaturverhalten eines Fließgewässers dargestellt am Beispiel der Elz. - Freiburger Geographische Hefte 10, 111 S., Freiburg i. Br.
- HÜTTNER, R. (1996³): Tektonik im Grundgebirge. - GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): Erläuterungen zur geologischen Karte von Freiburg i. Br. und Umgebung. S. 199-228, Freiburg i. Br.
- HÜTTNER, R. (1999): Geologischer Bau. - LANDESARCHIVDIREKTION BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Der Landkreis Emmendingen. Thorbecke, S. 35-51, Stuttgart.

- JÄNICHEN, H. (1961): Zur Geschichte der Sägemühlen im Mittelalter. *Aleman. Jb.*, S. 317-329.
- JEDIN, H., LATOURETTE, K. & MARTIN, J. (Hrsg.) (1988³): *Atlas zur Kirchengeschichte: Die christlichen Kirchen in der Geschichte der Gegenwart.* - Herder, 152 S., Freiburg i. Br.
- KELLER, G. (1981): *Wald, Forstwirtschaft und Jagd.* - MEYER, L. (Hrsg.): *Der Kreis Emmendingen.* Theiss, S. 314-327. Stuttgart.
- KESSLER, G. (1996³): *Orthogneise.* - GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): *Erläuterungen zur geologischen Karte von Freiburg i. Br. und Umgebung.* S. 35-47, Freiburg i. Br.
- KESSLER, G. & LEIBER, J. (1991²): *Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25000 von Baden-Württemberg, Blatt 7813 Emmendingen.* Stuttgart.
- KNOCH, D. (1981): *Vielfältige Vegetation und Tierwelt.* - MEYER, L. (Hrsg.): *Der Kreis Emmendingen.* Theiss, S. 53-61, Stuttgart.
- KÜSTER, H. (1989): *Mittelalterliche Eingriffe in die Naturräume des Voralpenlandes.* - HERRMANN, B. (Hrsg.): *Umwelt in der Geschichte: Beiträge zur Umweltgeschichte.* Vandenhoeck & Ruprecht, S. 63-76, Göttingen.
- KÜSTER, H. (1995): *Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa: Von der Eiszeit bis zur Gegenwart.* - Sonderausgabe 1999. Beck, 424 S., München.
- KÜSTER, H. (1998): *Die Geschichte des Waldes.* - Beck, 267 S., München.
- LAIS, R. (1934): *Das nördliche Kaiserstuhlvorland – seine Bodengestalt, Entstehungsgeschichte und frühe Besiedelung.* - *Schau-ins-Land* 61, S. 9-20, Freiburg i. Br.
- LAIS, R. (1940): *Über rotgefärbte postglaziale Böden im Gebiet des Oberrheins.* - *Germania* 24, S. 157-166, Berlin.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1979): *Deutsches gewässerkundliches Jahrbuch. Sonderheft Baden-Württemberg.* Karlsruhe.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1995): *Deutsches gewässerkundliches Jahrbuch, Reingebiet. Teil 1, Hoch- und Oberrhein.* Karlsruhe.
- LANDESARCHIVDIREKTION BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1982): *Das Land Baden-Württemberg: amtliche Beschreibung nach Kreisen und Gemeinden.- Bd. 6.* Stuttgart.
- LANG, G. (1994): *Quartäre Vegetationsgeschichte Europas.* - Gustav Fischer, 462 S., Jena.
- LIEHL, E. (1934): *Morphologische Untersuchungen zwischen Elz und Brigach (Mittelschwarzwald).* - *Ber. Naturf. Ges. Freiburg* 34, S. 95-212, Freiburg i. Br.
- LIEHL, E. (1980): *Der Hohe Schwarzwald.* - Unter Mitarb. von KNOCH, D. & OBERDORFER, E. - *Wanderbücher des Schwarzwaldvereins* 4. Rombach, 430 S., Freiburg i. Br.
- LIEHL, E. (1980a): *Der Schwarzwald in der letzten Eiszeit.* - LIEHL, E. & SICK, W. (Hrsg.): *Der Schwarzwald. Beiträge zur Landeskunde.* Alemannisches Institut Freiburg.
- LUDEMANN, T. (1992): *Im Zweribach – Vom nacheiszeitlichen Urwald zum „Urwald von Morgen“.* - *Beih. Veröff. Naturschutz u. Landespflege in Bad.-Württ.* 63, 268 S., Karlsruhe.
- LÜTTIG, G. (1988): *Gehen wir auf eine neue Eiszeit zu? - Eiszeitalter und Gegenwart* 38, S. 6-16.
- LUTZ, P. (1999): *Naturkundliche Grundlagen und historische Entwicklung.* - LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): *Der Rohrhardsberg: Neue Wege im Naturschutz für den Mittleren Schwarzwald.* Verlag Regionalkultur, S. 75-122, Ubstadt-Weiher.
- MÄCKEL, R. (1969): *Untersuchungen zur jungquartären Flußgeschichte der Lahn in der Gießener Talweitung.* - *Eiszeitalter u. Gegenwart* 20, S. 138-174, Öhringen/Württ.

- MÄCKEL, R. (1997²): Spät- und postglaziale Flußaktivität und Talentwicklung im Schwarzwald und Oberrheintiefland. - Freiburger Geographische Hefte, H. 36, S. 75-99, Freiburg i. Br.
- MÄCKEL, R. (1999): Oberflächenformen (gegliedert nach Landschaftseinheiten). - LANDESARCHIVDIREKTION BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Der Landkreis Emmendingen. - Thorbecke, S. 35-51, Stuttgart.
- MÄCKEL, R. (2000): Naturraum und Relief. - Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg i. Br. 90 (im Druck).
- MÄCKEL, R. & FRIEDMANN, A. (1999): Holozäner Landschaftswandel im südlichen Oberrheintiefland und Schwarzwald. - Eiszeitalter und Gegenwart 49, S. 1-20, Hannover.
- MÄCKEL, R. & RÖHRIG, A. (1991): Flußaktivität und Talentwicklung des Mittleren und Südlichen Schwarzwaldes und Oberrheintieflandes. - Berichte zur deutschen Landeskunde Bd. 65, H. 2, S. 287-311.
- MÄCKEL, R. & ZOLLINGER, G. (1995): Holocene river and slope dynamics in the Black Forest and Upper Rhine Lowlands under the impact of man. - Z. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. 100, S. 89-100, Berlin, Stuttgart.
- MÄCKEL, R., FRIEDMANN, A. & SCHLOTTMANN, A. (1998): Die ¹⁴C-Daten der seit 1986 am Institut für Physische Geographie der Universität Freiburg laufenden DFG-Forschungsprojekte im Oberrheintiefland und Schwarzwald. - MÄCKEL, R. & FRIEDMANN, A. (Hrsg.): Wandel der Geo-Biosphäre in den letzten 15000 Jahren im südlichen Oberrheintiefland und Schwarzwald - Freiburger Geogr. Hefte 54, S. 191-202, Freiburg i. Br.
- MANGELSDORF, J. & SCHEURMANN, K. (1980): Flußmorphologie: Ein Leitfaden für Naturwissenschaftler und Ingenieure. München, Wien, Oldenburg.
- MAUS, H. (1996³): Erz- und Mineralgänge. - GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): Erläuterungen zur geologischen Karte von Freiburg i. Br. und Umgebung. S. 62-65, Freiburg i. Br.
- METZ, B. (1997²): Glaziale Formen und Formungsprozesse im Schwarzwald. - Freiburger Geographische Hefte, H. 36, S. 51-74, Freiburg i. Br.
- MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J. (Hrsg.) (1953/1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Bundesanst. für Landeskunde. 258 S., Remagen.
- MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1975): Gewässerkundliches Flächenverzeichnis des Landes Baden-Württemberg. Stuttgart.
- MOORE, P., WEBB, J. & COLLINSON, M. (1991²): Pollen Analysis. - Blackwell Science Ltd, 216 S., Oxford, London.
- MÜLLER, T. & OBERDORFER, E. (1974): Die potentielle natürliche Vegetation von Baden-Württemberg. Unter Mitw. von PHILIPPI, G. -, Beihefte zu den Veröffentlichungen der Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 6. LANDESSTELLE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.), 46 S., Ludwigsburg.
- MÜLLER, W. (1988²): Kirchengeschichtlicher Überblick. - LANDKREIS BREISGAU-HOCHSCHWARZWALD (Hrsg.): Breisgau-Hochschwarzwald – Land vom Rhein über den Schwarzwald zur Baar. Verlag Karl Schillinger, S. 134-141, Freiburg i. Br.

- MÜLLER, W. (1989⁴): Zur Kirchengeschichte des Schwarzwaldes, besonders zur Geschichte der Schwarzwaldpfarreien. - LIEHL, E. & SICK, W. (Hrsg.): Der Schwarzwald – Beiträge zur Landeskunde. Veröffentlichung des Alemannischen Instituts Freiburg i. Br. 47. Konkordia Verlag, S. 205-229, Bühl/Baden.
- MÜLLER, H. (Hrsg.) (1994): Schlaglichter der Weltgeschichte. Bundeszentrale für politische Bildung, Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus AG, 600 S., Mannheim.
- OSTERMANN, A. (1998): Elzwiesen. - REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG (Hrsg.): Die Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Freiburg. Bearbeitet von der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Freiburg. Thorbecke, S. 253-256, Sigmaringen.
- PAUL, W. (1955): Zur Morphogenese des Schwarzwaldes. - Jh. geol. Landesamt Baden-Württ. 1, S. 395-427.
- PAUL, W. (1963): Zur Morphogenese des Schwarzwaldes (IIIa). - Jh. geol. Landesamt Baden-Württ. 6, S. 543-582.
- PAUL, W. (1970): Zur Fluß- und Landschaftsgeschichte der oberen Donau und der Baar. - Schriften des Vereins f. Geschichte u. Naturgeschichte d. Baar 28, S. 153-198, Donaueschingen.
- POTT, R. (1993): Farbatlas Waldlandschaften: Ausgewählte Waldtypen und Waldgesellschaften unter dem Einfluß des Menschen. - Ulmer, 224 S., Stuttgart.
- POTT, R. (1997): Von der Urlandschaft zur Kulturlandschaft – Entwicklung und Gestaltung mitteleuropäischer Kulturlandschaften durch den Menschen. - Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 27, S. 5-26.
- REICHEL, G. (1964): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 185 Freiburg im Breisgau. Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, 47 S., Bad Godesberg.
- REICHEL, G. (1966): Neuere Beiträge zur Kenntnis der Vergletscherung im Schwarzwald und den angrenzenden Gebieten. - Schr. Ver. Gesch. u. Naturgeschichte der Baar 26. S. 108-122, Donaueschingen.
- REKLIP (1995): Klimaatlas Oberrhein Mitte-Süd. Text- und Atlasband. Herausgegeben von der Trinationalen Arbeitsgemeinschaft Regio-Klima-Projekt. Zürich, Offenbach, Straßburg.
- RITTWEGGER, H. (2000): The „Black Floodplain Soil“ in the Amöneburger Becken, Germany: a lower Holocene marker horizon and indicator of an upper Atlantic to Subboreal dry period in Central Europe? - Catena 41, Elsevier Science, S. 143-164.
- RÖHRIG, A. (1997²): Elztal und nördliches Kaiserstuhl-Vorland. - Freiburger Geographische Hefte 36, S. 323-334, Freiburg i. Br.
- RÖSCH, M. (1994): Gedanken zur Auswirkung (prä)historischer Holznutzung auf Wälder und Pollen-Diagramme. - LOTTER, A. & AMMANN, B. (Hrsg.): Festschrift Gerhard Lang. Dissertationes Botanicae 234, S. 447-471, Berlin, Stuttgart.
- ROTHMALER, W. (1994⁸): Exkursionspflanzen von Deutschland. Gefäßpflanzen: Kritischer Band. - Band 4. Hrsg.: SCHEUBERT, R. & VENT, W. Gustav Fischer Verlag, 811 S., Jena.
- RUDLOFF, H. v. (1980): Die Klimaentwicklung in den letzten Jahrhunderten im Mitteleuropäischen Raum (mit einem Rückblick auf die postglaziale Periode). - OESCHGER, H., MESSERLI, B. & SVILAR, M. (Hrsg.): Das Klima. S. 125-213. Heidelberg.
- SANGMEISTER, E. (Hrsg.) (1993): Zeitspuren. Archäologisches aus Baden. - Archäologische Nachrichten aus Baden 50 (Jubiläumsband). 238 S., Freiburg.
- SAUER, K. (1981): Natürliche Grundlagen des Kreises. - MEYER, L. (Hrsg.): Der Kreis Emmendingen. S. 32-52.

- SCHAAB, M. (1999): Besiedlung in Mittelalter und früher Neuzeit. - LANDES-ARCHIVDIREKTION BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Der Landkreis Emmendingen, Bd. 1. Kreisbeschreibung des Landes Baden-Württemberg. - Thorbecke, S. 115-128, Stuttgart.
- SCHÄDEL, K. (1997): Löß im Kaiserstuhl - Ablagerungen und Landschaftsformen. - Jber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver., N.F. 79, S. 183-202, Stuttgart.
- SCHAMMEL, C. (1991): Sedimentologische und biostratigraphische Untersuchungen an Sedimentkernen aus dem Profundal des Schurmsees (Nordschwarzwald). - Unveröff. Dissertation Geowiss. Fakultät Univ. Freiburg, 178 S., Freiburg i. Br.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (1998¹⁴): Lehrbuch der Bodenkunde. - 14. Auflage von SCHACHTSCHABEL†, P., BLUME, H., BRÜMMER, G., HARTGE, K. & SCHWERTMANN, U. Enke, 510 S., Stuttgart.
- SCHEIFELE, M. (1996): Als die Wälder auf Reisen gingen: Wald, Holz, Flößerei in der Wirtschaftsgeschichte des Enz-Nagold-Gebiets. - MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM, ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg), Braun, 368 S., Karlsruhe.
- SCHILLINGER, E. (1954): Kollnau - ein vorderösterreichisches Eisenwerk des 18. Jahrhunderts. - Aleman. Jb., S. 279-340.
- SCHMIDT, E. (1976): Der ‚Tannenbuck‘, ein hochmittelalterlicher Turmhügel bei Rust im Ortenaukreis. - LANDESDENKMALAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Kulturdenkmale in Baden-Württemberg: Kleiner Führer, Blatt 18. Stuttgart.
- SCHMIDT, W. (1950): Zur Formenentwicklung im Umkreis des Elztales (Mittelschwarzwald). - Mitteilungen d. bad. Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e. V. Bd. 5., S. 142-159, Freiburg i. Br.
- SCHMIDT, W. (1963): Erdrutsche, Wildbacherosion und Felsschuttströme im Elztal. Beobachtungen über die Folgen des Unwetters vom 22. Juni 1963. - Mitt. des bad. Landesver. für Naturkunde und Naturschutz, 15.12.1963, H. 3, S. 413-416. Freiburg i. Br.
- SCHNARRENBERGER, K. (1909): Erläuterungen zur Geologischen Karte Elzach 1:25 000. - Nachdruck 1985, 60 S., Stuttgart.
- SCHNEIDER, R. (1997): Fluß- und Talgeschichte der Elz von der Quelle bis Waldkirch. - Unveröff. Staatsexamensarbeit, Institut f. Physische Geographie, Universität Freiburg, 128 S., Freiburg i. Br.
- SCHNEIDER, R. (1998): Die Fluß- und Talgeschichte der Elz von der Quelle bis Waldkirch. - MÄCKEL, R. & FRIEDMANN, A. (Hrsg.): Wandel der Geo-Biosphäre in den letzten 15000 Jahren im südlichen Oberrheintiefland und Schwarzwald. Freiburger Geogr. Hefte 54, S. 127-148.
- SCHNEIDER, R., FRIEDMANN, A. & MÄCKEL, R. (2000): Hangsedimente und Kolluvien in den Lößgebieten Südbadens. - Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg i. Br. 88/89 (im Druck).
- SCHÖNWIESE, C. (1995): Klimaänderungen. Daten, Analysen, Prognosen. - Springer-Verlag, 224 S., Berlin, Heidelberg.
- SCHREINER, A. (1958): Niederterrasse, Flugsand und Löß am Kaiserstuhl (Südbaden). - Mitt. Bad. Landesv. Naturkunde und Naturschutz 7, S. 113-125, Freiburg i. Br.
- SCHREINER, A. (1996³): Quartär. - GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): Erläuterungen zur geologischen Karte von Freiburg i. Br. und Umgebung. S. 174-199, Freiburg i. Br.
- SCHREINER, A. (1997²): Einführung in die Quartärgeologie. - E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 257 S., Stuttgart.

- SCHULTE, A. & STUMBÖCK, M. (2000): Sedimentologische Befunde für den neolithischen und bronzezeitlichen Landschaftswandel im Hegau, SW-Deutschland – Erste Ergebnisse. - Z. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. 121, S. 151-169, Berlin, Stuttgart.
- SCHWINEKÖPER, B. (1984): Das Zisterzienserkloster Tennenbach und die Herzöge von Zähringen. - Waldkircher Verlagsgesellschaft, 67 S., Waldkirch.
- SEIDEL, J. (1999): Die anthropogene Einwirkung auf die Oberflächenformung im Simonswälder Tal. - Unveröff. Magisterarbeit, Institut f. Physische Geographie, Universität Freiburg, 102 S., Freiburg i. Br.
- SEIDEL, J. (2000): Anthropogene Einflüsse auf die Landschaftsentwicklung im Simonswälder Tal. - Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg i. Br. 88/89 (im Druck).
- SEMMELE, A. (1983²): Grundzüge der Bodengeographie. Stuttgart.
- SEMMELE, A. (2000): Holozäne Umweltentwicklung im Spiegel der Böden. - Rundgespräche der Kommission für Ökologie 18: Entwicklung der Umwelt seit der letzten Eiszeit. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, S. 129-136, München.
- STEUER, H. (1999): Keltischer und Römischer Bergbau im Südschwarzwald. - LANDESDENKMALAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Früher Bergbau im südlichen Schwarzwald. Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 41, S. 49-58, Stuttgart.
- STÖCKL, H. & NEUBAUER-SAURER, D. (1990): Neue Funde der Strassburger und Wauwiler Gruppe. - Cahiers de l'Association pour la Promotion de la Recherche Archéologique en Alsace 6. S. 115-170, Zimmersheim.
- STÖCKL, H. (1992): Die Bandkeramik im nördlichen Kaiserstuhl und dem angrenzenden Vorland. - Cahiers de l'Association pour la Promotion de la Recherche Archéologique en Alsace 8. S. 1-19, Zimmersheim.
- THEIS, M. (1992): Potentielle natürliche Vegetation und naturräumliche Einheiten als Orientierungsrahmen für ökologisch-planerische Aufgabenstellungen in Baden-Württemberg. - Untersuchungen zur Landschaftsplanung 21. LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.), 26 S, Karlsruhe.
- TIBORSKI, K. (1999): Witterung und Klima. - LANDESARCHIVDIREKTION BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Der Landkreis Emmendingen, Bd. 1. Kreisbeschreibung des Landes Baden-Württemberg. - Thorbecke, S. 35-52, Stuttgart.
- TRENKLE, H. (1987): Das Klima des Elztales und des Simonswäldertales - Sein Einfluß auf die Vegetation und den Menschen. - Der Schwarzwald, IV/87.
- URZ, R. (1995): Jungquartär im Auenbereich der mittleren Lahn. Stratigraphische und paläontologische Untersuchungen zur Rekonstruktion vergangener Flußlandschaften. - Diss. Fachbereich Geowissenschaften Universität Marburg.
- VIESER, H. (1996): Stationarität historischer Reihen extremer Hochwasser in Baden-Württemberg. - Wasser & Boden 8, S. 50-54, Karlsruhe.
- WALDMANN, F. (1989): Beziehungen zwischen Stratigraphie und Bodenbildungen aus spätglazialen und holozänen fluviatilen Sedimenten in der nördlichen Oberrheinebene. - Unveröff. Dissertation an der Geowissenschaftl. Fakultät der Universität Freiburg i. Br.
- WALTHER, I. (1909): Die Siedelungen des Dreisam- und Elzgebietes im Schwarzwald. - Inaugural-Dissertation. Freiburg i. Br.
- WASSERWIRTSCHAFTSVERWALTUNG - LAND BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1992): Wasserwirtschaftlich-ökologisches Entwicklungskonzept für die Elz.
- WEISE, O. (1983): Das Periglazial: Geomorphologie und Klima in gletscherfreien, kalten Regionen. - Borntraeger, 199 S., Berlin, Stuttgart.

- WILHELMY, H. (1994⁵): Geomorphologie in Stichworten. - Ferdinand Hirt, 143 S., Berlin, Stuttgart.
- WILMANNNS, O. (1989⁴): Geschichtlich bedingte Züge in der heutigen Vegetation des Schwarzwaldes. - LIEHL, E. & SICK, W. (Hrsg.): Der Schwarzwald – Beiträge zur Landeskunde. Veröffentlichung des Alemannischen Instituts Freiburg i. Br. 47. Konkordia Verlag, S. 129-154, Bühl/Baden.
- WILMANNNS, O. (1995): Die Eigenart der Vegetation im Mittleren Schwarzwald als Ausdruck der Bewirtschaftungsgeschichte. - Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz 2, S. 227 - 249, Freiburg i. Br.
- WUNDERLICH, J. (1998): Palökologische Untersuchungen zur spätglazialen und holozänen Entwicklung im Bereich der Hessischen Senke - Ein Beitrag zur internationalen Global-Change Forschung. Unveröff. Habilitationsschrift, FB Geogr. Univ. Marburg.
- ZIENERT, A. (1961): Die Großformen des Schwarzwaldes. - Forsch. z. dt. Landeskunde 128. Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, Bad Godesberg.
- ZOLITSCHKA, B. (1999): Der Beginn intensiver anthropogener Nutzung der natürlichen Ressourcen. - Unveröff. Berichterstattung über Projekte mit Beiträgen zu Zeitscheibe III (DFG-Schwerpunktprogramm ‚Wandel der Geo-Biosphäre in den letzten 15 000 Jahren‘), Potsdam.
- ZOLLINGER, G. (1990): Quartäre Geomorphogenese und Substratentwicklung am Schwarzwald-Westrand zwischen Freiburg und Müllheim (Südbaden). - Physiogeographica. Basler Beiträge zur Physiogeographie 12, 202 S., Basel.

Kartenverzeichnis

- Bodenübersichtskarte von Baden-Württemberg 1 : 350 000. - Bearbeitung: WALDMANN, F. & ZWÖLFER, F. (1997), Herausgegeben vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg i. Br.
- „Geologische Spezialkarte des Großherzogtums Baden“ (1 : 25 000)
 7714 Haslach, Blatt 93 (1895)
 7814 Elzach, Blatt 99 (1909)
 7815 Triberg im Schwarzwald, Blatt 100 (1895)
 7915 Furtwangen, Blatt 103 (1895)
- Geologische Karte von Baden-Württemberg (1 : 50 000), Blatt Freiburg i. Br. und Umgebung (1996³). Herausgegeben vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg i. Br.
- „Plan über den einem Löblichen Gotteshaus Thennenbach“, Alexander Harscher, Geometer, 1778.
- Schmitt'sche Karte von Südwestdeutschland (1 : 57 600):
 Blatt 17 (1797), Blatt 18 (1797), Blatt 35 (1797)
- Topographische Karte des Rheinstroms und seiner beiderseitigen Ufer von Hüningen bis Lauterburg (Rheingränzcarte), Freiburg 1828.
- Topographische Karten (1 : 25 000), Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart:
- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 7612 Lahr/Schwarzwald West (1997) | 7613 Lahr/Schwarzwald Ost (1997) |
| 7711/7712 Ettenheim (1998) | 7713 Schuttertal (1992) |
| 7714 Haslach im Kinzigtal (1992) | 7715 Hornberg (1997) |
| 7811 Wyhl (1998) | 7812 Kenzingen (1998) |
| 7813 Emmendingen (1997) | 7814 Elzach (1992) |
| 7815 Triberg i. Schwarzwald (1997) | 7911 Breisach a. Rhein (1998) |
| 7912 Freiburg i. Br. Nordwest (1998) | 7913 Freiburg i. Br. Nordost (1998) |
| 7914 St. Peter (1998) | 7915 Furtwangen im Schwarzwald (1992) |
- „Topographischer Atlas über das Grossherzogtum Baden“ (1 : 50 000):
 Blatt 29 Oberhausen (1842)
 Blatt 30 Lahr (1844)
 Blatt 31 Haslach (1843)
 Blatt 34 Freiburg (1844)
 Blatt 35 Tryberg (1845)
- „Topographische Charte von Schwaben“ (1 : 86 400):
 Blatt 19 Offenburg (1826)
 Blatt 28 Freiburg (1827)
 Blatt 29 Donauquellen (1826)
- Vorläufige Geologische Karte von Baden-Württemberg (1 : 25 000), 7712 Ettenheim (1997).
 Herausgegeben vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg i. Br.

8 Anhang

Photos



Photo 1: Die Elz im Südöstlichen Schwarzwald bei Farnbauer. Blick nach Süden. Die Elz fließt in engen Mäanderschlingen durch das weitgehend vermoorte Muldental (03.1997).



Photo 2: Terrassensystem im Prechtal bei Polihof, Mittlerer Talschwarzwald (07.1997).

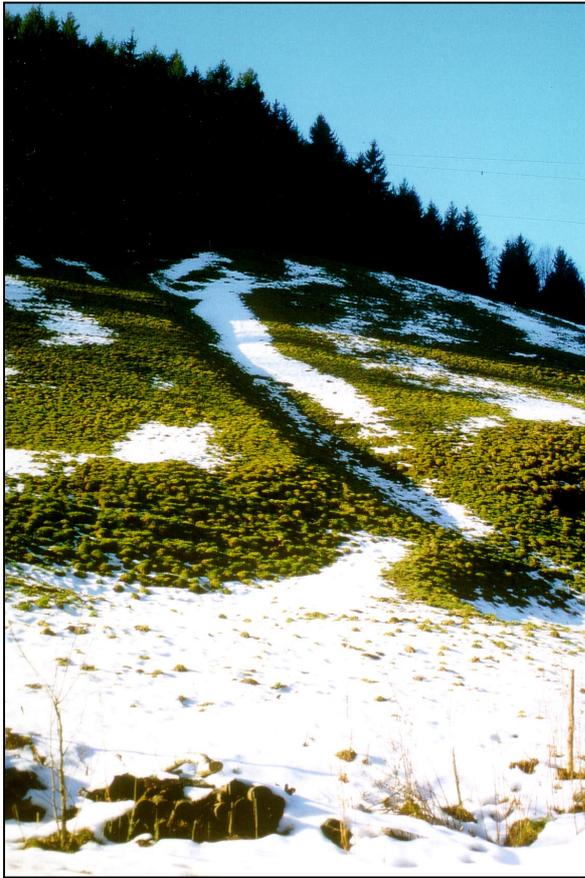


Photo 3: Rinne beim Kasperhof (Simonswälder Tal), die durch Holztransport über Riesen entstanden ist (02.1999).



Photo 4: Stellfalle zur Wiesenwässerung im mittleren Elztal (Moosmatten). Der ehemalige Bewässerungsgraben ist weitgehend mit Auenlehm verfüllt (08.1999).



Photo 5: Bohrstangen-Sondierung in der Aue des Tennenbächles (Mittlerer Talschwarzwald). Maximale Bohrtiefe 6 m, Durchmesser des Bohrkerns 2 cm (06.1999).

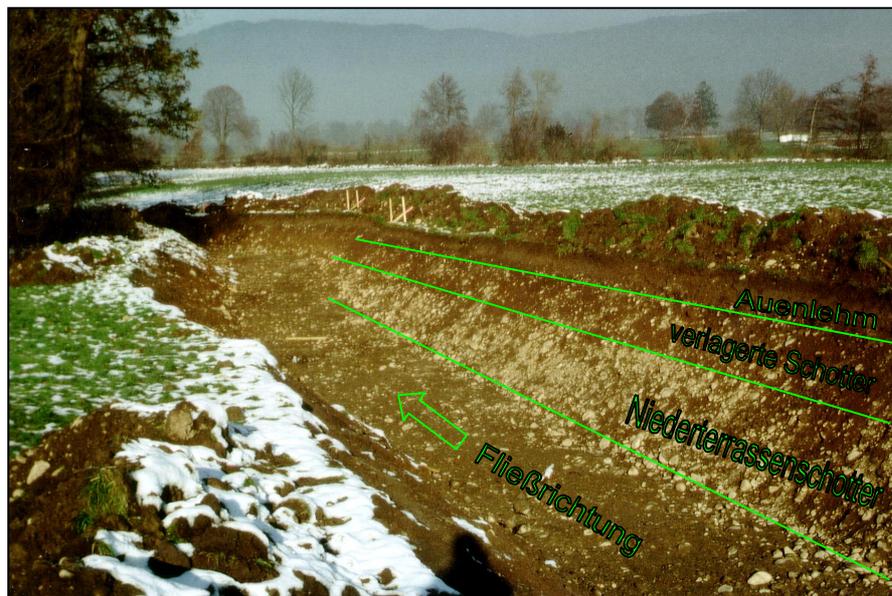


Photo 6: Krummbachverlegung im Zartener Becken. Blick von der Niederterrasse zum Krummbach. Der Aufschluß zeigt die Niederterrassenschotter (ab 80 cm u. GOF), darüber eine Schicht mit verlagerten Schottern in lehmiger Matrix (35-80 cm u. GOF). Auf der Niederterrasse wurden durch Extremhochwasser 35 cm Auenlehm abgelagert (11.1999).



*Photo 7: Rammkern-
sonden-Bohrung im
Fernecker Tal
(Emmendinger Vorberge).
Motorbetriebener Schlag-
hammer, maximale
Bohrtiefe im Schwemmlöß
10 m, Durchmesser des
Bohrkerns 5 cm (04.1999).*



Photo 8: Aufschluß Endingen (nördlicher Kaiserstuhland). Über dem prä-neolithischen Schwemmlöß liegt ein dunkelbrauner, schwarzerdeähnlicher fossiler Boden. In dieser Lage wurde in grubenförmigen Vertiefungen Keramik der Wauwiler Gruppe (Jungneolithikum) vorgefunden. Auf dem fossilen Boden wurden 120 cm Schwemmlöß abgelagert (05.1998).

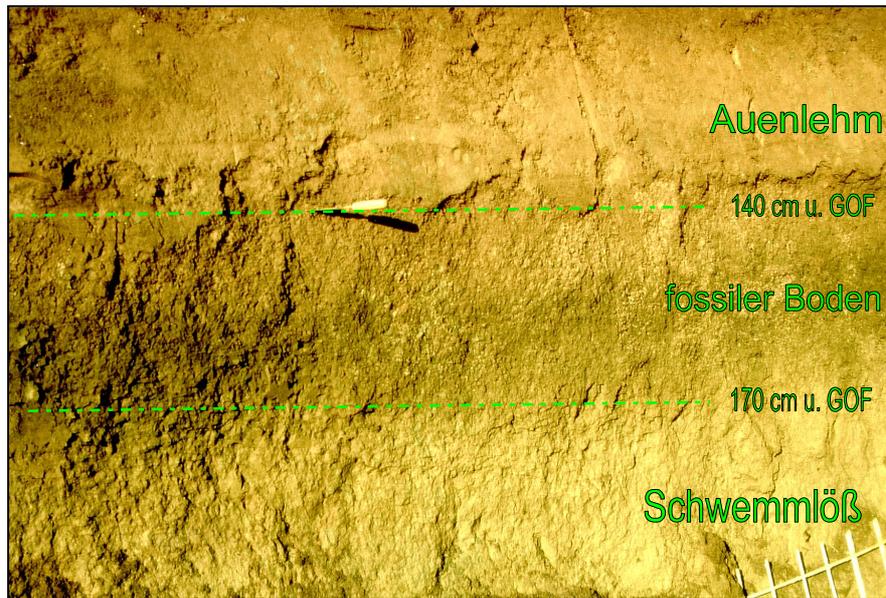


Photo 9: Aufschluß Ettenheim-Radackern (Lahr-Emmendinger Vorberge). Auf dem Schwemmfächer des Ettenbachs entwickelte sich vom Präboreal bis in das Atlantikum eine Feuchtschwarzerde. Diese wurde im Neolithikum mit Auenlehm überlagert (Aufnahme: R. Mäckel, 02.2000).



Photo 10: Fundplatz Wyhl-Schorpfad (Forchheimer Platte). In etwa 200 cm Tiefe (u. GOF) wurden urnenfelderzeitliche Artefakte in braunen Verfüllungen in einem Sandrücken vorgefunden. Die mächtige sandig-schluffige Auflage über den Funden zeugt von kräftiger Flächenerosion (4.2000).



Photo 11: Bechtaler Wald bei Weisweil (Forchheimer Platte). Nach dem Orkan ‚Lothar‘ (26.12.1999) sind große Waldareale in der Oberrheinebene durch Windwurf aufgelichtet (01.2000).



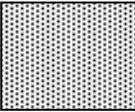
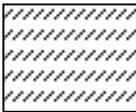
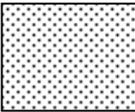
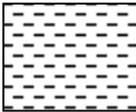
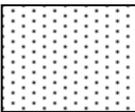
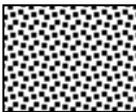
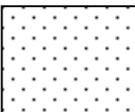
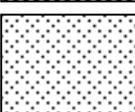
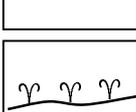
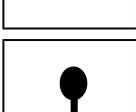
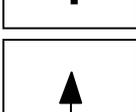
Photo 12: Ehemaliges Elzbett südlich von Rust (Ettenheim-Kippenheimweiler Platte) nach einer Niederschlagsperiode. Die Schotter wurden bei katastrophalen Hochwassern auf den Niederterrassenplatten abgelagert (03.1999).



Photo 13: Zinkengrien-Mäanderschlinge (Elzniederung in der Oberrheinebene). Bei Niedrigwasser (durch Schließung des Schleusentors in Riegel) wird ersichtlich, daß trotz reguliertem Durchfluß durch Auskolkungen und Seitenerosion neue Rinnen entstehen können, die zur Verlagerung der Mäanderbögen führen (02.2000).



Photo 14: Bohrarbeiten im ehemaligen Flußbett der Elz auf dem Gewinn Ringsmättle (Ettenheim-Kippenheimweiler Platte). Das Bett wird als Grünland genutzt, in den Auenbereichen wird Ackerbau betrieben. Durch die differenzierte Landnutzung ist die Rinne im Gelände gut ersichtlich (07.1999).

<u>Schlüssel zu den Signaturen</u>			
	S Sand		IT lehmiger Ton
	uS schluffiger Sand		T Ton
	IS lehmiger Sand		Gr Grus
	tS toniger Sand		Schotter / Schutt
	U Schluff		Anstehendes
	sU sandiger Schluff		Y Anthropogene Auffüllung
	IU lehmiger Schluff		Hh Hochmoortorf Hu Übergangsmoortorf Hn Niedermoortorf AMO Anmoor
	tU toniger Schluff		Grünlandnutzung
	L Lehm		Ackerbau
	sL sandiger Lehm		Laubbaum
	uL schluffiger Lehm		Nadelbaum
	tL toniger Lehm		
	sT sandiger Ton		

(Ansprache und Grenzwerte der Bodenarten nach SEMMEL 1983 u. AG BODEN 1994)

Abb. 8.1: Schlüssel zu den Signaturen.

Tab. 8.1: Neue ¹⁴C-Datierungen im Einzugsgebiet der Elz (Stand 18.09.2000).

FR-Nr. Labor- Nr.	Fundort top. Lage (TK 25) (RW/HW)	Begleitende Schichten (Entn. -Tiefe in cm u. GOF)	Material	konv. ¹⁴ C- Alter (BP)	kalib. Alter 1σ	kalib. Alter 2σ
97-6 Hd-19263	Eilet / Elztal 7814 Elzach (3432100/5339300)	Kolluvium (35)	Holz- kohle	187±70	AD 1660- 1995	AD 1530- 1955
97-7 Hd-19260	Eilet / Elztal 7814 Elzach (3432100/5339300)	Kolluvium (50)	Holz- kohle	281±53	AD 1525- 1665	AD 1480- 1955
97-19 Hd-19464	Elzaue / Oberprechtal 7714 Haslach i. Kinzigtal (3435580/5341880)	Auensedimente (85-115)	org. Material	1251±25	AD 725- 790	AD 690- 880
99-1 Hd-21055	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412125/5341740)	Kolluvium/Auen- sedimente (30)	org. Material	895±42	AD 1045- 1215	AD 1025- 1250
99-2 Hd-21070	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412125/5341740)	Kolluvium/Auen- sedimente (60)	org. Material	3825± 155	BC 2475- 2035	BC 2845- 1790
99-3 -	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412125/5341740)	Kolluvium/Auen- sedimente (100)	org. Material	zu wenig Kohlenst.	-	-
99-4	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412125/5341740)	Kolluvium/Auen- sedimente (150)	org. Material	in Bear- beitung		
99-5 Hd-21071	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412125/5341740)	Kolluvium/Auen- sedimente (200)	org. Material	7490±85	BC 6440- 6235	BC 6465- 6110
99-6 Hd-21025	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412125/5341740)	Kolluvium/Auen- sedimente (250)	org. Material	11325 ±285	BC 11835- 11060	BC 12065- 10720
99-7	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412125/5341740)	Kolluvium/Auen- sedimente (300)	org. Material	in Bear- beitung		
99-8 Hd-21079	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412125/5341740)	Kolluvium/Auen- sedimente (350)	org. Material	8070± 135	BC 7295- 6765	BC 7475- 6645
99-9	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412125/5341740)	Kolluvium/Auen- sedimente (400)	org. Material	in Bear- beitung		
99-10 -	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412125/5341740)	Kolluvium/Auen- sedimente (450)	org. Material	zu wenig Kohlenst.	-	-
99-11 -	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412125/5341740)	Kolluvium/Auen- sedimente (500)	org. Material	zu wenig Kohlenst.	-	-
99-12 -	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412125/5341740)	Kolluvium/Auen- sedimente (540)	org. Material	zu wenig Kohlenst.	-	-
99-13 Hd-21075	Farnberg / Elz 7814 Elzach (3437550/5330500)	Niedermoor (188)	Torf	3508 ±41	BC 1885- 1750	BC 1940- 1695
99-14 Hd-21063	Farnberg / Elz 7814 Elzach (3437700/5330560)	Niedermoor (97)	Torf	3487±36	BC 1880- 1745	BC 1915- 1695
99-15	Fernecker Tal 7812 Kenzingen (3412120/5337750)	org. Lage Schwemmlöß (290)	org. Material	vorl. Alter 1951 ±84		

99-16 Hd-20559	Endingen 7812 Kenzingen (3403150/5334800)	Löß (250)	Schnek- ken	16855 ±100	-	-
99-17 Hd-20843	Kloster Tennenbach 7813 Emmendingen (3417875/5334575)	Auensedimente (234-248)	org. Material	787±40	AD 1215- 1275	AD 1160- 1285
99-18 Hd-20844	Kloster Tennenbach 7813 Emmendingen (3417925/5334575)	Auensedimente (260-265)	org. Material	1923±53	BC 5- AD125	BC 45- AD230
99-19 Hd-20847	Kloster Tennenbach 7813 Emmendingen (3417874/53345576)	Auensedimente (255-269)	org. Material	1285±35	AD 675- 770	AD 660- 800
99-20 Hd-21065	Weißbach / Mundingen 7813 Emmendingen (3413750/5334555)	Schwemmlöß (520-533)	org. Material	5726±57	BC 4675- 4465	BC 4770- 4410
99-21 Hd-21080	Zinkengrien / Elzaue 7711/12 Ettenheim (340645/534257)	Auensedimente (257-266)	Holz	1660±34	AD 350- 425	AD 265- 440
99-22	Bombachtal 7812 Kenzingen (3410500/5339320)	Schwemmlöß (370-390)	Holz	vorl. Alter 7744 ±135		
99-23 Hd-21121	Bechtaler Wald / Weisweil 7711/12 Ettenheim (3403063/5342413)	Rheinrinnen- füllung (216-226)	org. Material	1467±55	AD 540- 645	AD 430- 660
99-24 Hd-21066	Zinkengrien / Elzaue 7712 Emmendingen (3406340/5342740)	Auensedimente (274-288)	Holz	335±54	1480- 1645	1445- 1665
99-27	Krummbachaue / Zartener Becken 8013 Freiburg i. Br.-SO (3421160/5315390)	Auensedimente (65-70)	Holz- kohle	in Bear- beitung		
99-28	Krummbachaue / Zartener Becken 8013 Freiburg i. Br.-SO (3421050/5315390)	Auensedimente (43-75)	Holz- kohle	in Bear- beitung		
99-29	Krummbachaue / Zartener Becken 8013 Freiburg i. Br.-SO (3420710/5315510)	Auensedimente (25-40)	Holz- kohle	in Bear- beitung		
99-31 Hd-21102	Krummbachaue / Zartener Becken 8013 Freiburg i. Br.-SO (3120710/531551)	Schmelzplatz (10-20)	Holz- kohle	2996±32	BC 1295- 1335	BC 1375- 1130
99-32	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412540/5341710)	Kolluvium/Auen- sedimente (157- 163)	Holz- kohle	in Bear- beitung		
99-33	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412540/5341710)	Kolluvium/Auen- sedimente (215-245)	org. Material	in Bear- beitung		
99-34	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412540/5341710)	Kolluvium/Auen- sedimente (365-380)	org. Material	zu wenig Kohlenst.	-	-
99-35 Hd-21064	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412540/5341710)	Kolluvium/Auen- sedimente (463-477)	Torf	9503±41	BC 9110- 8740	BC 9135- 8650
99-36	Bleichheimer Becken 7712 Ettenheim (3412540/5341710)	Kolluvium/Auen- sedimente (577-587)	org. Material	in Bear- beitung		

20-1	Radackern 1 7712 Ettenheim (3411375/5347914)	Kolluvium (150)	Feuchtschwarzerde	in Bearbeitung		
20-2	Radackern 1 7712 Ettenheim (3411375/5347914)	Kolluvium (170)	Feuchtschwarzerde	in Bearbeitung		
20-3	Radackern 1 7712 Ettenheim (3411375/5347914)	Kolluvium (190)	Feuchtschwarzerde	in Bearbeitung		
20-4	Radackern 2 7712 Ettenheim (3411373/5347914)	Kolluvium (130)	Feuchtschwarzerde	in Bearbeitung		
20-5	Radackern 2 7712 Ettenheim (3411373/5347914)	Kolluvium (160)	Feuchtschwarzerde	in Bearbeitung		
20-6	Radackern 2 7712 Ettenheim (3411373/5347914)	Kolluvium (175)	Feuchtschwarzerde	in Bearbeitung		
20-7	Radackern 1 7712 Ettenheim (3411375/5347914)	Rinnenfüllung (154)	Holz Kohle	in Bearbeitung		
20-8	Radackern 1 7712 Ettenheim (3411375/5347914)	Rinnenfüllung (220)	Holz Kohle	in Bearbeitung		
20-9	Radackern 2 7712 Ettenheim (3411373/5347914)	Rinnenfüllung (180)	Holz Kohle	in Bearbeitung		
20-10	Rust 7712 Ettenheim (3406187/5348434)	Kolluvium (90-100)	org. Material	in Bearbeitung		
20-11	Rust 7712 Ettenheim (3406187/5348434)	Kolluvium (125-130)	Feuchtschwarzerde	in Bearbeitung		

Tab. 8.2: Ausgewählte Analysen zum organischen Kohlenstoffanteil (%) bzw. zur Korngröße der Feuchtschwarzerden im Untersuchungsgebiet.

Lokalität	C org. (%)	Korngrößenanalyse						
		gS	mS	fS	gU	mU	fU	T
Ettenheim - Radackern 1								
FSE 140 cm	4,95	0,18	1,15	2,17	30,38	22,28	8,91	34,93
FSE 160 cm	5,03	0,08	0,73	2,20	30,96	20,30	7,34	38,39
FSE 180 cm	4,60	0,26	1,30	2,12	35,27	22,70	7,67	30,67
Ettenheim - Radackern 2								
FSE 140 cm	4,97	0,20	1,77	3,13	31,40	21,81	7,67	34,02
FSE 160 cm	4,98	0,19	1,04	2,30	31,78	20,82	6,50	37,37
FSE 180 cm	4,82	0,26	1,94	2,64	30,66	22,67	7,15	33,25
Endingen FSE 130 cm	4,88	0,09	0,31	2,58	46,67	20,33	7,55	22,46
Rust org. Lage 128 cm	11,00	0,88	1,58	3,24	7,91	15,81	14,54	56,03
Vörstetten FSE 130 cm	4,1	0,14	0,45	1,89	34,02	21,97	4,46	37,06
Vörstetten Grube								
Schwemmlöß 60 cm	3,1	0,02	0,17	2,12	39,22	21,80	3,87	32,80
Fossiler Boden 90 cm	2,8	0,02	0,17	2,28	46,88	20,62	6,24	23,79
Primärlöß 240 cm	1,7	0,21	0,45	2,04	49,06	30,85	5,16	12,24
Grube 110 cm	2,4	0,15	0,71	2,73	44,14	24,08	7,41	20,78
Grube 210 cm	2,4	0,07	0,72	3,07	41,60	24,78	7,33	22,61