

Naturraum und Relief

von

Rüdiger Mäckel, Freiburg i. Br.

Kurzfassung

Der Beitrag gibt eine Einführung in die geomorphologischen Rahmenbedingungen und die Formungsprozesse im oberen Einzugsgebiet der Schiltach bei St. Georgen (Mittlerer Schwarzwald). Das Relief dieses Raumes wird von vier charakteristischen Formengruppen bestimmt: den Hochflächen im oberen Buntsandstein, der Geländestufe im mittleren Buntsandstein, den Landoberflächen im kristallinen Grundgebirge und den Quellmulden und Talanfängen der Schiltach. Glaziale Überformung konnte nur im Schachenbronner Tal nachgewiesen werden. Die Blockanhäufungen und Schuttdecken sowie die Talmulden entstanden unter periglazialen Bedingungen der Würmkaltzeit. Querprofile und Aufschlüsse zeigen den unterschiedlichen Aufbau der Talanfänge. Während das Schachenbronner Tal noch im Buntsandstein liegt, haben sich die anderen Oberläufe in den kristallinen Sockel, den Triberger Granit, eingeschnitten. Über dem Muttergestein folgen unterschiedlich mächtige transportierte Schuttdecken, die jedoch an einigen Talabschnitten durch verstärkte Erosion im Holozän wieder ausgeräumt wurden. Die 50 bis 150 cm mächtigen Auenlehmdecken und die Kolluvien an den Hängen entstanden als Folge der intensiven Landnutzung seit dem Hochmittelalter. Die Talböden und Hangkanten sind verschiedenen Einschneidungsphasen im Holozän zuzuordnen. Einige von ihnen wurden anthropogen überformt (z.B. Ackerterrassen). Die Nutzung der Talaue als Wiese und Weide seit dem 19. Jh. führte zu einer Überprägung der semiterrestrischen Böden (Gleye und Anmoorgleye) sowie zur Reduzierung der Moore und Auengehölze. Diese anthropogenen Veränderungen erhöhten teilweise die fluviale Geomorphodynamik und Hangabtragung.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Rüdiger Mäckel, Institut für Physische Geographie, Werderring 4, 79085 Freiburg i. Br.

Abstract

This article gives an introduction to the geomorphological conditions and land forming processes in the upper catchment area of the Schiltach river near St. Georgen in the Central Black Forest. The relief of this area is characterized by four form groups: the plateaus in the upper Buntsandstein, the scarps in the middle Buntsandstein, the basic land surfaces in the crystalline rocks and the valley heads of the Schiltach river system. Glacial forms could only be identified in the Schachenbronn valley. The boulder concentrations, debris layers and the valley depressions developed under periglacial conditions in the Würm period. Auger profiles and exposures show the different construction of the valley heads. While the Schachenbronn valley is still located in the Buntsandstein, the other valleys cut already into the crystalline basement (Triberg Granite). Transported debris layers of different thickness rest upon the weathered basement rocks. However, the debris in the valley floor was partly removed by increased erosion during the Holocene. The meadow loam, 50 to 150 cm thick, and the colluvial deposits on the slopes developed under intensive land use since the high Middle Ages. The steps along the valley slopes are caused by two or three incision phases during the Holocene. Some of these erosional terraces were later remodelled by human influences (i.e. field terraces). Since 19th century farmers started to use the valley floors as meadows and pastures. Subsequently the semi-terrestrial soils (gleys and turf moulder) began to change into terrestrial soil types (gley brown soils), and the bogs and riverine forests were reduced or disappeared. These anthropogenic changes also caused an increase of fluvial activities and slope dynamics.

1. Die Oberflächenformen und Reliefeinheiten im Praktikumsgebiet

Die für das Geländepraktikum ausgewählte Landschaft umfaßt das obere Schiltachtal westlich von St. Georgen-Langenschiltach im Mittleren Schwarzwald. Nach der naturräumlichen Gliederung von FISCHER & KLINK (1967) gehört das Praktikumsgebiet zum "Oberen Schiltach- und Lauterbachwald". Dieser Naturraum wiederum ist Teil des "Ostrand des Mittleren Schwarzwaldes", wohingegen REICHEL (1977) ihn trotz der weniger stark eingeschnittenen Täler zum "Mittleren Talschwarzwald" rechnet.

Das Relief des Praktikumsgebiets wird von vier charakteristischen Formengruppen beherrscht: den Hochflächen des oberen Buntsandsteins, der Geländestufe im mittleren Buntsandstein, den Landoberflächen im kristallinen Grundgebirge und den schwach geneigten Quellmulden und Talanfängen des Schiltach-Entwässerungssystems. Fast alle Oberläufe der Schiltach haben sich bis auf den kristallinen Sockel eingeschnitten und somit die östliche Randplatte des Buntsandsteins in einzelne zerlappte Hochflächen aufgelöst. Reste des ehemals geschlossenen Deckgebirges bilden im Norden die Brunnholzer Höhe (943 m ü. NN) und der Windkopf (926 m ü. NN) und im Süden die Hochwälder Höhe (968 m ü. NN). Die Buntsandsteinhochflächen, von ZIENERT (1961) als "Decklandterrasse" bezeichnet, sind echte Schichtflächen (LIEHL 1934) und fallen durch ausgedehnte Verebnungen auf, so

der Hochwald (über 920 m ü. NN), die Brunnholzer Höhe (über 930 m ü. NN) oder die Benz-Ebene (zwischen 880 und 900 m ü. NN). Die Höhe der Schichtstufe beträgt durchschnittlich 60 bis 70 m. Ihre Bildung ist von der Neigung (Grad der Aufbiegung), der Mächtigkeit und der wechselnden Gesteinhärte der Buntsandsteinschichten abhängig (LIEHL 1934). Wichtigster Stufenbildner im Praktikumsgebiet ist das Hauptkonglomerat des mittleren Buntsandsteins, das durch stärker geneigte Hänge hervortritt. Demgegenüber bilden der geröllfreie Horizont und das Eck'sche Konglomerat im Liegenden und der obere Buntsandstein im Hangenden eher mäßig geneigte Hänge. Das Eck'sche Konglomerat ist vielerorts tiefgründig verwittert und kann relativ schnell abgetragen werden. Auch SAUER (1899:28) spricht von einem mürben, sandigen Material "von meist sehr geringem Zusammenhalt". Die Stufe ist auf der Ostseite mehrmals durch Talanfänge des Schiltach-Entwässerungssystems, also "von hinten her" unterbrochen. Somit stehen den Frontstufen auf der Westseite ("Vorderseite") des Deckgebirges die nach Osten exponierten Rückstufen ("Achterstufen") gegenüber. In der Stufenlücke zwischen der Brunnholzer und der Hochwälder Höhe liegt als Zeugenberg der Obertenwald (943 m ü. NN), der aus Konglomeraten des Mittleren Buntsandsteins besteht.

1.1 Die Landoberflächen im Grundgebirge

Die Landoberfläche, die bis zum variskischen Grundgebirge vom Buntsandstein freigelegt wurde, werden von SCHMITTHENNER (1927; 1941) und ZIENERT (1961) als "Basislandterrasse" bezeichnet. Mit Bezug auf den Buntsandstein im Hangenden wird sie auch stratigraphisch als "Auflagerungsfläche" definiert, z.B. bei EGGERS (1964:47) als "prätriadische (oder permische) Auflagerungsfläche". Geomorphologisch handelt es sich bei der Landoberfläche um eine Skulptur- bzw. Rumpffläche, die im Perm als Ergebnis der tiefgründigen Verwitterung, Abtragung und Einebnung über unterschiedlichen Gesteinen (Graniten, Gneisen) entstanden ist ("permische Rumpffläche"). LIEHL (1934) unterscheidet zwischen zwei Abtragungsf lächen. Die ältere wurde im Oberkarbon unter dem Rotliegenden gebildet und verläuft diskordant über den kristallinen Sockel. Der Abtragungsschutt des Grundgebirges, das Rotliegende, ist noch in breiten Mulden oder entlang von Verwerfungen, z.B. der Kesselbergverwerfung südwestlich des Untersuchungsgebiets erhalten (Geol. Karte 1: 25 000, 7815 Triberg). Die jüngere Abtragungsf läche geht gleichsam über das Grundgebirge und Rotliegende hinweg. Die Einebnungsf lächen wurden durch die Buntsandsteindecke konserviert und mit der Abtragung (Denudation) des Buntsandsteins an der Unterkante (am Fuß) der Schichtstufe wieder freigelegt. Morphogenetisch bilden sie somit eine "Denudationsterrasse" (LIEHL 1934).

Zurückgreifend auf PENCK (1925) und GELLERT (1931) kartierte LIEHL (1934) verschiedene Niveaus der Landoberflächen (Piedmontflächen). Sie werden voneinander durch Geländestufen getrennt, wobei die tiefere Fläche jeweils in die Talböden der höheren hineingreift. Fläche, Stufe und Erosionsbasis des Tals bilden zusammen nach LIEHL (1934) ein Reliefsystem. Das höchste Niveau des Mittleren Schwarzwalds (P IV) liegt danach auf dem gesamten Kamm Brend (1149 m ü. NN) - Roßeck (1152 m ü. NN) - Rohrhardsberg (1155 m ü. NN). Zum nächsttieferen Niveau (P III) gehören die im Triberger Granit ausgebildeten Flächen am Westrand der Buntsandsteinstufe (870 bis 890 m ü. NN hoch) und in der Stufenlücke zwischen Brunnholzer und Hochwälder Höhe (890 bis 920 m ü. NN hoch).

Letztere ist breit angelegt und bildet die Wasserscheide zwischen den tief eingeschnittenen Oberläufen der Gutach (Gremmelsbach, Rötenbach) und den Quellbächen der Schiltach. Diese beiden Flächen sind nach der Kartierung von LIEHL (1934) identisch mit dem Niveau der wiederaufgedeckten prätriadischen Auflagerungsfläche. Auch EGGERS (1964) und PAUL (1955) sind der Auffassung, daß diese Flächen weitgehend der permischen Rumpflfläche entsprechen.

Das jüngste und am tiefsten liegende Reliefstadium (P II-Niveau nach LIEHL 1934), das noch flächenbildend auftritt, ist u.a. beiderseits des Sommeraupasses erhalten, wo es um 910 m ü. NN hoch liegt und nach Osten bis gegen St. Georgen hin zu verfolgen ist. Jedoch ist dieses Niveau nirgends mehr eine einheitliche Fläche (LIEHL 1934). So lässt sich aus den wenigen Flächenresten die frühere Grenze zwischen dem Entwässerungssystem der Gutach und der Brigach nicht mehr rekonstruieren. Nach LIEHL (1934) müssen die Quelltäler der Brigach zur Zeit der Entwicklung der P II-Fläche weiter im Westen ihren Anfang genommen haben. Heute beginnen sie zum Teil als Täler ohne Quellgebiet in flachen Einsattelungen der Wasserscheide wie am Sommeraupaß.

Die altersmäßige Einordnung der drei Flächenbildungsphasen ist wegen der unterschiedlichen Hebung des Schwarzwaldes und der bereits im Perm entstandenen Auflagerungsfläche recht schwierig und schwankt in der Literatur entsprechend zwischen älteren Pliozän und Pleistozän (SEMMELE 1996). Die Bildung des obersten Niveaus (P IV) datieren GELLERT (1931) und LIEHL (1934) in das ältere Pliozän (oder älter, jedoch postmiozän). Für die Rückverlegung des Buntsandsteins und Ausweitung der Auflagerungsfläche (Basislandterrasse) werden von ZIENERT (1986) die älteren Stufen des Pliozäns angenommen, während LIEHL (1934) die Bildung des entsprechenden P III - Niveaus auf das jüngere Pliozän begrenzt. Die Entstehung des P II-Niveaus ordnet LIEHL dem Pleistozän zu.

1.2 Die Buntsandsteinstufe

Zum Prozess der Rückversetzung der Buntsandsteinstufe und Abtragung der Buntsandsteindecke bis zum permischen Rumpf liegen bereits interessante Beobachtungen von LIEHL (1934) vor. Insgesamt sind eine Anzahl von Faktoren an diesem Prozeß beteiligt, u.a. die wirksame tektonische Hebung des Schwarzwaldsockels mit nachfolgender Ruhephase, die Resistenzunterschiede des Buntsandsteins, die klimatischen Rahmenbedingungen für Verwitterung und Abtragung sowie die Art und Verbreitung des Grobschutts.

Auf die unterschiedliche Gesteinsbeschaffenheit (z.B. der Stufenbildner) wurde bereits in Kap. 1.1 hingewiesen. Neben den faziesbedingten Unterschieden in der Korngrößenzusammensetzung (geröllfreie Lagen, tonige Linsen und Bänder usw.) und in der Festigkeit ist auch die tiefgründige Verwitterung vor Beginn der pliozänen Abtragsphase zu erwähnen. So ist vor allem das Eck'sche Konglomerat, das in Steinbrüchen und Sandgruben (z.B. Hochwälder Höhe) oder entlang von Hohlwegen (z.B. am Hochweg zur Brunnholzer Höhe) aufgeschlossen ist, stark und tiefgründig zersetzt. Diese intensive Verwitterung erfolgte wahrscheinlich unter feucht-warmen Klimabedingungen des jüngeren Tertiärs.

An den Hängen der Buntsandsteinstufe kommen fast überall in mehr oder weniger geschlossener Streu große, harte Blöcke vor, die zumeist aus dem Hauptkonglomerat stammen. Unter rezenten Klimabedingungen findet die Bildung derartiger Blöcke nicht statt. Sie entstanden vielmehr durch Frostwechselwirkung an freigelegten (vielleicht bereits

tektonisch aufbereiteten) Felspartien. Auch die Verlagerung der Blöcke hangabwärts bis in die flachgeneigte Fußzone fand unter periglazialen Bedingungen statt. Am bewaldeten Mittelhang sind sie von Feinmaterial bedeckt und an einigen Stellen nur als bemooste Buckel auszumachen. An freigelegten Aufschlüssen wird der blockreiche Hangschutt über dem Muttergestein sichtbar, das im Gegensatz zu den harten Gesteinsblöcken stark verwittert ist. Auffallend im Feinmaterial der Schuttdecke ist der hohe Anteil an Schluff. Hier handelt es sich wohl um eingewehten Löß zur Zeit des Spätglazials, der sich mit den sandigen Verwitterungsprodukten des Buntsandsteins vermischt. Derartige Lößbeimengungen wurden von MAUS & STAHR (1977) in periglazialen Schuttdecken des südlichen Kammschwarzwalds bis auf 1000 m ü. NN Höhe nachgewiesen.

Die Fußzone der Buntsandsteinstufe ist besonders auffallend mit Blöcken angereichert. Diese Erscheinung wird vor allem auf der Geologischen Karte von SAUER (1899) deutlich, wo sie als "Absturzmassen des Buntsandsteins" aufgenommen wurden. An Stellen mit starker rückschreitender Erosion an den Oberläufen oder Quellaustritten wurde das Feinmaterial im Holozän abgetragen, und dort fällt die Blockanreicherung besonders deutlich auf. Insgesamt weist der Saum von Blöcken sowohl auf der Westseite (Einzugsgebiet der Gutach) als auch auf der Ostseite (Einzugsgebiet der Schiltach) darauf hin, daß die Buntsandsteinstufe unter heutigen Klimabedingungen nicht aktiv durch Unterscheidung rückverlegt wird (LIEHL 1934). Eine aktive Blockbildung und -verlagerung fand hingegen unter periglazialen Bedingungen im Pleistozän statt. Die Blockanhäufungen sind somit als Zeugen eines andersgearteten Klimas mit einem anderen Abtragungsmechanismus anzusehen. Dieser führte jedoch nicht zur Versteilung der Stufe, sondern zur Abflachung der Hänge.

2. Glaziale Überformung

Während die glaziale Überformung im Südschwarzwald (u.a. METZ 1997 und SCHREINER 1996) sowie im Nordschwarzwald durch Kare, Gletscherschrammen und Moränen nachgewiesen wurden, fehlen im oberen Schiltachgebiet des Mittleren Schwarzwalds bislang eindeutige Belege für eine Eigenvergletscherung mit wirksamer glazialer Geomorphodynamik. Hinweise auf eine glaziale Überformung finden wir bereits bei SAUER (1899). Auch LIEHL (1934; 1980) geht von einer schwachen glazialen Überformung dieses Raumes aus. Als Beweis für eine Gletschertätigkeit fordert er jedoch Gletscherschliffe und glazigene Ablagerungen. Außerdem weist er auf die geringe Reliefenergie hin, bei der eventuell vorhandene Gletscher nur eine geringe Erosionswirkung entwickeln könnten. Seiner Meinung nach verdanken die schwach geneigten zirkusartigen Talschlüsse ihre heutige Gestalt der Überformung eines präglazialen Flachreliefs durch Firn und Schnee (Firnflücken- und Schneegrubenwirkung). PAUL (1963; 1970) vertritt dagegen eine wirkungsvolle glaziale Überprägung des Mittleren Schwarzwalds und belegt diese Vorgänge durch eine Kartierung von Schneegruben, Firnnischen und Karansätzen (Karoiden) über Gneisen und Graniten. Tatsächlich würden danach die höher gelegenen Schneegruben auf der Ostseite (900 bis 960 m ü. NN) in die für das Würm-Maximum angenommene Schneegrenze fallen (LIEHL 1980). Wieweit sich die Schneegruben glazialmorphologisch auf die Oberflächenformung ausgewirkt haben, kann PAUL jedoch nirgends eindeutig nachweisen, so daß er sicherlich die glaziale Geomorphodynamik im Untersuchungsgebiet überschätzt. Auch

REICHELT (1966) spricht sich für kleine Talgletscher im Würmglazial aus, u.a. im Bereich von Bregt (im Bregtal etwa bis Vöhrenbach), Gutach und Schonach. Für das Praktikumsgebiet nimmt REICHELT (1972) an, daß die über 900 m ü. NN gelegenen Quellgebiete der Schiltach an der Grenze zwischen Buntsandstein und Granit in den Kaltzeiten verfirmt gewesen sind ("Oberschiltach-Firn"). Dadurch bildeten sich entlang der Wasserscheide um die Staude "regelrechte Talwannen" aus. Als weiteres Ergebnis der Firnwirkung führt er die rundlichen Granitbuckel in dieser Gegend an. Nach REICHELT (1972) sind auch die Talschlüsse südlich der Langen Gasse (z.B. Im Zinken, Im Nest) glazial überformt worden.

Wegen der noch nicht eindeutig bewiesenen glazialen Überprägung hat sich MERZ (1987) in seiner Untersuchung über die fluviale Geomorphodynamik und Talgeschichte der Oberläufe der Schiltach auch dieser Frage angenommen. Anhand von Querprofilen und Bohrungen bzw. Aufschlüssen konnte er feststellen, daß die muldenförmigen Talschlüsse im Granit (ähnlich wie die im Gneis) eher unter periglazialen Bedingungen geschaffen wurden. Eine Ausnahme bildet jedoch das Schachenbronnertal, das im Gegensatz zu den anderen Schiltach-Oberläufen unmittelbar in das beiderseits des Tals steil aufragende Deckgebirge, nicht aber in das Grundgebirge, eingetieft ist. Auch nach der Geologischen Karte von SAUER (1899) liegt das Schachenbronnertal weitgehend im Buntsandstein. Bereits LIEHL (1934) hat in einer - leider nicht näher kommentierten - Übersichtskarte der Glazialerscheinungen für diesen Raum Riegel und Rundhöcker eingezeichnet. Die Argumente von MERZ (1987) für eine glaziale Überformung umfassen in Anlehnung an FEZER (1957) folgende Erscheinungen:

Das Schachenbronnertal liegt zwischen 850 und 910 m ü. NN hoch. Somit sind Schnee- bzw. Firnansammlungen über einen längeren Zeitraum während der niederschlagsreichen Kaltzeiten anzunehmen. Obwohl das Tal sich nach Südosten öffnet, könnten sich an den steilen eingebuchteten Hängen, die nach Nordosten ausgerichtet sind, Schneeflecken und Firnfelder lange halten und als Nährgebiet für das gesamte Tälchen wirken. Die im Hauptkonglomerat des Buntsandsteins gelegenen Talhänge sind gerade oberhalb der flachen Wann mit 20° bis 30° sehr stark geneigt, was auf eine glazigene Rückwandversteilung schließen läßt. Die flachgeneigten, dreieckigen bis keilförmigen Talwannen liegen im unteren Eck'schen Konglomerat, und zwar im Bereich des Quellhorizonts. Sie werden talabwärts durch einen Riegel abgeschlossen, der auch am gegenüberliegenden Hang auszumachen ist. Die von MERZ (1987) am Riegel angelegten Schürfgruben ergaben einen Aufbau mit einem transportierten, kantengerundeten Grobmaterial (Gesteinschutt) und mit Blöcken aus dem Hauptkonglomerat. Die sandige Matrix weist einen auffallenden Anteil an Feinmaterial der Ton- und Schluffkomponente auf, die einen äolischen Eintrag von Löß vermuten läßt. Neben den von MERZ (1987) kartierten Merkmalen für eine glaziale Überformung darf jedoch die starke Nutzung dieses Tals durch den Menschen nicht außer acht gelassen werden, z.B. die Anlage von Fischteichen, die auf alten Karten noch zu erkennen sind (s.u.).

3. Fluviale Geomorphodynamik und Talentwicklung

Die Anlage des Flußsystems im Einzugsgebiet der Schiltach ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Erstens gehören dazu die tektonische Aufwölbung des Schwarzwaldes und die nach Osten einfallenden Deckgebirge. Daraus ergibt sich eine allgemeine West-Ost-

Richtung der Gerinne. Zweitens sind die tektonischen Kluftsysteme und Verwerfungen mit ihrem Einfluß auf den Grundriß der Entwässerung zu erwähnen. Solche Leitlinien der Gerinne werden an der Nordwest-Südost-Richtung (herzynische Anlage) deutlich oder führen an manchen Flußabschnitten durch kluftgebundene Erosion zu einer Nord-Süd-Richtung. Drittens macht sich die unterschiedliche Erosionsbasis und das daraus resultierende stärkere Gefälle des rhenanischen gegenüber dem danubischen Entwässerungssystems bemerkbar. Viertens sind die klimatischen Rahmenbedingungen zu nennen wie die relativ hohen Niederschläge (ca. 1400 mm/Jahr), lange Schneedauer mit 60 bis 150 cm mächtigen Schneedecken und der häufige Frost bzw. Frostwechsel.

3.1 Talanfänge und Quellmulden

Die mäßig bis schwach geneigten Talanfänge und muldenförmigen Täler, die allmählich in Sohlentäler übergehen, sind typische Formen des danubischen Relieftyps im Gegensatz zu den steil geneigten Tälern der Nebenflüsse des Rheins, die den rhenanischen Relieftyp repräsentieren. Besonders deutlich wird dieser Gegensatz entlang der europäischen Hauptwasserscheide Rhein-Donau, z.B. am Weg vom Sommerauer Sattel nach Obersteinhalden zwischen dem Nußbachtal (Vordertal) und dem fast ebenen Quellgebiet der Sommerau:

Vom Sommerauweg (888 m ü. NN) fällt das danubische Tal zum Klosterweiher in St. Georgen auf 3 km Luftlinie um 50 m ab (16,7 ‰ Gefälle), während das rhenanische Talssystem nach derselben Entfernung bereits im Nußbach um 215 m tiefer liegt (71,7 ‰ Gefälle). Die Talhänge der rhenanischen Oberläufe sind sehr steil geneigt (z.T. über 50° Neigung, wie am Gremmelsbach nordwestlich der Staude). Die schwach bis mäßig geneigten Talanfänge der Schiltach lassen vermuten, daß diese, nach Nordosten bzw. Osten verlaufend, zum danubischen Talsystem gehören könnten. Tatsächlich biegt die Schiltach jedoch östlich von Langenschiltach in einem auffallend rechten Winkel nach Norden ab, um später in einem tief eingeschnittenen Tal in die Kinzig zu münden. Für diese Abbiegung gibt es verschiedene Erklärungen:

Die erste bezieht sich auf die oben erwähnten tektonischen Rahmenbedingungen. Demnach erfolgte die anfänglich nach Osten gerichtete Entwässerung entsprechend der allgemeinen Abdachung ("vererbte" Richtung des Reliefs nach LIEHL 1934), bis das Gerinne auf die Nord-Süd-gerichtete Schwächezone traf und sich entlang dieser leichter und schneller einschneiden konnte. Es ist aber auch anzunehmen, daß die Schiltach noch zu Beginn des Quartärs nach Osten in Richtung Donau floß. Durch rückschreitende Erosion entlang des ausgeprägten Kluftsystems wurde dann die Schiltach von einem südlichen Nebenfluß der Kinzig angezapft. Für diese Annahme fehlen jedoch die genauen geomorphologischen Belege (z.B. Flußsedimente und Terrassenreste). Eine mögliche Fortsetzung der Schiltach nach Osten würde über Kaltenbronn zum heutigen Glasbach führen. Jedoch liegen die Höhen der heutigen Kinzig-Neckar-Wasserscheide mit 888 m ü. NN fast 130 m oberhalb der heutigen Talauflage in der Flußabbiegung. Insgesamt kann jedoch für die oberen Flußabschnitte der Schiltach festgestellt werden, daß sie noch nicht von der tiefen rhenanischen Erosionsbasis erreicht sind.

Bohrungen in den muldenförmigen Talanfängen der Schiltach lassen vermuten, daß es sich hier um periglaziale Bildungen handelt (s. Kap. 1.2). So konnte über dem verwitterten Granit transportiertes Material sowohl des aufbereiteten Granits (vor allem Grus) als auch

des angrenzenden Buntsandsteins oder der Gangporphyre erbohrt werden. An Entwässerungsgräben oder in Baugruben fanden sich auch Steine und Blöcke des Buntsandsteins sowie des Granits (Abb. 1 bis 3). MERZ (1987) konnte jedoch außer im Schachenbronnertal (s. Kap. 3.2) keine periglazialen Schuttdecken an den Unterhängen der Flußoberläufe ausfindig machen. Er schließt aus ihrem Fehlen auf eine verstärkte Ausräumung im Holozän (s. Kap. 3.2). Eine andere Erklärung wäre die unterschiedliche Verbreitung der Schuttdecken bereits zur Zeit ihrer Entstehung in der Würmkaltzeit.

Die Quellmulden der Schiltachbäche und die flachen Wasserscheiden sind häufig von rundlichen Buckeln oder nur wenige Meter breiten Rippen durchsetzt. Häufig sind diese von der landwirtschaftlichen Nutzung ausgespart und statt dessen mit Waldstreifen, Baumgruppen (Kiefern) oder Büschen bestanden. In Weganschnitten zwischen Hochwald und Staude erkennt man, daß diese Formen häufig an Gangporphyre gebunden sind. Dieses Ergußgestein wurde aufgrund der Widerstandsfähigkeit gegenüber Verwitterung und Abtragung aus dem tiefgründig verwitterten Granit herauspräpariert (LIEHL 1934). Kennzeichnend für die Gangporphyre ist der eckige, häufig scherbige Gesteinsschutt.



Abb.1: Vermessungs- und Aufschlussarbeiten im schwach geneigten Schiltach-Oberlauf zwischen Lindenbüble und Schmelze. In einer stein- und blockreichen Deckschicht bildete sich Anmoorgley (Photo: R. Mäkel)

Von den muldenförmigen Talanfängen sind die eigentlichen Quellmulden zu unterscheiden, die sich wiederum in die Talanfänge eingetieft haben. Diese Quellmulden, nur im Ausnahmefall handelt es sich um Quellkerben, bildeten sich entlang der Gesteinsgrenze, da der Granit im Liegenden gegenüber den wasserdurchlässigen Buntsandsteinschichten als Wasserstauer wirkt. SAUER (1899) und LIEHL (1934) weisen darauf hin, daß mit der Aufwölbung des Mittleren Schwarzwalds der stärkere Grundwasserabfluß nach Osten gelenkt wurde. Entsprechend ist der Quellhorizont auf der Ostseite stärker ausgeprägt. Die im Buntsandsteingebiet austretenden Quellen kommen im Eck'schen Konglomerat vor, und zwar dort, wo tonige-schluffige Lagen oder hartverbackene geröllfreie Bänke den Stauhorizont bilden.

3.2 Substrat und Bodenbildung der Schiltach-Oberläufe

Eine Anzahl von Querprofilen vom Talanfang der Schiltach-Oberläufe bis zum Ortsteil "Im Tal" in Langenschiltach (unterhalb des Zusammenflusses von Schiltach und Schachenbronnerbach) vermitteln ein recht differenziertes Bild von dem Aufbau der Talau und -hänge sowie von der Flußaktivität und Talentwicklung in diesem Raum. So weisen nur wenige Meter voneinander entfernt liegende Querprofile oder Bohrpunkte einen unterschiedlichen Aufbau und eine andere Bodenentwicklung auf. Häufig ist solch eine Differenzierung bereits an der Geländeoberfläche durch kleine Einsenkungen, Stufen oder auffallende Feuchtemerkmale (z.B. Zeigerpflanzen) zu erkennen.

Bis auf den Schachenbronnerbach (s.u.) haben sich die Oberläufe der Schiltach in den kristallinen Gebirgssockel, hier den Triberger Granit, eingeschnitten. Fast alle Bohrungen reichen bis in das Zersatzmaterial des Ausgangsgesteins (s. Abb. 2 und 3). Darüber liegt sowohl in der Talau als auch an den Hängen transportiertes Material, das durch den hohen Anteil an Geröllen aus dem Buntsandsteinkonglomerat und an scherbigem Verwitterungsschutt aus den Porphyrgängen belegt wird. Die Mächtigkeit der Auensedimente schwankt zwischen 50 und 100 cm und überschreitet selten 150 cm. Im Schachenbronnerthal konnten im Gegensatz zu den anderen Tälern in keinem Querprofil Granit erbohrt werden, da über zwei Meter mächtige periglaziale Deckschichten über dem Anstehenden liegen (Abb. 2).

Die Bodencatena über Granit umfaßt Braunerden an den oberen trockenen Hangabschnitten, Braunerde-Gleye und Hanggleye in den mittleren wasserzügigen Abschnitten und Anmoor- und Auegleye sowie Niedermoore im Talauenbereich. Dazwischen liegen je nach Hangneigung, Substrataufbau und Durchfeuchtung verschiedene Übergangssubtypen wie Braunerde-Oxigley oder Hanggley-Braunerde (Abb. 2). Als Folge der Entwässerung und ackerbaulichen Bearbeitung ist es an manchen Stellen recht schwierig, die Bodentypen entsprechend der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODEN 1994⁴) eindeutig zu bestimmen (s. Kap. 4).

3.3 Einschneidungs- und Ruhephasen an den Oberläufen der Schiltach

Eine verstärkte fluviale Geomorphodynamik wird für den Mittleren Schwarzwald am Übergang vom Spätglazial zum Holozän (11 000 BP) angenommen (MÄCKEL & ZOLLINGER 1989; MÄCKEL & RÖHRIG 1991; MÄCKEL 1997). Auf der Grundlage detaillierter Profilaufnahmen konnte MERZ (1987) belegen, daß – mit Ausnahme des Schachenbronnertals – die periglazialen Schuttdecken an den Unterhängen der Schiltachbäche abgetragen wurden. Auch zeigen die Talquerprofile, daß die muldenförmigen Täler im Pleistozän entstanden und nirgends Kerbtäler als Vorformen vorliegen.

Am Übergang vom Boreal zum Atlantikum (um 8000 BP) zeichnet sich eine weitere Einschneidungsphase ab. Darauf weisen die deutlich ausgeprägten Hangkanten und Talleisten an den Hängen hin, die nicht solifluidal überprägt sind (MERZ 1987). Altersbestimmungen von Hölzern aus dem Moor oberhalb der Talleiste im Schachenbronnertal (Schiltach-Einzugsgebiet) ergaben ein Alter von $7\,760 \pm 90$ BP (KI-2840), die von Baumstämmen aus den Torfen der heutigen Talaue ein Alter von $5\,660 \pm 75$ BP (KI-2841) (MÄCKEL & RÖHRIG 1991). Somit beträgt die Einschneidungstiefe in diesem Zeitraum 16 m (Abb. 2). Die Ursache für die verstärkte Einschneidung im Atlantikum sind die höheren Niederschläge und der höhere Abfluß, wärmere Temperaturen (2 bis 3 °C wärmer als heute). Dadurch entwickelte sich eine geschlossene Bodenbewachsung mit entsprechendem Erosionsschutz, so daß weniger Lockermaterial von den Hängen in die Gerinne gelangen konnte.

Die ^{14}C -Datierungen von Holz, das aus anderen Niederungsmooren der Flußauen im Mittleren Schwarzwald stammt, ergaben ein Alter zwischen 6 000 und 4 000 BP (MÄCKEL et al. 1998). Danach reicht die Torfentwicklung vom ausgehenden Atlantikum bis in das Subboreal hinein und belegt eine geringe fluviale Aktivität in diesem Zeitabschnitt.

4. Einwirkung des Menschen auf die Reliefentwicklung

4.1 Landschaftsveränderung im Hochmittelalter

Eine Reaktivierung der Geomorphodynamik steht in Verbindung mit der Besiedlung des Mittleren Schwarzwalds, die im Untersuchungsgebiet vom Kloster St. Georgen (gegründet 1084 n. Chr.) ausging. Während nach Osten hin (Villingen, Baar) bereits frühere Siedlungen existierten, fand ab dem Ende des 11. Jahrhunderts die landwirtschaftliche Erschließung der weniger günstigen Hochlagen in Richtung Triberg (nach Westen) und Furtwangen (nach Südwesten), also im Bereich der Wasserscheiden, statt. Die Besiedlung wurde sicherlich auch durch die Klimaverbesserung (kleines Klimaoptimum: wärmer und etwas trockener als heute) begünstigt, die für das 11. und 12. Jh. belegt ist (V. RUDLOFF 1980; LÜTTIG 1988). Das Gebiet des oberen Schiltachtals wurde schon relativ kurz nach der Klostergründung St. Georgen besiedelt, da die erste urkundliche Erwähnung von Langenschiltach bereits aus dem Jahr 1086 n. Chr. stammt (FLEIG 1991). Auch in den darauffolgenden drei Jahrzehnten wird das Gebiet häufig in Schenkungsurkunden und Verträgen erwähnt, so daß eine kontinuierliche Siedlungs- und Rodungstätigkeit anzunehmen ist. Mit der Zerstörung der schützenden Vegetationsdecke durch die wirtschaftlichen Aktivitäten der Bewohner beginnt die verstärkte Abspülung des Feinmaterials von den Nutzflächen

und die Bildung von Kolluvien an den unteren Hängen und Auenlehm in den Talsohlen. Die Auenlehmdecken sind jedoch an den Oberläufen der Schiltach nur etwa 30 bis 50 cm mächtig (Abb. 2 und 3), während sie in anderen Tälern des Mittleren Schwarzwalds 50 bis 200 cm mächtig sind (MÄCKEL 1997). Eine ^{14}C -Datierung an Holz, das im Niedermoor unter dem Auenlehm südöstlich des Wanderheims Lindenhüble vorkam, ergab ein Alter von 850 ± 41 BP (cal. 1045 bis 1260 AD) (KI - 2843). Es ist anzunehmen, daß das bis ins Mittelalter noch bestehende Niedermoor in den darauffolgenden Jahrhunderten bis zum Beginn der Neuzeit mit Feinmaterial überdeckt wurde.

4.2 Nutzungsformen und Geomorphodynamik in der Neuzeit

Nach der Auflösung des Klosters St. Georgen 1536 und der Verwüstung der Siedlungen im Dreißigjährigen Krieg erfolgte ein wirtschaftlicher Niedergang in diesem Raum. Erst Ende des 17. Jh. zeichnete sich ein Aufschwung des ländlichen Raumes durch Neubesiedlung ab. Dabei kamen neue Gewerbe auf wie die Glasherstellung, Köhlerei und Harzerei, die einen starken Einfluß auf die Art, Dichte und Zusammensetzung der Vegetation (hoher Holzverbrauch) und nachfolgend auf die Oberflächenabtragung ausübten. Mit der Zunahme der Bevölkerung erhöhte sich auch die Holzentnahme für Bau- und Feuerungszwecke.

Weidbäume (Tannen, Fichten, Buchen) weisen auf ehemalige Weidfelder an den Hängen und auf den Hochflächen hin; auch beweidete das Vieh Teile des Waldes (z.B. den Hochwald, den Obertenwald und den Brunnholzer Wald in der Umgebung des Praktikumsgebiets) und verhinderte somit eine Verjüngung des aufgelockerten Bestands. Flächen mit Besenginster (z.B. westlich des Wanderwegs zwischen Hochwald - Staude - Hochstraße oder beiderseits der Langen Gasse) sind Zeugen der Reutebergwirtschaft, die von KALCHSCHMIDT (1895) für die Gemarkung St. Georgen beschrieben wurde. Danach werden die "wilden Äcker", auch Reut- oder Hackfeld genannt, etwa zehn Jahre lang für den sommerlichen Weidgang des Jungviehs genutzt. Anschließend werden sie mit Pflug oder Hacke umgebrochen, das Gras und der Ginster (Pfriemen) getrocknet und auf dem Feld verbrannt. Die Asche reicht als Düngung aus, um Sommerroggen oder Kartoffeln und zusätzlich Hafer anzubauen. Darauf folgt wieder ein Jahrzehnt lang die Beweidung durch Vieh. Die wilden Äcker sind von den "zahmen Äckern" zu unterscheiden, auf denen regelmäßig Getreide und Kartoffeln bei nur kurzer Brache genutzt werden. Alle diese landwirtschaftlichen Aktivitäten führten bei hohem Niederschlag zur Abspülung des Feinmaterials von der ungeschützten Geländeoberfläche. Besonders stark war die Erosion entlang von Tritt- und Fußspuren oder Ackerfurchen. Hier bildeten sich Rillen und Rinnen, die zum Teil später zugepflügt oder durch Grasbewuchs vernarbt. Lineare Erosion fand auch im Wald nach Holzfällarbeiten entlang von Schleif- und Fahrspuren statt. Entlang von Querprofilen des östlichen Oberlaufs der Schiltach wurden an verschiedenen Hangabschnitten Bohrungen niedergebracht, die unter einigen Dezimetern Kolluvium Holzkohlereste hervorbrachten. Leider waren sie für eine ^{14}C -Datierung nicht ausreichend. Dennoch zeigen sie die verstärkte Geomorphodynamik an den Hängen. Diese wird auch von gekappten und begrabenen Böden (fAh) unter Kolluvien bestätigt (Bohrpunkte 6 und 7 in Abb. 3).

4.3 Landschaftswandel auf alten Karten

Auf alten Karten, die aus dem 16. und 17. Jh. vorliegen, geht die Ausweitung des Offenlands auf Kosten des Waldes klar hervor. Zu erwähnen ist die Karte von G. GADNER um 1592, die als Ausschnitt bei KLEPPER (1984; 1985) wiedergegeben sind. Sie zeigen entwaldete Kuppen wie z.B. die Brunnholzer Höhe. Dagegen blieb an steileren Hängen der Wald erhalten. Eine Ausnahme bilden größere Waldflächen auf den Höhen wie dem Hirschwald, die als Jagdwald geschont wurden. Ein ähnliches Bild zeigen die Klosterkarten von St. Georgen aus dem 16. Jh. bei KALCHSCHMIDT (1895) und GRAMLICH (1984). Die bei KLEPPER (1987) abgebildete Karte von J. MICHAL aus dem Jahr 1725 zeigt die Hochfläche von St. Georgen über die Sommerau zur Staude sowie entlang der Wasserscheide zwischen Oberläufen der Schiltach und der Gutach als waldfreie Gebiete. Selbst steiler geneigte Hänge um Langenschiltach ("Krumme Schiltach") scheinen ohne schützende Vegetationsdecke gewesen zu sein. Weitere Informationen zur Landnutzung und zum Waldzustand liefert die SCHMITT'SCHE Karte (1: 57 600) von Südwestdeutschland aus dem Jahre 1797 (Blatt 35 Wolfach). Bewaldet waren im Untersuchungsgebiet nur Teile der Brunnholzer Höhe und steile Hanglagen zum Erlenmoos und Schachenbronnertal. Dabei sagt die Waldsignatur allein nichts über den Waldzustand und den Grad der Nutzung durch Waldweide und Holzeinschlag aus. Aus Beschreibungen zu Beginn des 19. Jh. erfährt man von dem allgemein schlechten Zustand der Wälder. HENEKA (1993) vermutet, daß zu dieser Zeit nur 10% der heutigen Holzvorräte vorhanden waren. Genaue Waldgrenzen erscheinen erst auf der topographischen Karte 1: 50 000 der Großherzogtums Baden von 1843 (Blatt 31 Haslach und Blatt 35 Tryberg). Auch hier ist die Waldbedeckung noch weit geringer als auf den topographischen Karten seit 1882 bzw. 1904. Diese Entwicklung hängt zusammen mit der Wiederaufforstung und der nachhaltigen Bewirtschaftung der Wälder durch das Badische Forstgesetz von 1833 und den Neuerungen in der Landwirtschaft durch Dünger und Stallfütterung. Die Aufforstung mit Fichten und Kiefern führte nicht nur zu einer Veränderung der Geomorphodynamik (Hangstabilisierung), sondern auch der Bodenbildung. Ursprünglich kamen im Buchen - Tannenmischwald nährstoffarme Böden (oligotrophe Braunerden) vor, die langsam eine Podsolierung erfuhren und heute als Podsol-Braunerden, Braunerde-Podsole oder schwach entwickelte Podsole auftreten (Abb. 2 und 3).

4.4 Anthropogene Formen der Hänge

Im Bereich der Brunnholzer und der Hochwälder Höhe ist der Buntsandstein bis in mehrere Meter Tiefe stark verwittert. Dort sind seit dem Hochmittelalter aus Fahrwegen tiefe Hohlwege entstanden. Stärkere Regen verwandeln die Hohlwege in Bäche, die den lockeren Sand, aber auch die Gerölle des Konglomerats leicht abwärts transportieren und entlang von Fahrspuren tiefe Rinnen einschneiden. Ein anschauliches Beispiel bietet die Hochstraße (Hohe Straße) vom Sommerauer Sattel nach Schramberg bzw. Schiltach, die von KLEPPER (1984) als wichtige Militär- und Handelsstraße dargestellt wird. Am Aufstieg zur Brunnholzer Höhe hat sie sich bis zu 10 m tief in den Buntsandstein eingeschnitten. Durch Ablenkung des Regenwassers in einem Graben wird heute versucht, die weitere Tiefenerosion aufzuhalten. Um die Jahrhundertwende führte der Hauptwanderweg (Westweg) des Schwarzwaldvereins noch um die tief eingeschnittene Schlucht herum.

Auffallende anthropogene Formen in den Tälern der Schiltach-Oberläufe sind die Ackerterrassen. Mögen sie auch stellenweise an natürlichen Erosionskanten angelehnt sein, so beweist ihr geradliniger Verlauf über Hunderte von Metern und die Grenze zwischen Ackerland oberhalb und Grünland unterhalb der Kante, daß diese Formen das Ergebnis intensiver Pflugarbeit darstellen. Für die fluviale Entstehung der Talleisten führt MERZ (1987) hingegen die ungefähre Übereinstimmung des Längsgefälles der Bachabschnitte mit den entsprechenden Talleisten an. MERZ (1987) kartierte im Schachenbronnertal die Waldrandstufen, die durch flächenhafte Abtragung des Ackerbodens entstanden sind. Ihre Entstehung wird am Wald durch aufgeschichtete Mauern aus Lesesteinen begünstigt. Durch Abnahme der Ackerflächen und Aufforstung von Grenzertragsflächen sowie durch Zunahme des Grünlands in der zweiten Hälfte des 20. Jh. verringerte sich auch die Bodenabtragung am Hang und die somit Auenlehmbildung. Vielmehr ist in der Talau eine aktuelle Zerschneidung der Auensedimente zu beobachten (s. Kap. 4.6).

4.5 Nutzung des Wassers und der Talböden

Weitere Einflüsse des Menschen auf die Geomorphodynamik der Talau sind in der Nutzung des Oberflächenwassers zu suchen, z.B. der Ableitung des Wassers für den Mühlenbetrieb oder die Anlage von Teichen. Auf älteren topographischen Karten (s.o.) sind in den Oberläufen des Schiltachsystems noch eine Anzahl von Teichen und Wassergräben verzeichnet, die heute nicht mehr existieren. Die Bachverbauung, -begradigung oder Verlegung (u.a. im Zuge des Straßenbaus wie an der Kreisstraße 5725) erhöhte die Abflußgeschwindigkeit und führte zu verstärkter Tiefenerosion. Bereits zu Beginn des 19. Jh. wurden die Moore und Feuchtwiesen im Talgrund um St. Georgen trockengelegt (MARTINI 1859). Besonders seit den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts wurden dann die Tal- und Hangmoore sowie Naßwiesen durch offene Gräben oder Rohrdränung entwässert und in Feucht- und Fettwiesen umgewandelt. Kleinere feuchte Mulden, Niedermoore und Wasserläufe wurden zugeschüttet. Durch die Absenkung des Hang- bzw. Grundwasserspiegels entwickeln sich die ehemals weit verbreiteten semiterrestrischen Böden (Gleye) zu terres-trischen Böden. So sind in vielen erbohrten Gley-Braunerden bzw. Hanggley-Braunerden die hydromorphen Horizontmerkmale als reliktsch und somit als Zeugen eines früheren höheren Grundwasserspiegels anzusehen (MERZ 1987).

In den Niedermooren und Anmoorgleyen kommen zwischen 50 und 100 cm u. GOF zahlreiche, z.T. mehrere Dezimeter lange Baumstämme und -stümpfe sowie Wurzelreste vor (Abb.2). Die Baumstümpfe standen noch aufrecht und wurden demnach nicht transportiert. Diese Holzreste stammen aus einem ehemaligen Bruchwald, der zur Zeit der Dränage geschlagen wurde. Nach Berichten von MARTINI (1859) begann die Urbachmachung der feuchten Talgründe bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Der Vergleich mit topographischen Karten zeigt, daß manche Talauen noch um die Jahrhundertwende einen Bruchwald trugen, dessen Wurzelreste von 80 cm mächtigen Auenlehm überdeckt wurde, z.B. im südlichen Schiltach-Oberlauf zwischen Vogte und Kieningershof (MERZ 1987).

Neben den Niedermooren ist auch das Wachstum von Hochmooren in Talauen und Quellmulden zu erwähnen. Die relativ hohen Niederschläge und die Topographie begünstigt hier das Wachstum von Sphagnum-Arten. So wurde über Jahre beobachtet, daß sich in

relativ kurzer Zeit auf planierten oder mit Fremdmaterial überdeckten Standorten eine geschlossene Sphagnumdecke ausbildete. Als Beispiele dafür sind das Quellmoor südwestlich Obersteinhalden am Fuße der Hochwälder Höhe oder das Erlenmoos zu nennen.

4.6 Aktuelle Geomorphodynamik

Die aktuelle Geomorphodynamik ist im Vergleich zu den vorzeitlichen Prozessen nur von geringem Ausmaß. Am Hang wurden Formungsergebnisse der subterranean Abtragung durch die ausspülende Tätigkeit des Hang-, Sicker- und Quellwassers beobachtet, die zu auffallenden Oberflächenformen wie Hangdellen, Quelltrichtern oder -kerben führen (s. Kap. 3.1). Die subterranean Erosion in der Umgebung von Quellen und das Nachbrechen oder Nachsacken der Bodendecke wurde bereits von LIEHL (1934) beschrieben.

Spontane Bodenabtragung an mäßig bis steil geneigten Hängen geschieht in Form von Rasenschliffen, vor allem wenn sie durchfeuchtet und mechanischem Druck durch Vieh- bzw. Wildtiertritt oder durch Fahrzeuge ausgesetzt sind. Langsame Bodenverlagerung (Bodenkriechen) wurde von MERZ (1987) an den Unterhängen beobachtet, wo durch diesen Vorgang Entwässerungsgräben allmählich zugedrückt werden.

Die Tiefenerosion der Gerinne ist ohne die oben erwähnten anthropogenen Bachbettveränderungen gering (s. Kap. 4), die Seitenerosion führt jedoch häufig zur Unterspülung der Böschungen und zum Abbrechen von Auensedimenten im Prallhangbereich. Im Gerinnebett werden Fraktionen bis Steingröße transportiert. Die Blöcke im Gerinnebett stammen aus dem periglazialen Hangschutt und werden aufgrund der geringen Transportkraft der Bäche nicht fortbewegt (siehe Beitrag von HÄRTLING & HESS in diesem Band).

5. Danksagung

Der Autor dankt Frau Heike Habenicht für das Schreiben des Textes und Herrn Jochen Seidel für die Korrektur sowie für die Erstellung der Zeichnungen.

6. Angeführte Schriften

AG BODEN (1994⁴): Bodenkundliche Kartieranleitung. - 4. Auflage. Hannover. 392 S.

EGGERS, H. (1964): Schwarzwald und Vogesen, ein vergleichender Überblick. Braunschweig.

FEZER, F. (1957): Eiszeitliche Erscheinungen im nördlichen Schwarzwald. Forsch. Dt. Landeskunde **87**. Remagen.

FISCHER, H. & KLINK H.-J. (1967): Die natürlichen Einheiten auf Blatt 177 Offenburg. Naturräumliche Gliederung Deutschlands, Geographische Landesaufnahme 1: 200 000. Bad Godesberg.

FLEIG, O. (1991): Aus der Langenschiltacher Geschichte. In: STADT ST. GEORGEN (Hrsg.): 100 Jahre Stadterhebung St. Georgen im Schwarzwald. Festschrift 1891 1991. Freiburg.

- GELLERT, J.F. (1931): Geomorphologische Studien und Probleme im Schwarzwald. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg i. Br. **31**: 1-43. Freiburg i. Br.
- GRAMLICH, W. (1984): St. Georgener Heimatbuch, Beiträge und Bilder zur 900-jährigen Geschichte 1084 - 1984. - Villingen-Schwenningen.
- HENEKA, L. (1993): Wald und Landschaft im Gemeindegebiet St. Georgen. - In: STADT ST. GEORGEN (Hrsg.): Brigach Hofchronik und Ortsgeschichte. St. Georgen.
- KALCHSCHMIDT, K. T. (1895): Geschichte des Klosters, der Stadt und des Kirchspiels St. Georgen auf dem badischen Schwarzwald. - Heidelberg.
- KLEPPER, D. (1984): St. Georgen den Hauptpässen nahegelegen. - St. Georgen.
- KLEPPER, D. (1985): St. Georgen. Seine Anfänge unter Betrachtung der Zähringer Politik. - Villingen.
- KLEPPER, D. (1987): Nur ein wüster Steinhaufen? - St. Georgen.
- LIEHL, E. (1934): Morphologische Untersuchungen zwischen Elz und Brigach (Mittelschwarzwald). - Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg i. Br. **34**: 95-212.
- LIEHL, E. (1980): Der Schwarzwald in der letzten Eiszeit. In: LIEHL H. & SICK, W.D. (Hrsg.): Der Schwarzwald. Beiträge zur Landeskunde. Alemannisches Institut Freiburg.
- LÜTTIG, G. (1988): Gehen wir auf eine neue Eiszeit zu ? - Eiszeitalter und Gegenwart **38**: 6-16.
- MÄCKEL, R. (1997): Spät- und postglaziale Flußaktivität und Talentwicklung im Schwarzwald und Oberrheintiefland. In: MÄCKEL, R. & METZ, B. (Hrsg.): Schwarzwald und Oberrheintiefland. Eine Einführung in das Exkursionsgebiet um Freiburg im Breisgau. - Freiburger Geographische Hefte **36**: 75 - 99. Freiburg i. Br.
- 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. In: MÄCKEL, R. & FRIEDMANN, A. (Hrsg.): Wandel der Geo-Biosphäre in den letzten 15 000 Jahren im südlichen Oberrheintiefland und Schwarzwald. Freiburger Geographische Hefte **54**: 191-202. Freiburg i. Br.
- MÄCKEL, R. & RÖHRIG, A. (1991): Flußtätigkeit und Talentwicklung des Mittleren und Südlichen Schwarzwaldes und Oberrheintieflandes. Ber. z. dt. Landeskunde **65**: 287 - 311.
- MÄCKEL, R. & ZOLLINGER, G. (1989): Fluvial action and valley development in the Central and Southern Black Forest during the Late Quarternary. - Catena Suppl. **15**, Cremlingen.

- MARTINI, E.-C. (1859): Geschichte des Klosters und der Pfarrei St. Georgen auf dem Schwarzwald mit Rücksicht auf die Umgegend. - Villingen (Neudruck 1979).
- MAUS, H. & STAHR, K. (1977): Auftreten und Verbreitung von Lößbeimengungen in periglazialen Schuttdecken des Schwarzwald-Westabfalls. - *Catena* **3** (3/4): 369 - 386. Gießen.
- MERZ, W. (1987): Böden, fluviale Morphodynamik und Talgeschichte in den Quelltälern der Schiltach, Mittlerer Schwarzwald. Unveröff. Staatsexamensarbeit. Institut für Physische Geographie. Freiburg i. Br.
- METZ, B. (1997): Glaziale Formen und Formungsprozesse im Schwarzwald. In: MÄCKEL, R. & METZ, B. (Hrsg.): Schwarzwald und Oberrheintiefland. Eine Einführung in das Exkursionsgebiet um Freiburg im Breisgau. Freiburger Geographische Hefte **36**: 51-74. Freiburg i. Br.
- PAUL, W. (1955): Zur Morphogenese des Schwarzwaldes. *Jh. Geol. Land. Amt Bad. Württemberg* **1**: 395-427.
- PAUL, W. (1963): Zur Morphogenese des Schwarzwaldes (III a). *Jh. Geol. Land. Amt Bad. Württemberg* **6**: 543-582.
- PAUL, W. (1970): Zur Fluß- und Landschaftsgeschichte der oberen Donau und der Baar. - *Schriften d. Vereins f. Geschichte u. Naturgeschichte d. Baar* **28**: 153 - 198. Donaueschingen.
- PENCK, W. (1925): Die Piedmontflächen des südlichen Schwarzwaldes. - *Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. z. Berlin*, S. 81 - 108. Berlin.
- REICHEL, G. (1966): Neuere Beiträge zur Kenntnis der Vergletscherung im Schwarzwald und den angrenzenden Gebieten. - *Schr. Ver. Gesch. u. Nat. Gesch. d. Baar* **26**: 108-122.
- REICHEL, G. (Hrsg.) (1972): Die Baar. Wanderungen durch Landschaft und Kultur. Villingen.
- REICHEL, G. (1977): Die Landschaft und ihr natürliches Gefüge. In: GUTKNECHT, R. (Hrsg.): Der Schwarzwald-Baar-Kreis. S. 37-55. Stuttgart, Aalen.
- RUDLOFF, H. v. (1980): Die Klima-Entwicklung in den letzten Jahrhunderten im mitteleuropäischen Raume (mit einem Rückblick auf die postglaziale Periode). In: OESCHGER, H., MESSERLI, B. & SVILAR, M. (Hrsg.): Das Klima. S. 125-213.
- SAUER, A. (1899): Erläuterungen zu Blatt Triberg (Nr.100) der Geologischen Spezialkarte des Großherzogtums Baden. Heidelberg. Unveränderter Nachdruck des Geol. Landesamtes Baden-Württemberg 1984. Stuttgart. 48 S.
- SCHMITTHENNER, H. (1927): Die Oberflächenformen des nördlichen Schwarzwaldes. *Geographische Zeitschrift* **33**: 186-193.

- SCHMITTHENNER, H. (1941): Schichttafeln und Rumpfmassen im morphologischem Geschehen. - *Geographische Zeitschrift* **47**:281-312.
- SCHREINER, A. (1996): Quartär und Tektonik der Vorbergzone und der Oberrheinebene. - In: GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Freiburg i. Br. und Umgebung. - 3. Aufl. Stuttgart.
- SEMMELE, A. (1996): Geomorphologie der Bundesrepublik Deutschland. 5. Aufl. Stuttgart.
- ZIENERT, A. (1961): Großformen des Schwarzwaldes. *Forsch. z. dt. Landskunde* **128**. Bad Godesberg.
- ZIENERT, A. (1986): Grundzüge der Großformenentwicklung Südwestdeutschlands zwischen Oberrheinebene und Alpenvorland. - Heidelberg. 159 S.

7. Karten

- Schmitt'sche Karte von Südwestdeutschland 1797 (1: 57 600), Blatt 35 Wolfach.
- Geologische Karte 1: 25 000 von Baden-Württemberg (Hrsg. Geologisches Landesamt). Blatt 7815 Triberg i. Schw. (Nachdruck 1984) (Aufn. A. SAUER) Blatt 7816 St. Georgen i. Schw. (Nachdruck 1986)
- Topographischer Atlas über das Großherzogtum Baden 1: 50 000. Blatt 31 Haslach und Blatt 35 Triberg, 1843.
- Topographische Karte 1: 25 000, Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (Hrsg.). Blatt 7815 Triberg, 1882 bis 1997. Blatt 7816 St. Georgen, 18 (Blatt Königsfeld) bis 1997.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: [90](#)

Autor(en)/Author(s): Mäckel Rüdiger

Artikel/Article: [Natur raum und Relief 9-28](#)