

Rasche Entstehung der Wutachschlucht?

Michael KOTULLA

Dieses PDF-Dokument enthält zu o. g. Artikel die Anmerkungen 1 bis 34 (Stand 31. 12. 2017).

Nr. Anmerkung

¹ Vgl. LIEHL (1998, 1).

² Dieses Werk führte zu seiner weltweiten Anerkennung als bedeutender Strukturgeologe, so die S²A₃ Biographical Database of Southern African Science: „His book *Gesprach mit der Erde* (München, 1947), translated into English as *Conversation with the earth* (New York, 1953, 413 pp), led to his world-wide recognition as one of the most prominent structural geologists“ (compiled by C. Plug; http://www.s2a3.org.za/bio/Biograph_final.php?serial=529; Zugriff Februar 2017).

Die *Geological Society of America* verlieh Hans CLOOS 1948 die Penrose-Medaille, eine hohe geologische Auszeichnung, die bisher nur ein weiterer deutscher Geologe erhielt.

³ Nach Abgaben von Wutach-Ranger Martin Schwenninger (Südkurier, 25. Juni 2016).

⁴ „Anzapfung“ wird u. a. vertreten von:

GÜNTHER (2010, 120): „Die Feldbergdonau wurde während der Würmeiszeit durch die Wutach, die ein größeres Gefälle hatte, bei Blumberg angezapft und in den Rhein abgelenkt.“

Bei ZEPP (2014, 330) implizit; in einer Aufzählung beschreibt er zuvor die Anzapfung der (Schweizer) Aare durch den Rhein.

So auch im Schulbuch „TERRA Erdkunde“ (1998, Perthes Verlag): Als Beispiel einer Flussanzapfung wird diejenige der Wutach präsentiert (S. 40-41); die Begriffe „Köpfung“ und „Anzapfung“ bzw. die zu Grunde liegenden (prozessualen) Vorstellungen werden allerdings nicht erklärt.

BAUER & EINSELE (1993, 1): „Die heutige Wutachschlucht hat sich im zentralen Bereich dieses alten Tals in der Bonndorfer Grabenzone eingeschnitten und repräsentiert vermutlich die jüngste Flußanzapfung in Mitteleuropa.“

THOME (1998, 118): „Das Abschneiden eines Donauzubringers im Schwarzwald und seine Umleitung durch rückschreitende Erosion (...)“; mit Verweis auf HEBESTREIT et al. (1993).

Nr. Anmerkung

- ⁵ Die vollständige Ist-Aussage AHNERTS (2015, 232): „Ein Beispiel der Anzapfung durch rückschreitende Erosion ist die Anzapfung eines früheren Quellflusses der Donau durch die Wutach im südöstlichen Schwarzwald (Abb. 18.2).“
- ⁶ Bzw. der niedrigeren Erosionsbasis.
- ⁷ Siehe z. B. die Abbildungen in BUSCHE et al. (2005, Abb. 270-273) oder KOTULLA (2017, Abb. 2).
- ⁸ METZ & SAUER (2012, 27): „Demnach sind im Wesentlichen nicht Vergrößerungen der Einzugsgebiete westwärts entwässernder Flüsse und Bäche für die Verschiebung der Wasserscheide zwischen Rhein und Donau verantwortlich, sondern Flussablenkungen, von denen es eine ganze Reihe gegeben haben muss. Aus geomorphologischer Sicht ist dies plausibel, da an einer Wasserscheide selbst kaum genügend Wasser zur Verfügung steht, um rückschreitend zu erodieren.“
- ⁹ RAHM (1961, 135) fügte ein: „(Überschüttung von Wasserscheiden nach LOUIS 1960, S. 111)“.
- ¹⁰ Siehe auch PAUL (1988, 164): „Mit dem Überlaufen unseres Flusses zum Hochrhein (...)“. Zuvor: „Daß die übergelaufene und auf den ersten zwei Kilometern ihres neuen Weges mit 50 Promille über Stock und Stein abwärts schießende Wutach bald dem nächstbesten Gerinne folgte, wenn dessen Querschnitt ihrer Masse auch nur eben genügte, versteht sich – nur darf man daraus keine Anzapfung ableiten. Und daß es sich tatsächlich nur um ein bescheidenes Gerinne gehandelt haben kann (...) erkennt man u. a. auch aus der vhm. geringen Weite (450 m von Kante zu Kante) der heutigen Schlucht unter den Wutachflühen.“ Des Weiteren verwendet er den Begriff „ausbrechender Fluss“. – Anmerkung: Entscheidend ist nicht die Weite, sondern die Durchflussrate.
- ¹¹ In der Beschreibung zu ihrer Abbildung 11 (S. 26) wird das Hochwasserereignis als massiv bezeichnet.
- ¹² GEYER & GWINNER (2011, 412) „Heute streicht dieses Tal als ‚geköpftes Tal‘ in die Luft aus. Seine Anzapfung durch die rheinische Wutach erfolgte noch während des Würm-Maximums, möglicherweise weil das obere danubische Tal so stark mit Schotter aufgefüllt wurde, dass ein Durchbruch zum tiefer gelegenen rheinischen Tal erfolgen konnte (...)“.
- ¹³ In Ergänzung Fußnote 3 von ERB (1937): „Wegmann (1935, S. 56) hat solche periodischen Katastrophen in Nordostgrönland beobachtet: 1. Stauseebildung vor dem Eis. 2. Der Eisrand hebt sich im Wasser. 3. Dadurch entleert sich der Stausee. 4. Die Stauung beginnt von neuem, bis das Eis abermals schwimmt.“
- ¹⁴ ERB (1937) fügt in Klammer hinzu: „(man vergleiche SCHNARRENBERGER 1936, S. 287)“.
- ¹⁵ Zur Radiokarbonmethode siehe KOTULLA (2014), insbesondere Blatt 6-01.

Nr. Anmerkung

- ¹⁶ Mit Bezug auf die Schotter der Feldberg-Donau:
Vor Erdfallfüllungen auf der Niederterrassenoberfläche (Maximalalter von 11.400 ¹⁴C-Jahren v. h.; Spätglazial).
Nach rund 26.600 ¹⁴C-Jahren v. h. (Faunen- und Florenelemente des Schotterkörpers der Feldberg-Donau; max. Hochglazial); siehe Tabelle Z1 nach den „Anmerkungen“.
- SCHREINER (1991, 137-138) zur Lithologie der Schotter der Feldberg-Donau („Wutachschotter“), Kiesgrube Großwald (Bachheim und Reiseltingen): „Der 5-8 m mächtige Obere Schotter ist graurötlich, locker, unverwittert und meist horizontal geschichtet. Der Sandanteil beträgt 20-40 %. Die Gerölle sind bis zu 30 cm groß und bestehen aus Graniten, Gneisen, Porphyren, Pyroklastiten, Grauwacken, Alten Schiefen und 1-2 % Buntsandstein.“ Die Geröllzusammensetzung des Unteren Schotters „ist ähnlich wie im Oberen Schotter“ (S. 138).
- Zu den Kalksintern der Wutachschlucht siehe BAUER & KNIPPING (1993).
- ¹⁷ Siehe Tabelle Z2 nach den „Anmerkungen“.
- ¹⁸ „Kurz vor dem nach heutigen Kenntnisstand auf 18,5 ka BP datierten Würm-Maximalstand änderte sich die Abflußrichtung der Wutach zum Hochrhein, zeitlich belegt durch die in der Wutach-Niederterrasse kurz vor der Einmündung in den Rhein auftretende Schwarzwald-Gerölle (Kap. 8.9, Erb 1937). Das Absolut-Alter der Wutachablenkung ist mit Hochrechnungen von Sedimentationsraten der Niederterrassenschotter bei Reiseltingen abschätzbar (Hebestreit 1993) und dürfte um 19-20 ka BP liegen“ HEBESTREIT (1995, 74-75).
- ¹⁹ Korrelation nach PFAFFENBERGER & SCHIEDECK (1993, ihre Tabelle 2):
- | <u>Terrasse</u> | <u>Gletschereisrandlage</u> |
|---------------------------|-----------------------------------------|
| Niveau Ia, Niederterrasse | Kappeler/Neustädter Stand |
| Niveau II | Titisee-/Mühlinger Stand |
| Niveau III | Falkau-/Zipfelhof-Stand |
| Niveau IV | Waldhof-/Altglashüttener Stand |
| Niveau V | Schwarzenbachtal-/Äußerer Feldsee-Stand |
- ²⁰ RICKEN & EINSELE (1993, 25) versehen die Korrelationen der Niveaus III-V mit Fragezeichen; PFAFFENBERGER & SCHIEDECK (1993, 67) zufolge „handelt es sich um einen Versuch, das Erosionsgeschehen im Haslach-Gutach-Gebiet räumlich und zeitlich zu interpretieren“.
- ²¹ Siehe KASPAR et al. (1993, 110): „Hammerschlagseismische und geoelektrische Untersuchungen sowie Bohrungen haben erbracht, daß sich zwischen dem heutigen Flußniveau der Wutach und der Felssohle in weiten Teilen des mittleren Wutachabschnittes eine 6-15 m mächtige Tal-füllung befindet.“
- ²² HEBESTREIT (1995, 76-77): „Die rekonstruierten Gefällslinien der Terrassenniveaus verlaufen zwischen Titisee-Neustadt und der Gauchach-Einmündung relativ gleichmäßig (linear) ohne Versteilungen (Abb. 9.3), d. h. die Einschneidung verlief in diesem Bereich verhältnismäßig gleichförmig. Ansatzpunkte der rückschreitenden Erosion (Gefällsknicke) sind nicht zu erken-

Nr. Anmerkung

- nen. In dem Tonstein-Gebiet ist aufgrund des weicheren Materials von einer schnelleren Ausräumung und einem steileren Gefälle auszugehen, was aber aufgrund fehlender Terrassen-Relikte nicht zu belegen ist.“
- ²³ PFAFFENBERGER & SCHIEDECK (1993, 68), der gesamte Absatz: „Die Eintiefung der Flüsse in den Körper der Niederterrasse begann etwa mit dem Rückzug der Gletscher von ihren Maximalständen (ca. 20 ka BP) und dauerte bis zum Erreichen des Felsuntergrundes (Niveau IIb, Abb. 3c) an (17-18 ka BP). Für die Erosion von ca. 25 m an der Haslach-Mündung in die würmzeitlichen Lockersedimente (ca. 20 m an der Klausenbach-Mündung) ist eine Zeitspanne von 2-3 ka zu veranschlagen. Die Ursache dieser veränderlichen Flußdynamik ist wohl in kurzzeitigen klimatischen Schwankungen zu sehen. Die starke Wasserführung der Flüsse, verbunden mit Geröllführung und erhöhter Stabilität der Böden gegenüber Solifluktion, verstärkte die lineare Tiefenerosion in Hochwasserzeiten.“
- ²⁴ WESTPHAL (1989, 189): „Diese Exkursion dient der Landschaftsgeschichte der heutigen Wutachschlucht, die ihre Entstehung der Umlenkung der würmeiszeitlichen Feldbergdonau in das Ur-Wutachtal (Wutach-Umlenkung) verdankt, einem sehr jungen exogen-geologischen Ereignis, das zu einer ungewöhnlichen Erosionsleistung mit entsprechenden morphologischen Folgen geführt hat.“ Und unmittelbar weiter: „Die Exkursion verfolgt an einigen Stellen die noch fast unverändert erhaltenen oberen Talstücke des Feldbergdonau-Systems sowie, weiter talabwärts, Reste des alten Talbodens der Feldbergdonau im Bereich der Wutachschlucht, die sich bis 180 Meter tief in ihn eingerissen hat.“
- ²⁵ Die Einschneidung (Rückverlagerung) insgesamt beträgt 270 m, die Eintiefung etwa 100 m und die Weitung bis 160 m; die fünf Ereignisse:
- Auskolkungsereignis 1: 10. Januar 1934, Abflussrate ca. 80 m³/s; Bildung einer Schlucht, 65 m lang, 55 m tief.
- Auskolkungsereignis 2: 22. März 1934, Abflussrate ca. 400 m³/s; rückschreitende Erosion 75 m, Eintiefung 30-40 m.
- Auskolkungsereignis 3: 23. März 1934, Abflussrate ca. 400 m³/s; rückschreitende Erosion weitere 100 m.
- Auskolkungsereignis 4: 4. März 1935, Abflussrate ca. 1000 m³/s; weitere Eintiefung 22 m.
- Auskolkungsereignis 5: März 1936, Abflussrate ca. 500 m³/s; weitere Eintiefung 22 m.
- 1934 stellenweise erste Betonversiegelungen des Abflusskanals sowie Betonverstärkung der Abflusskante (-lippe). 1935 Konstruktion einer kleinen Betonrampe mit einer überhängenden Kante; Versiegelungen an ausgewählten Stellen des Strudelkessels. Bis März 1936 aber wieder weitgehend zerstört. Die Situation war erst unter Kontrolle mit dem Einsatz „hydraulischer Splitter“ zur Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit vor Eintreten in den Strudelkessel (nach 1940). – ANTON et al. (2015) schließen, dass auch kleine bis moderate Fluten (ca. 100-1500 m³/s) außergewöhnliche Erosion bewirken können.
- ²⁶ Pegel Oberlauchringen (7 km oberhalb der Mündung); siehe *Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch: Rheingebiet, Teil I - 2009* (LUBW 2011, 78).

Nr. Anmerkung

- ²⁷ GÜNTHER (2010, 117): „Der Hochschwarzwald war in eine zusammenhängende Eisdecke von ca. 700 km² gehüllt. Die runden Kuppen des Feldbergs und des Belchens zeugen heute noch von der damaligen Deckenvereisung. Die Mächtigkeit war auf den Höhen 50 m, in den Tälern 300 m. Gletscherzungen erreichten während der Würmeiszeit in den Tälern Wiese, Wehra und Alb eine Länge bis 25 km vom Eiszentrum entfernt (...).“
- ²⁸ Siehe auch „Gradualismus versus Katastrophismus in der Landschaftsentwicklung“; Titel der Regional-Konferenz der Internationalen Vereinigung der Geomorphologen (International Association of Geomorphologists, IAG) von 2015 in Barnaul, Russland (<http://www.geomorph.org/2015/07/barnaul-2015/>).
- ²⁹ LiDAR: Light detection and ranging, Laserscanmethode; hier flugzeugbasierte Laser-Geländekartierung. Die LiDAR-Daten (1 m in der Horizontalen, 0,15 m in der Vertikalen) dienen als Grundlage zum Aufbau eines großflächigen digitalen Geländemodells (DGM).
- ³⁰ Vgl. BECKENBACH (2016).
- ³¹ Siehe BAUER & EINSELE (1993, 1).
- ³² Sowie JORDAN (1993) und KASPAR et al. (1993).
- ³³ Siehe Anmerkung 15.
- ³⁴ Siehe WALKER et al. (2009): Demnach beginnt das Holozän 11.700 Eiskernjahre [implizit Kalenderjahre] vor 2000 n. Chr.; Diskussion siehe KOTULLA (2013).

Tabellen

Pos.	Stratigraphie	Probe	Profilmeter relativ [m]	Alter [¹⁴ C-Jahre]	Unsicherheit [¹⁴ C-Jahre]	Anmer- kung
1	Oberer Kieskörper (Hangendschotter)	- kein Material				
2		Humus (Subrosionssenke, humoser Lehm am Top)	+ 17 (Top Rs)	26570	±325	
3		Zweigfragmente (Subrosionssenke, Lehmlage-lc)	+ 17 (Top Rs)	32430	+1615/ -1345	
4	Mittlerer Kieskörper (Rinnenschotter, Rs)	Diverse Fauna: u. a. Torf (Subrosionssenke, Lehmlage-la)	+ 17 (Top Rs)	21100	±715	1)
5		Wurzelfragmente (Basis Dolinenfüllung)	+15	32640	+1615/ -1345	
6		Mammut-Stoßzahn	+14 - +17	30620	±415	2)
7	Unterer Kieskörper (Liegendschotter 2)	- kein Material				
8	Unterer Kieskörper (Liegendschotter 1)	Fragmente Mammut-Stoßzahn (Dolinenfüllung, Lehm)	-3	43490	+1819/ -1480	3)

Tab. Z1 Ausgewiesene ¹⁴C-Alter für den Kieskörper der Feldberg-Donau. Kiesabbau „Großwald“, 2 km SO Reiseltingen; zusammengestellt nach HEBESTREIT (1993). Die Mächtigkeiten betragen: Unterer Kieskörper (Ls-1), ca. 10 m; unterer Kieskörper (Ls-2), ca. 10 m; mittlerer Kieskörper (Rs), 0-3 m; oberer Kieskörper, bis 7 m; Dolinenfüllung, 6 m; Subrosionssenke (mit Internstruktur), bis 4 m. Anmerkungen (nach HEBESTREIT 1993): 1) S. 52: „vermutlich um ca. 7000 Jahre zu jung (Kontamination o. ä.)“. 2) S. 52: 1987 von Herrn Kinast gefunden, siehe SCHREINER (1991, 143). 3) S. 51: „(...) Wert liegt im Bereich der ¹⁴C-Nachweisgrenze und ist deshalb als Mindestalter anzusehen.“

Hinweis: Zur Radiokarbonmethode siehe KOTULLA (2014), insbesondere Blatt 6-01.

Pos.	Schotterkörper der Feldberg-Donau (bei Reiselfingen)	Alter (v. h.) [1000 ¹⁴ C-Jahre, tw. geschätzt]				Dauer [1000 ¹⁴ C-Jahre, tw. geschätzt]				Mäch- tigkeit [m]	Ø Sedimentationsrate [m/1000 ¹⁴ C-Jahre]			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)		(1)	(2)	(3)	(4)
1	Oberkante oberer Kieskörper: Zeitpunkt "Wutach-Ablenkung"	18,3	23,6	20,9	15,8									
2	Oberer Kieskörper (Hangendschotter)					8,3	4,9	7,6	12,7	7	0,8	1,4	0,9	0,6
3	Top Mittlerer Kieskörper	26,6	28,5	28,5	28,5									
4	Mittlerer Kieskörper (Rinnenschotter, Rs)						3,5	3,5	3,5	0-3				
5	Basis Mittlerer Kieskörper		32,0	32,0	32,0									
6	Unterer Kieskörper (ab Lehm bis Top)					16,9	11,5	18,0	30,0	16,5	0,8	1,4	0,9	0,6
7	Unterer Kieskörper (Liegendschotter 1, Lehm)	43,5	43,5	50,0	62,0									
8	Unterer Kieskörper (Lehm) bis Top mittlerer Kieskörper							21,5	33,5	16,5			0,77	0,49

Tab. Z2 Ermittlung mittlerer Sedimentationsraten zur Abschätzung des Zeitpunktes der Ablenkung der Feldberg-Donau („Wutach-Ablenkung“). Abschätzung durch HEBESTREIT (1993); Tabelle insbesondere nach seiner Abb. 8 (S. 55), teilweise geringfügige Abweichungen. Siehe auch HEBESTREIT (1995, 18) sowie HEBESTREIT et al. (1993, 302-304).

(1) – (4): Fallkonstellationen (Fall). (1) Unter Zugrundelegung der ¹⁴C-Werte, siehe Tab. Z1, Pos. 8 und Pos. 2 [Fall 1 der Vollständigkeit halber durch den Verfasser]. (2) Unter Zugrundelegung des ältesten ¹⁴C-Wertes (Tab. Z1) und einer Abschätzung für den Top des mittleren Kieskörpers, Pos. 3 (auf Basis einer Korrelation mit Denekamp-Interstadial, 28.500 ¹⁴C-Jahre). (3) Unter Zugrundelegung einer Korrelation des Lehmes (Pos. 7) mit dem Riel-Interstadial (nach VANDENBERGHE 1984, 50.000 ¹⁴C-Jahre); Pos. 3 wie Fall 2. (4) Unter Zugrundelegung einer Korrelation des Lehmes (Pos. 7) mit dem Ende des sog. Mittelwürm-Kältemaximums (nach WOILLARD & MOOK 1982, 62.000 ¹⁴C-Jahre); Pos. 3 wie Fall 2.

Auf Basis dieser Ankerwerte und einer rechnerisch ermittelten mittleren Sedimentationsrate für den unteren Kieskörper (Pos. 5, Fälle 2 bis 4), die er auf den [gleichartigen] oberen Kieskörper (Pos. 2) überträgt, schätzt HEBESTREIT (1993) den Zeitpunkt der „Wutach-Ablenkung“ (Pos. 1) auf [gerundet] 15.000 – 20.000 bzw. maximal 24.000 [¹⁴C-] Jahre vor heute (Bezugsjahr 1950). In den jeweiligen Kurzfassungen der Arbeiten werden als Zeitpunkt der „Wutach-Ablenkung“ sodann 15-20 Tausend [¹⁴C-] Jahre (HEBESTREIT 1993, HEBESTREIT et al. 1993) und 19-20 Tausend [¹⁴C-] Jahre (HEBESTREIT 1995) genannt. Fall 1 ergibt ein rechnerisches Alter von etwa 18.300 ¹⁴C-Jahren für den Zeitpunkt der „Wutach-Ablenkung“; der Wert 16,9 für die Dauer (Pos. 6, kursiv) ist auf eine Mächtigkeit von 19,5 m bezogen worden.

Die Lehmlage (Eintrag durch Solifluktion) soll ein kurze, relativ wärmere Phase („kurzes Interstadial“) von maximal einigen 100 Jahren – vor etwa 45.000 bis 60.000 [radiometrischen] Jahren – repräsentieren (S. 54), obgleich die Pollenflora stadialer Natur sein soll (PESCHKE 1991).

Die von HEBESTREIT (1993, 54) im Textteil ausgewiesenen mittleren Sedimentationsraten von 0,78 bzw. 0,55 m/1000 ¹⁴C-Jahre (abweichend zu seiner Abb. 8) beziehen sich auf ein angenommenes [ra-

diometrisches] Datum für den Top des mittleren Kieskörpers. Sie können aber nur annähernd nachvollzogen werden (Pos. 8, Fälle 3 und 4).

Hinweis 1: HEBESTREIT (1993) und HEBESTREIT et al. (1993) weisen (mittlere) Sedimentationsraten von Schotterkörpern aus, die bis zu 30 cm große Gerölle führen (siehe Anmerkung 16): umgerechnet 0,55 bzw. 0,78 mm pro ^{14}C -Jahr [implizit Kalenderjahr]. Das ist erstaunlich. Die Beschreibungen der Schotterkörper (unterer und oberer Kieskörper, s. o.) legen nahe, dass es sich möglicherweise um lediglich zwei Schüttungsereignisse handelt. Sie sind durch eine „Diskordanz (Sedimentationslücke, Erosionsphase“ (vgl. HEBESTREIT 1999, Abb. 26) oder durch ein „grobes Erosionspflaster und stellenweise einen sehr groben Zwischenkieskörper“ (vgl. HEBESTREIT et al. 1993, 300-301) getrennt.

Hinweis 2: Zur Radiokarbonmethode siehe KOTULLA (2014), insbesondere Blatt 6-01.

Literatur

- ANTON L, MATHER AE, STOKES M, MUNOZ-MARTIN A & DE VINCENTE G (2015) Exceptional river gorge formation from unexceptional floods. *Nature Communications* 6, doi:10.1038/ncomms8963.
- AHNERT F (2015) Einführung in die Geomorphologie. 5. Auflage, Stuttgart.
- BAUER M & EINSELE G (1993) Einführung in die Geologie und das Klima des Wutachgebietes. In: EINSELE G & RICKEN W (Hrsg.) Eintiefungsgeschichte und Stoffaustrag im Wutachgebiet (SW-Deutschland). *Tübinger Geowiss. Arbeiten, Reihe C, 15*, 1-15.
- BAUER M & KNIPPING M (1993) ¹⁴C-Daten und paläobotanische Befunde von Kalktuffvorkommen: Rückschlüsse auf das Mindestalter der Wutachschlucht. In: EINSELE G & RICKEN W (Hrsg.) Eintiefungsgeschichte und Stoffaustrag im Wutachgebiet (SW-Deutschland). *Tübinger Geowiss. Arbeiten, Reihe C, 15*, 74-84.
- BECKENBACH E (2016) Geologische Interpretation des hochauflösenden digitalen Geländemodells von Baden-Württemberg. Diss., Stuttgart.
- BUSCHE D, KEMPF J & STENGEL I (2005) Landschaftsformen der Erde. Darmstadt.
- CLOOS H (1947) Gespräch mit der Erde. München.
- ERB L (1937) Der Zeitpunkt der Wutachablenkung und die Parallelisierung der würmeiszeitlichen Stadien des Schwarzwalds mit denen des Rheingletschers. *Mittl. Bad. Landesver. F. Naturk. u. Naturschutz, NF 3*, 314-319.
- GEYER M & GWINNER MP (2011) Geologie von Baden-Württemberg. Herausgegeben von: GEYER M, NITSCH E & SIMON T. 5. völlig neu bearbeitete Auflage, Stuttgart.
- GÜNTHER D (2010) Der Schwarzwald und seine Umgebung. Sammlung geologischer Führer 102, Stuttgart.
- JORDAN U (1993) Die holozänen Massenverlagerungen des Wutachgebietes (Südschwarzwald). *Tübinger Geowiss. Arbeiten, Reihe C, 16*.
- HEBESTREIT C (1993) Sedimentations- und Subrosionsprozesse in einem würmeiszeitlichen Kieskörper der Donau-Wutach: Implikationen für Klima und Permafrost. In: EINSELE G & RICKEN W (Hrsg.) Eintiefungsgeschichte und Stoffaustrag im Wutachgebiet (SW-Deutschland). *Tübinger Geowiss. Arbeiten, Reihe C, 15*, 45-57.
- HEBESTREIT C, SCHIEDEK T, BAUER M & PFAFFENBERGER C (1993). Zeitmarken der Wutacheintiefung – Terrassenkorrelation, Terrassenstratigraphie und Kalktuffe. *Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N. F. 75*, 291-312.
- HEBESTREIT C (1995) Zur jungpleistozänen und holozänen Entwicklung der Wutach (SW-Deutschland). *Tübinger Geowiss. Arbeiten, Reihe C, 25*.
- HEBESTREIT C (1999) Wutach- und Feldbergregion: ein geologischer Führer. Stuttgart.
- HEBESTREIT C (2016) Wutachregion. Wiebelsheim.
- KASPAR E, LUBINSKI T & HEBESTREIT C (1993) Zur Talfüllung und jüngeren Entwicklung der Wutach. In: EINSELE G & RICKEN W (Hrsg.) Eintiefungsgeschichte und Stoffaustrag im Wutachgebiet (SW-Deutschland). *Tübinger Geowiss. Arbeiten, Reihe C, 15*, 110-114.
- KOTULLA M (2013) Grönländische Eiskerndaten und ihre Interpretation: Absolute Datierung durch Zählung von Jahresschichten? *W+W Special Paper G-13-1*, Baiersbronn; <http://www.wort-und-wissen.de/download.html>.
- KOTULLA M (2014) Gültigkeit und Grenzen geologischer Zeitbestimmung. Online-Loseblattsammlung, Stand: 1. Ergänzungslieferung 03/2014, <http://www.wort-und-wissen.de/loseblattsammlung.html>.
- KOTULLA M (2017) Neuer Canyon am Oroville-Staudamm – Ausgebrochener Wasserstrom verursacht schnelle Erosion. *Studium Integrale Journal* 24, 45-48.

- LIEHL E (1988) Morphologie des Wutachgebietes. In: LIEHL E (Hg.) Die Wutach. Nachdruck von 1971, Freiburg, 1-30.
- LOUIS H (1960) Allgemeine Geomorphologie. Lehrbuch der allgemeinen Geographie, Band 1; Berlin.
- LUBW Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (2011) Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Rheingebiet, Teil 1, Hoch- und Oberrhein 2009. Karlsruhe.
- METZ B & SAUER H (2012) Geomorphologie und Landschaftsentwicklung. In: Regierungspräsidium Freiburg (Hg.) Der Feldberg. Subalpine Insel im Schwarzwald. Ostfildern, 14-62.
- PAUL W (1988) Von der spätjurassischen (frühkretazischen?) Landwerdung bis zur Gegenwart: Portlandium (Valendis?) bis Holozän. In: LIEHL E (Hg.) Die Wutach. Nachdruck von 1971, Freiburg, 135-194.
- Perthes Verlag (1998) TERRA. Erdkunde für Hessen, Band 2; Gotha [heute Klett Verlag].
- PESCHKE P (1991) Die pleistozänen Wutachsotter im Gewann Großwald bei Löffingen im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald – III. Palynologische Untersuchungen. Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg 33, 173-186.
- PFÄFFENBERGER C & SCHIEDEK T (1993) Zeitmarken der Wutach-Eintiefung: fluviale Terrassen und ihre Korrelation mit wärmzeitlichen Vereisungsphasen des Südschwarzwaldes. In: EINSELE G & RICKEN W (Hrsg.) Eintiefungsgeschichte und Stoffaustrag im Wutachgebiet (SW-Deutschland). Tübinger Geowiss. Arbeiten, Reihe C, 15, 66-73.
- RAHM G (1961) Neue Gesichtspunkte zur Wutachablenkung. Ber. Naturf. Ges. Freiburg 51, 133-136.
- RICKEN W & EINSELE G (1993) Entstehung der Wutachschlucht: Übersicht der Prozeßabfolgen. In: EINSELE G & RICKEN W (Hrsg.) Eintiefungsgeschichte und Stoffaustrag im Wutachgebiet (SW-Deutschland). Tübinger Geowiss. Arbeiten, Reihe C, 15, 16-44.
- SCHNARRENBERGER C & SCHURHAMMER H (1936): Naturwissenschaftliche Wanderung durch das obere Wutachtal. [Bei ERB (1937) zitiert als: SCHNARRENBERGER C (1936) Geologische Führung durch das obere Wutachtal.] Mitteilung der Badischen Landesvereinigung für Naturkunde, Neue Folge 3, 285-289.
- SCHREINER A (1991) Die pleistozänen Wutachsotter im Gewann Großwald bei Löffingen im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald – I. Vorkommen und Zeitstellung. Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg 33, 133-147.
- THOME KN (1998) Einführung in das Quartär: Zeitalter der Gletscher. Berlin Heidelberg.
- VANDEBERGHE J (1984) Climatic evolution during the Weichselian Pleniglacial in The Netherlands and Northern Belgium. Eiszeitalter und Gegenwart 35, 196-197.
- WALKER M, JOHNSEN S, RASMUSSEN SO, STEFFENSEN JP, POPP T, GIBBARD P, HOEK W, LOWE J, ANDREWS J, BJORCK S, CWYNAR L, HUGHEN K, KERSHAW P, KROMER B, LITT T, LOWE DJ, NAKAGAWA T, NEWNHAM R & SCHWANDE J (2009). The Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Holocene Series/Epoch (Quaternary System/Period) in the NGRIP ice core. Episodes 31, 264-267.
- WEGMANN CE (1935) Gletschermurgang im Sues-Land (Nordostgrönland). Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen 12.
- WESTPHAL F (1989) Feldbergdonau und Wutachschlucht, zur Entwicklung einer jungen Flußlandschaft (Exkursion L am 31. März 1989). Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. 71, 189-197.
- WOILLARD G & MOOK W (1982) Carbon-14 dates at Grande Pile: correlation of land and sea chronologies. Science 215, 159-161.
- ZEPP H (2014) Geomorphologie. 6. Auflage, Paderborn.