



Bearbeitungsstand: 6.11.2014, V. 4b

Forschungsprojekt FluviMag: Fluviatiler Transport von Magnetomineralen

Michael Pirrung

Institut für Geowissenschaften, Friedrich-Schiller Universität Jena,
Burgweg 11, D-07749 Jena, E-Mail: michael.pirrung@uni-jena.de

- 1. Projektziele, Material, Methodik -

Übersicht

1. 1. Ziele des Projektes

1.2. Material

1.3. Methodik

1.3.1. Probennahme und -vorbehandlung

1.3.2. Korngrößenfraktionierung

1.3.3. Magnetische Suszeptibilität

1.3.4. Geochemische Analytik

1.3.5. Topographische Karten

1.3.6. Geologische Karten und Literatur

1.3.7. Literatur zu Lagerstätten

1.3.8 Literatur zur Geochemie von Liefergesteinen und Flusssedimenten

1.3.9. Übersicht der Probenahmepunkte

1.4. Zitierte Literatur

1.1. Ziele des Projektes

Dieses Forschungsprojekt am Institut für Geowissenschaften der Friedrich-Schiller Universität Jena untersucht die Verwendbarkeit der magnetischen Suszeptibilität, d.h. der induzierten Magnetisierbarkeit, für umweltrelevante Fragestellungen in rezenten fluviatilen Sedimenten. Dafür dienen 1. die Bestimmung geogener Hintergrundwerte der Suszeptibilität an Flussablagerungen, sowie 2. die Entwicklung von Kriterien zum Erkennen anthropogener Einträge in die Flüsse, und 3. Vergleiche mit Schwermetallgehalten in Flußablagerungen.

Zu 1.: Aus zahlreichen Proben von Lokationen in Deutschland und angrenzenden Ländern werden Mediane und Schwankungsbereiche der masse-spezifischen magnetischen Suszeptibilität rezenter, d.h. in den letzten Jahren abgelagerter, fluviatiler Ablagerungen ermittelt. Mit Hilfe von Proben, die stromauf von Siedlungen und die – abgesehen von äolischem Staubeintrag - ohne erkennbaren Einfluß von lokalen anthropogenen Aktivitäten genommen werden, sollen Informationen über die geogenen, d.h. durch die Liefergesteine und Böden geprägten, Hintergrundwerte in den Einzugsgebieten gewonnen werden. Darüberhinaus lassen sich so unter Umständen Erkenntnisse über Transportpfade spezifischer Komponenten, Verdünnungseffekte bei der Mischung von Material unterschiedlicher Herkunft, Korngrößenfraktionierungen sowie Transport- und Ablagerungsprozesse gewinnen. Außerdem sollen auch die Sedimente der präindustriellen Zeit vor etwa 1800 A.D. beprobt werden, also Ablagerungen von relativ zum heutigen Talboden erhöht liegenden Terrassen

bzw. Talböden, die während des Holozäns und Pleistozäns entstanden sind. Je älter diese Ablagerungen sind, um so größer ist allerdings die Wahrscheinlichkeit, dass diagenetische Veränderungen auch die Magnetominerale überprägt haben, z.B. durch Lösung und Oxidation eisenhaltiger Minerale wie Pyrit und Neubildung von Limonit als Zement in pleistozänen Terrassensanden. An ausgewählten Festgesteinen soll die Magnetisierbarkeit der Liefergesteine im Vergleich mit den vermutlich geogen geprägten Flusssedimenten gemessen werden. Hierzu können neben Proben aus Aufschlüssen auch Gerölle aus Bächen, die sich eindeutig einem bestimmten Ausgangsgestein zuordnen lassen, herangezogen werden. Ergebnisse dieser Messungen könnten u.U. für die Interpretation aeromagnetischer Messungen interessant sein.

Zu 2.: Ablagerungen der Bachläufe und Flüsse werden gezielt im Abstrom von Ortschaften, Deponien, Bergbauhalden bzw. Bergwerken von Steinkohle- oder Erzlagerstätten, sowie Industrieanlagen beprobt, um bekannte anthropogene Einflüsse zu dokumentieren. Das erlaubt es, die Größenordnungen der magnet. Suszeptibilität sicher kontaminierter Ablagerungen mit geogenen Hintergrundwerten zu vergleichen. Damit können dann auch unbekannte Quellen, wie z.B. Altbergbau, leichter erkannt werden.

Zu 3.: An ausgewählten Proben werden einzelne Kornfraktionen im Hinblick auf ihre Magnetisierbarkeit und ihren Schwermetallgehalt untersucht, um zu testen, wie repräsentativ Gesamtgesteinsmessungen der magnetischen Suszeptibilität in einzelnen Einzugsgebieten sind. Vorausgesetzt es ergeben sich dabei signifikante positive Korrelationen zwischen einzelnen Elementgehalten und der magnet. Suszeptibilität, lassen sich so über relativ schnell bestimmbare Maxima der Magnetisierbarkeit von Flussproben Bereiche stärkerer Kontaminationen leichter aufspüren.

[Zurück zur Übersicht](#)

1.2. Material

Untersuchungsmaterial sind Ablagerungen aus fließenden Gewässern, und zwar vom Bach- bzw. Flussbett, vom Ufer und von Überflutungsflächen. Insbesondere unter Brücken können aufgrund der geringeren Abtragung infolge von Niederschlägen Ablagerungen des letzten Hochwassers erhalten bleiben, auch Hohlräume z.B. im Inneren von abgestorbenen Weidenbäumen bieten sich dafür an. Sind keine anderen Möglichkeiten der Beprobung zu erkennen, können auch Maulwurfshügel beprobt werden, sofern das Material deutlich tiefer als aus dem oberen humusreichen Bodenhorizont stammt. Außerdem werden für Vergleichszwecke auch Proben von bzw. aus Seen und von Küstenablagerungen genommen. Für die Beprobung von Liefergesteinen werden Proben entlang von Böschungen an Wegen oder Straßen verwendet sofern es sich um Naturschutzgebiete handelt, ansonsten aus Aufschlüssen.

Zusätzlich zu den Proben, die der Bearbeiter entnimmt, sind natürlich Proben aus weiteren Regionen willkommen. Dabei profitiert das Projekt sehr von Proben, die von Interessierten bereits zur Verfügung gestellt wurden und noch werden. Je mehr Proben für das Projekt zur Verfügung stehen, um so aussagefähiger werden die Messungen der magnetischen Suszeptibilität. Die Ergebnisse sollen online veröffentlicht werden.

[Zurück zur Übersicht](#)

1.3. Methodik

1.3.1. Probennahme und -vorbehandlung

Für die Lokalisierung werden fallweise GPS Messungen mit einem GARMIN GPS 12 oder GPS Map 60CSx eingesetzt. In der Regel erfolgt die Koordinatenbestimmung über die Eintragung der Probelokation auf Karten und Übernahme der Koordinaten für die geografische Länge und Breite über googleearth.

Für die Probennahme wird entweder der umgestülpte Kunststoffbeutel oder ein weißes Plastikschäufelchen verwendet. Bereits bei der Probenahme werden größere Objekte wie Kies, Äste entfernt. Bei holzreichen Sedimenten wird die aufschwimmende Fraktion mit dem Wasser des Vorfluters im Plastikschäufelchen aufgewirbelt und abgetrennt. Komponenten der Fraktion >2 mm wurden mit einer Kunststoff-Pinzette oder mit einem Analysensieb aus schwarzem Kunststoff {20 cm Durchmesser} und Siebgewebe aus Nylon mit 2 mm Maschenweite {DIN4197} bereits vor Ort oder später im Labor in der Regel trocken abgetrennt. Beim Sieben wurde darauf geachtet, das Schwenken des Siebbehälters so schonend und kurz wie möglich durchzuführen, um Abrieb in der Schale für den Siebdurchgang zu vermeiden.

In einigen Fällen erfolgt das Beprobieren aus Flüssen mit einem Hydrobios Bodengreifer nach van Ween {www.hydrobios.de/}, kleine Ausführung mit 250 cm² Öffnung.



Abb. 1-1: Bodengreifer nach Van Ween.

Proben von Festgesteinen werden im Gelände hammerlos aus Böschungen entnommen, ggfs. mit und auf anderen Gesteinsbruchstücken zerkleinert, insbesondere in Naturschutzgebieten. Im Labor werden größere Festgesteinsbruchstücke zwischen mehreren Lagen unbedruckten Papiers mit dem Hammer zerkleinert.

Proben werden bei 40 °C im Trockenschrank ohne Umluft mehrere Tage lang getrocknet. Gewichte der Ausgangsproben für Kornfraktionsauftrennung werden auf einer SARTORIUS Waage TE3102S {<http://www.sartorius.de/>} auf 0.01 g bzw. Proben für Messungen der magnetischen Suszeptibilität mit einer SARTORIUS BP210S Analysenfeinwaage auf 0.0001 g genau abgewogen.

Die Beschreibung der Proben erfolgt für Korngrößen siliziklastischer Gesteine gemäß der ehem. DIN4022 und lehnt sich an (SCHÄFER, A. 2005); (STOW, D.A.V. 2008); (VINX, R. 2005).

[Zurück zur Übersicht](#)

1.3.2. Korngrößenfraktionierung

Leider gibt es für Untersuchungen fluviatiler Ablagerungen im Hinblick auf Schwermetallgehalte keine allgemein festgelegten Grundsätze über die zu untersuchende Kornfraktion, was die Kompilation bzw. Vergleichbarkeit verschiedener Datensätze

erschwert, siehe Tab. 1-1. Dazu kommt noch die unterschiedliche Aufbereitung und Analytik, auf die an dieser Stelle nicht eingegangen werden soll. In dieser Arbeit wurde die Fraktion <2 mm und <63 µm bzw. vorwiegend sandige und vorwiegend siltig-tonige Sedimente verwendet, zur Analytik siehe unten unter [1.3.4.](#)

Fraktion	Material	Region	Zitat	Link
Gesamt?	Flußsediment	Deutschland	(DUFT, M. & TILLMANN, M. 2003)	
Gesamt?	Bachsediment	Westharz	(NOWAK, H. & PREUL, F. 1971)	
Gesamt?	Bachsediment	Sauerland	(HILMER, E. 1985)	
<2000 µm	Überflutungsebene, Siebdurchgang, <63 µm aufgemahlen	Europa	(SALMINEN, R. 2005)	http://www.gtk.fi/publ/forgesatlas/
<2000 µm	Subaquatische Sedimente	Deutschland	(SCHULZE, T., RICKING, M., WINKLER, A. & PEKDEGER, A. 2005a)	http://www.umweltprobenbank.de/de/documents
<2000 µm	Schwebstoff	Deutschland	(WEINFURTER, K. & FLIEDNER, A. 2012)	http://www.umweltprobenbank.de/de/documents
<200 µm	Bachsedimente 1. + 2. Ordnung, Siebdurchgang	ostdeutsche Mittelgebirge	(BIRKE, M., RAUCH, U. & RENTZSCH, J. 1995)	
<200 µm	Bachsedimente, Siebdurchgang <30 µm aufgemahlen	BRD, „alte Bundesländer“	(FAUTH, H., HINDEL, R., SIEWERS, U. & ZINNER, J. 1985)	
<180 µm, <40 µm	Bachsedimente, Siebdurchgang	Österreich	(SCHÖNLAUB, H.P. & HOFMANN, P. 2007)	
<150 µm	Bachsedimente, Siebdurchgang	Europa	(SALMINEN, R. 2005)	http://www.gtk.fi/publ/forgesatlas/
<20 µm	Schwebstoffe, Filterrückstand	Elbe	(FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT-ELBE 2013)	http://www.fgg-elbe.de/
<20 µm	Flusssediment, Siebdurchgang	Saale, z.T. auch Unstrut, Ilm, Weiße Elster	(EINAX, J.W., TRUCKENBRODT, D. & KAMPE, O. 1998); (MÖLLER, S. & EINAX, J.W. 2013); (Zerling, 2003 #540)	
	Schwebstoffe, Zentrifugenrückstand	Nordrhein-Westfalen	(BUSCH, D., FURTMANN, K., SCHNEIDERWIND, A., ZYUZINA, I., REUPERT, R. & SIELEX, K. 2007), EU Wasserrahmenrichtlinie	
	Schwebstoffe, Filter-/Zentrifugenrückstand	Deutschland	(LAWA-ARBEITSKREIS-"QUALITATIVE_HYDROLOGIE_FLIEBGEWÄSSER" 1997)	
	Schwebstoffe, aus Differenz ungefiltertes und <0.45 µm gefiltetes Wasser berechnete	Saale	(BABOROWSKI, M. & BOZAU, E. 2006)	

	Elementgehalte			
--	----------------	--	--	--

Tab. 1-1: Untersuchte Kornfraktion in einigen Studien zum Schwermetallgehalt von mitteleuropäischen Bach- und Flußsedimenten.

Im FluviMag Projekt werden ausgewählte Proben den Vorgaben von (NEY, P. 1986) entsprechend mit Edelstahl-Sieben in die DIN-Sandfraktionen {<63 µm, 63-<125, 125-<250, 250-<500, 500-<1000, 1000-<2000 µm} mittels Nasssiebung aufgetrennt. Der Siebdurchgang wird in entweder als Fraktion der Pelite {<0.063 mm} abgetrennt {wenn wenig Material der Feinfraktion vorhanden ist} oder mit Atterberg-Zylindern nach Zusatz von Natriumpyrophosphat als Dispergierungsmittel in die Kornfraktionen Ton {<0.002 mm} und Silt {0.002-0.063 mm} aufgetrennt. Hierfür wird die Korndichte mit 2.6 g/ccm angesetzt. Die Abtrennung des Materials <2 µm erfolgt mit einer Multifuge 3S bei 3000 U/min in 1 l Polypropylenbehältern. Die Trocknung erfolgt wie bei der Gesamtfraktion {s.o.}.

Die Berechnung des Medians und der Sortierung erfolgt aus graphischen Darstellungen der Kornsummenkurve nach der relativ einfachen Formel von Trask in (TUCKER, M.E. 1985). Median: Korngröße in mm bei 50 % der Kornsummenkurve; Sortierung: Wurzel aus {Korngröße bei 75 % geteilt durch Korngröße bei 25 %}. Da eine Auftrennung der Feinfraktion – außer bei wenigen Proben – nicht erfolgte, kann die Sortierung für die meisten, d.h. nicht zu feinkörnigen, Proben dennoch berechnet werden. Dagegen wären bei der genaueren Formel nach Folk & Ward z.B. Korngrößen bei 5 % der Kornsummenkurve erforderlich gewesen, für die Bestimmungen mit Aräometer oder Partikelmessungen notwendig sind.

Bei der Korngrößenabtrennung erfolgt beim Naßsieben im Labor mit einer Siebmaschine ein Kontakt mit metallischen Oberflächen der Siebwände bzw. -maschen. Das Edelstahlmaterial der Siebe ist nicht magnetisch und Abrieb von metallischem Siebmaterial kann bei Nasssiebung weitgehend ausgeschlossen werden. Der Hauptanteil der Verluste dürfte beim Hängenbleiben in Siebmaschen auftreten, die nach jedem Siebdurchgang mit Druckluft ausgeblasen werden. Zur Überprüfung evtl. Verluste stärker magnetischer Partikel kann die Magnetisierung der Gesamtprobe, gemessen an Probenmaterial in einer 12.5 ml NUNC Dose, verglichen werden mit der Summe der über die Masseanteile gewichteten Magnetisierungen der Einzelfraktionen. An 27 Proben aus Thüringer Saale (BEYER, D. 2008) sowie Gessenbach, Badergraben, Lammsbach und Weißer Elster bei Gera (STENDEBACH, B. 2009) lässt sich das Verhältnis von Magnetisierbarkeit der Gesamtprobe zu aus Fraktionen berechneter Magnetisierbarkeit im Mittel als 0.97 ± 0.21 angeben, d.h. in den meisten Proben kann man Verlust oder Addition von Magnetomineralen durch Siebung weitgehend ausschließen. In Proben, wo stärkere Abweichungen dieses Verhältnisses von minimal 0.57 bzw. 1.56 auftreten, kann dies durch z.T. sehr geringe Probenmengen einiger Fraktionen und damit größere Ungenauigkeiten erklärt werden.

Beim Füllen von Ton- und Siltfraktionen aus Abdampfschalen in 12.5 ml NUNC-Dosen, s.u., wurde zum Verdichten anfangs ein Kunststoff-Spatel eingesetzt, bei dem sich jedoch geringer Abrieb zeigte. Daraufhin wurde ein glasierter Keramik-Spatel verwendet. Da die Feinfraktion meist relativ stark verfestigt war, ist die Gefahr von Fraktionierungen beim Umfüllen in andere Probenbehälter irrelevant. Beim Transport von sandigen Proben besteht dagegen die Möglichkeit einer Entmischung von Schwermineralen, die absinken, bzw. größeren Körnern, die aufsteigen könnten. Bei Umfüllen gesiebter Fraktionen von einer 50, 100, 200 oder 500 ml Kautex Flaschen in 12.5 ml NUNC Behälter erfolgt möglichst viel Schüttung unter einfachem Neigen der Kautex Flasche, unter Vermeidung von Schütteln oder stärkeren Erschütterungen. Auf die Verwendung eines metallenen Probenteilers zum schrittweisen

Aufteilen der Probe wurde zunächst verzichtet. Die Kautex Flaschen wurden visuell auf eventuelle Entmischung dunkler Minerale untersucht. Diese wurde jedoch nur selten beobachtet.

Zur Überprüfung, ob sich nicht sichtbare Entmischungen auf die Repräsentativität der Unterproben auswirken, wurde für eine Probe aus dem Mittellauf der Saale {FM_Saale2003-5}, mit mittelhoher magnetischer Suszeptibilität, das gesamte Probenmaterial der Fraktionen <63 {1}, 63-125 {2}, 125-250 {8}, 250-500 {12} μm in 12.5 ml Nunc Dosen umgefüllt, mit Kennzeichnung der Reihung der Befüllung. Die Probenanzahl ist in {} angegeben. Die Bestimmung der masse-spezif. magnetischen Suszeptibilität ergab für die Fraktion 63-125 μm keine signifikanten Abweichungen der Einzelproben, für die Fraktion 125-250 μm Abweichungen bis 14 % und für die Fraktion 250-500 μm bis 35 % vom Mittelwert. Die anfangs abgefüllten Dosen wiesen mittelhohe, die mittleren niedrigere und die zuletzt abgefüllten Dosen die höchsten Werte auf. Es sind damit nichtsichtbare Entmischungen nachweisbar. Betrachtet man nur die Abweichungen der zuerst abgefüllten Dosen vom Mittelwert, so liegen diese mit 5 % für die Fraktion 125-250 μm bzw. 2 % für die Fraktion 250-500 μm recht nah am Mittelwert. Dennoch sollten bei Messungen der magnetischen Suszeptibilität der Sandfraktionen entweder Probenteiler verwendet oder Mehrfachbestimmungen durchgeführt werden.

[Zurück zur Übersicht](#)

1.3.3. Magnetische Suszeptibilität

Für die Messungen der massenspezifischen Suszeptibilität der Gesamt- oder einer Teilfraktion der Proben steht am Institut für Geowissenschaften ein BARTINGTON MS2 Suszeptibilitätsmessgerät {<http://www.bartington.com/>} mit Sensor B zur Verfügung (DEARING, J. 1994). Darin können irregulär geformte oder gesägte Festgesteinsproben bis zu einem Durchmesser von max. 2.5 cm und einer Höhe von max. 3 cm ohne Probengefäß oder Lockergesteinsproben in einer NUNC-Dose aus Polystyrol mit Kunststoffdeckel {<http://www.nuncbrand.com/us/Default.aspx>} von 12.5 ccm Größe {Eigenbestimmung 13.6 ccm bei gut gefüllten Probendosen mit leicht gewölbtem Deckel} gemessen werden. Die Messung erfolgt bei einer Frequenz von 460 Hz, wobei vor und nach jeder Probenmessung eine Luftmessung zur Korrektur der Gerätedrift stattfindet, nur Messungen mit einer Differenz der Luftmessung vorher zu nachher von $\leq 0.3 * 10^{-6}$ {cgs} verwendet und jede Probemessung einmal wiederholt wird. Bei driftkorrigierten Rohwerten $< 20 * 10^{-6}$ {cgs} erfolgen insgesamt 4 Probenmessungen, um Messfehler durch Gerätedrift zu verringern.



Links die 12.5 ml NUNC Dosen mit den zu messenden Proben, ganz vorne links Standards mit Salz, Quarz, Wasser und die beiden BARTINGTON Standards, mittig der Sensor MS2B für Gesteinsproben, oben rechts das BARTINGTON MSS2B.

Im Institut für Geowissenschaften;
10.05.2005.

Abb. 1-2: Messung der magnetischen Suszeptibilität an diskreten Proben.

Zur Kalibration wurden pro Messtag mindestens einmal zwei Proben von BARTINGTON mit den Werten $57 \cdot 10^{-6}$ {cgs} entsprechend $716 \cdot 10^{-6}$ {SI} und $250 \cdot 10^{-6}$ {cgs} entspr. $3142 \cdot 10^{-6}$ {SI} verwendet, die Korrekturfaktoren lagen bei etwa 1.019, d.h. die Rohwerte sind etwa 2 % zu niedrig. Nach Vergleichsmessungen im Oktober 2012 mit einem weiteren Standard wurde die erstgenannte Kalibrierprobe nicht mehr verwendet und die Korrekturfaktoren liegen bei etwa 1.008.

Für die Korrektur des diamagnetischen Effektes der Probendosen wurden 18 Messungen an 4 bereits etikettierten und beschrifteten leeren Dosen durchgeführt. Der Mittelwert betrug $-0.26 \pm 0.04 \cdot 10^{-6}$ {cgs}, Max-Min Werte sind -0.2 bzw. $-0.4 \cdot 10^{-6}$ {cgs}. Um den Doseneffekt nicht überzubewerten wird ein empirisch bestimmter Faktor von $-0.2 \cdot 10^{-6}$ {cgs} entspr. $-2.5 \cdot 10^{-6}$ {SI} von den Rohwerten abgezogen. Für einige in Schnappdeckelgläsern gelagerte Kornfraktionsproben wird ein an 10 Gläsern bestimmter Faktor von $-0.3 \cdot 10^{-6}$ {cgs} entspr. $-3.8 \cdot 10^{-6}$ {SI} verwendet.

Das Probengewicht wird auf 10 g normiert und aus den drift- und Probenbehälter-korrigierten volumenbezogenen Werten die masse-spezifische magnetische Suszeptibilität in $10^{-9} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ berechnet. Da das exakte Probenvolumen meist unbestimmt ist {unterschiedliche Lagerungsdichte in Probendosen, Porosität in Festgesteinsproben, irreguläre Form, und da keine Korndichtemessungen erfolgten}, werden nur ausnahmsweise Werte volumenspezifischer magnetischer Suszeptibilitäten z.B. von Liefergesteinen berechnet.

Nur bei Proben, bei denen die volumenbezogenen Rohwerte $>40 \cdot 10^{-9}$ {cgs} liegen, erfolgt auch eine Messung mit einer Frequenz von 4600 Hz um insbesondere bei tonreichen Proben den Anteil superparamagnetischer Partikel über die Frequenzabhängigkeit der magnet. Suszeptibilität in % abzuschätzen (DEARING, J.A., DANN, R.J.L., HAY, K., LEES, J.A., LOVELAND, P.J., MAHER, B.A. & O'GRADY, K. 1996).

[Zurück zur Übersicht](#)

1.3.4. Geochemische Analytik

Einige Proben von der Gesamt- oder einer Teilfraktion werden für geochemische Analysen ausgewählt. Hierzu wird im Hydrogeochemischen Labor des Instituts für Geowissenschaften an 0.2 g getrocknetem und im Handmörser aus Achat homogenisiertem Material ein Totalaufschluß im PICOTRACE pressure digestion system DAS durchgeführt, dazu wird das Pulver mit konz. Perchlor- und Flußsäure bei 180° für 10 h gelöst, dann eingedampft und wieder gelöst in konz. Salpetersäure.

Die Elementanalyse erfolgt mit einem ICP-OES, Varian 725 ES {bis Oktober 2010: Spectroflame, Fa. SPECTRO} bzw. ICP-Massenspektrometer: X-Series II {Fa. THERMOFISHER SCIENTIFIC, Bremen, Deutschland} mit induktiv gekoppelter Plasma-Ionenquelle {bis Juli 2006 PQ-3S, Firma THERMO ELECTRON, Winsford, U.K.}, siehe <http://www.angeo.uni-jena.de/cms/index.php>. Als Standards werden MERCK ICP Multi-Element Std. IV and Titan ICP Std. sowie BERND KRAFT Multi-Element Std. verwendet.

[Zurück zur Übersicht](#)

1.3.5. Topographische Karten

Aufgeführt sind die in dieser Studie verwendeten Karten. Teilweise gibt es neuere Ausgaben.

Bundesrepublik Deutschland

Orohydrographische Karte: (BUNDESAMT_FÜR_KARTOGRAPHIE_UND_GEODÄSIE 2011), (BUNDESAMT_FÜR_KARTOGRAPHIE_UND_GEODÄSIE 2009)

Bundesländer der Bundesrepublik Deutschland

Bayern: (BAYERISCHES_LANDESVERMESSUNGSAMT 1998)

Baden-Württemberg: (LANDESVERMESSUNGSAMT_BADEN-WÜRTTEMBERG 1998)

Berlin: (LANDESVERMESSUNGSAMT_BRANDENBURG_BERLIN 1999)

Brandenburg: (LANDESVERMESSUNGSAMT_BRANDENBURG_BERLIN 1999)

Bremen:

(LANDESVERMESSUNG_UND_GEOBASISINFORMATION_NIEDERSACHSEN_KATASTER_UND_VERMESSUNG_BREMEN 1998)

Hamburg: (LANDESVERMESSUNGSAMT_SCHLESWIG-HOLSTEIN_HAMBURG 2001)

Hessen: (HESSISCHES_LANDESVERMESSUNGSAMT 1998)

Mecklenburg-Vorpommern: (LANDESVERMESSUNGSAMT_MECKLENBURG-VORPOMMERN 2000)

Niedersachsen:

(LANDESVERMESSUNG_UND_GEOBASISINFORMATION_NIEDERSACHSEN_KATASTER_UND_VERMESSUNG_BREMEN 1998)

Nordrhein-Westfalen: (LANDESVERMESSUNGSAMT_NORDRHEIN-WESTFALEN 1997)

Rheinland-Pfalz: (LANDESVERMESSUNGSAMT_RHEINLAND-PFALZ_LANDESVERMESSUNGSAMT_DES_SAARLANDES 1997);

(LANDESAMT_FÜR_VERMESSUNG_UND_GEOBASISINFORMATION_RHEINLAND-PFALZ 2001)

Saarland: (LANDESAMT_FÜR_KATASTER-_VERMESSUNGS-_UND_KARTENWESEN_SAARLAND 2010)

Sachsen-Anhalt: (LANDESAMT_FÜR_VERMESSUNG_UND_DATENVERARBEITUNG_SACHSEN-ANHALT 2001)

Sachsen: (STAATSBETRIEB_GEOBASISINFORMATION_UND_VERMESSUNG_SACHSEN 2008)

Schleswig-Holstein: (LANDESVERMESSUNGSAMT_SCHLESWIG-HOLSTEIN_HAMBURG 2001)

Thüringen: (LANDESAMT_FÜR_VERMESSUNG_UND_GEOINFORMATION_THÜRINGEN 2008)

[Zurück zur Übersicht](#)

1.3.6. Geologische Karten und Literatur

Zur Charakterisierung der Geologie der Einzugsgebiete, insbesondere der stratigraphischen Stellung und der Petrographie der potentiellen Liefergesteine, werden geologische Karten unterschiedlicher Maßstäbe verwendet. Dabei werden die Bezeichnungen für die einzelnen Einheiten an die Legende der geologischen Übersichtskarte von Deutschland bzw. Thüringen angelehnt. Von einigen Karten gibt es inzwischen neuere Ausgaben, im Folgenden sind die vom Bearbeiter verwendeten Ausgaben aufgeführt. Zu vielen der Karten gibt es geologische

Erläuterungen. In {} wird Literatur genannt, in der ein Bundesland oder eine größere Region beschrieben ist, z.T. mit petrologisch-geochemischem Schwerpunkt; auch hier gibt es z.T. neuere Ausgaben.

Bundesrepublik Deutschland und benachbarte Länder

(DUPHORN, K., VON GAERTNER, H.-R., GANNS, O., GRAHLE, H.O., REUM, H., ROHDE, P., BAUTZ, F., MUSOLD, W. & UNGER, H. 1971); (LAHNER, L. & TOLOCZYKI, M. 2004); (VOGES, A. & VINNEMANN, C. 1993); (VON SEIDLITZ, W. 1933); Blätter der Geologischen Übersichtskarte 1 : 200 000, online verfügbar unter www.bgr.bund.de; {(HENNIG, E. 1942); (HENNINGSEN, D. 1981); (LEPSIUS, R. 1903); (LEPSIUS, R. 1910); (LINDEMANN, B. 1914); (SEMMELE, A. 1972); (VON SEIDLITZ, W. 1933); (WALTHER, J. 1910)}

Bundesländer der Bundesrepublik Deutschland

Bayern: (BAUBERGER, W., BERGER, K., DOBEN, K., EMMERT, U., GANSS, O., GROTTENTHALER, W., HÄUßLER, H., HAUNSCHILD, H., VON HORSTIG, G., JERZ, H., MEYER, R., MIELKE, H., OTT, W.-D., SCHMIDT-KALER, H., SCHWARZMEIER, J., SCHWERD, K., STETTNER, G., STREIT, R., UNGER, H.J., WEINELT, W., HÜTTNER, R., WOLNICZAK, K. & MÄRTEL, A. 1981)

Baden-Württemberg: (BRUNNER, H., HÜTTNER, R. & SCHREINER, A. 1989); (KRANZ, W., SCHMIDT, A., WEPFER, E. & WEIDENBACH, F. 1962); {(GEYER, O.F. & GWINNER, M.P. 1964)}

Berlin:

Brandenburg:

Bremen:

Hamburg:

Hessen: (BRENNER, H. & MATHEIS, J. 1989)

Mecklenburg-Vorpommern: {(BÜLOW, K.v. 1952)}

Niedersachsen: (BRADEL, E., HINZE, C., LOOK, E.R. & FOMICZENKO 1988); (HINZE, C. & WALDECK, H. 1985); {(DEWERS, F., GRIPP, K. & OVERBECK, F. 1941)}

Nordrhein-Westfalen: (ANONYMUS 2004); {(GRABERT, H. 1998)}

Rheinland-Pfalz: (ATZBACH, O., SCHOTTLER, W. & LOHSE, K.G. 1979); (DITTRICH, D., FRANKE, W.R., GAD, J., HANEK, J., REQUADT, H., SCHÄFER, P., WEIDENFELLER, M., DIETZ, A., KRZYZABOWSKI, J. & CHELMOUNI, A. 2003); (NEGENDANK, J.F.W. 1982); (SICKENBERG, O. 1963); {(STEINGÖTTER, K. 2005)}

Saarland: (FIRTION, R. & ROST, F. 1964); (KONZAN, H.P., MÜLLER, E.M. & MIHM, A. 1981); {(SCHNEIDER, H. & JUNG, D. 1991)}

Sachsen-Anhalt: (KNOTH, W. & SPIEB, H. 1992); {(BACHMANN, G.H., EHLING, B.-C., EICHNER, R. & SCHWAB, M. 2008)}

Sachsen: (HOTH, K., EILERS, H., FRITZSCHE, H., WOLF, L., STEDING, D., SCHUBERT, G., ALEXOWSKY, W. & LEONHARDT, D. 1992a); (HOTH, K., EILERS, H., FRITZSCHE, H., ALEXOWSKY, W. & LEONHARDT, D. 1992b); {(KOSSMAT, F. 1925); (PIETZSCH, K. 1951)}

Schleswig-Holstein: {(DEGENS, E.T., HILLMER, G. & SPAETH, C. 1984); (GRIPP, K. 1964)}

Thüringen: (ANONYMUS o.a.); (SEIDEL, G., KÄSTNER, H., WIEFEL, H., HEUSE, T., HUCKRIEDE, H., KATZSCHMANN, L., WUCHER, K., SCHRÖDER, A., KÜMPEL, P., GÜNTHER, M. & HAGEMEISTER, H. 2002); (WEBER, H. 1955a); {(ANONYMUS 2010); (RIEDEL, G.-R. & FEILER, H. 1997); (SEIDEL, G. 1995); (SCHULZE, E.-D., KATZSCHMANN, L., VOIGT, T., BÖRNER, A., HUCKRIEDE, H., HEUSE, T., ROHRMÜLLER, J., SACHSE, D. & RADKE, J. 2006); (VON FREYBERG, B. 1937); (WEBER, H. 1955b); (WÖLKE, A. 2008)}

Regionen in Deutschland

Allgäuer Alpen: (GANSS, O. 1978); {(RICHTER, M. 1966)}

Alpenvorland: (UNGER, H.J., DOPPLER, G., JERZ, H. & HAMMERSCHMIDT, M. 1991);
 {(SCHIEMENZ, S. 1960)}

Altmühlfranken: (KÖNIG, W. 1996)

Eifel: (VAN DEN BOGAARD, P., SCHMINCKE, H.-U., GEBNER, J. & IPPACH, P. 1990); (BÜCHEL, G. 1984); (KNAPP, G. & HAGER, H. 1980); (SOLLE, G. 1976); (VAN DEN BOGAARD, P., SCHMINCKE, H.-U., GEBNER, J. & IPPACH, P. 1990); {(AHRENS, W. 1931); (BOGAARD, P. & SCHMINCKE, H.-U. 1984); (BÜCHEL, G. 1993); (BÜCHEL, G. & MERTES, H. 1982); (BÜCHEL, G. & PIRRUNG, B.M. 1993); (FRECHEN, J. 1976); (HOPMANN, P., FRECHEN, J. & KNETSCH, G. o.a.); (HUCKENHOLZ, H.-G. 1983); (MEYER, W. 1994); (NEGENDANK, J. 1983a); (NEGENDANK, J.F.W. 1988); (NEGENDANK, J.F.W., BRAUER, A. & ZOLITSCHKA, B. 1990); (SCHABER, K. & SIROCKO, F. 2005); (RICHTER, D. 1975); (WÖRNER, G., VIERECK, L., PLAUMANN, S., PUCHER, R., BOGAARD, P. & SCHMINCKE, H.-U. 1988)}

Ems-Weser-Elbe-Gebiet: {(HECKER, N. 1999); (KEMPER, E. 1968); (REINECK, H.-E. 1982); (STREIF, H. 1999)}

Erzgebirge: {(WETZEL, H.-U. & SELTMANN, R. 1988)}

Fränkische Alb: (FREUDENBERGER, W. & UNGER, H. 1994); {(BEURLIN, K., GALL, H. & SCHAIRER, G. 1981)}

Halle Vulkanit Komplex: {(SIEGERT, C. 1967)}

Hannover und Umgebung: (ANONYMUS 1979)

Harz, Harzvorland: (HINZE, C. 1983); (HINZE, C., JORDAN, H., KNOTH, W., KRIEBEL, U. & MARTIKLOS, G. 1998); (LOOK, E.R., JORDAN, H., KOLBE, H. & MEYER, K.-D. 1984); {(KNAPPE, H., ZERJADTKE, W., HANDTKE, K., SCHEFFLER, H. & v. GYNZ-REKOWSKI, G. 1977); (KRÜGER, F.J. 1993); (MOHR, K. 1992); (MOHR, K. 1993); (MORTEANI, G., MÖLLER, P. & HOEFS, J. 1986)}

Hessische Senke und Schiefergebirge um Marburg an der Lahn: (FLIEGEL, G., SCHOTTLER, W., DIEHL, O. & MENGE, H. 1935); (PREUSS, J., POMARIUS, H. & DAMTSHEUSER, A. 1990); {(FRANKE, W., MEISCHNER, D. & ONCKEN, O. 1996); (KOCKEL, C.W. 1958)}

Hunsrück: (KNEIDL, V. 1984); {(KUTSCHER, F. 1970)}

Kyffhäuser: (RABAN, M. 2006); {(BACHMANN, G.H., EHLING, B.-C., EICHNER, R. & SCHWAB, M. 2008); (NEUMANN, W. 1988); (SEIDEL, G. 1995)}

Lahn-Dill-Gebiet: (LIPPERT, H.J. 1958); {(FRANKE, W., MEISCHNER, D. & ONCKEN, O. 1996); (LIPPERT, H. 1953); (SCHÖNENBERG, R. 1954)}

Leipziger Bucht/Weißelsterbecken/Nordwestsachsen: (RADZINSKI, K.-H., KÄSTNER, H., SEIDEL, G., WIEFEL, H., BERGER, H.-J., BELLENBERG, S., FLEIG, S. & SENNHOLZ, M. 1999); {(DOLL, G., EISSMANN, L., JUNGE, F. & WOYZEK, U. 1992); (EISSMANN, L. 2002); (RASCHER, J., ESCHER, D., FISCHER, J., RASCHER, M., DARBINJAN, F., HOTH, N., VOLKMANN, N. & STANDKE, G. 2013); (RASCHER, J., ESCHER, D., FISCHER, J., RASCHER, M., DARBINJAN, F., HOTH, N., VOLKMANN, N. & STANDKE, G. 2013, RICHTER, H. 1964)}

Leinebergland und Leinetal: (JORDAN, H. 1979)

Mainzer Becken: (FRANKE, W.R., ANDERLE, H.J., BELLENBERG, S., SENNHOLZ, M. & VINNEMANN, C. 2001); {(ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. 1984)}

Mansfelder Revier: (RAPPSILBER, I., STEDINGK, K., KÖNIG, S., HECKNER, J. & THOMAE, M. 2008); {(STEDINGK, K., RENTZSCH, J., KNITZSCHKE, G., SCHENKE, G., HEINRICH, K. & SCHEFFLER, H. 2002)}

Meißner: (RÜPPEL, H. & APEL, J. 2001)

Münchberger Gneis Massif: (STETTNER, G., BERGER, K. & KOHL, F. 1960); (STETTNER, G., BADER, K., GUDDEN, H., KOHL, F. & REIBMANN, M. 1964); {(HAHN-WEINHEIMER, P. 1959); (SCHÜLLER, A. 1948); (STOSCH, H.-G. & LUGMAIR, G.W. 1990)}

Niederrheinische Bucht: {(MUSA, I. 1973); (REICHE, E. & HILDEN, H.D. 1981)}

Nordfriesische Inseln: {(KLATT, E. 2013)}

Nördlinger Ries: (SCHMIDT-KALER, H., MEHREN, M., GRASSMANN, E., TOLKSDORF, S., GEIB, E., REICHEL, R., FRANK, H. & SCHWERD, K. 2004); {(VON ENGELHARDT, W. 1974); (KAVASCH, J. 1976); (REICH, H. & HORRIX, W. 1955)}

Oberfranken: {(SCHRÖDER, B. 1965); (SPERBER, H., HOHENBERGER, E., MERKEL, H., PILZ, D.W., SCHALLER, C. & SÜBMANN, H. 1991); (RICHTER, A.E. 1985)}

Oberpfalz: {(SCHRÖDER, B. 1965); (STETTNER, G. 1992)}

Oberrhingraben: (GROSCHOPF, R., KEBLER, G., LEIBER, J., MAUS, H., OHMERT, W., SCHREINER, A., WIMMENAUER, W., ALBIEZ, G., HÜTTNER, R. & WENDT, O. 1981); {(RÜGER, L. 1928)}

Odenwald: {(RÜGER, L. 1928)}

Ostfriesische Inseln: {(REINECK, H.-E. 1994); (STREIF, H. 1975); (WALTER, J. 2001)}

Rhön: (MOTZKA-NÖRING, R. & ZITZMANN, A. 1988)

Saale-Unstrut Triasland: {(ELLENBERG, J. 2012); (GÖTZ, A. o.a.); (LANGBEIN, R. 1992b); (MÜLLER, A. & THOMAE, M. o.a.); (MÜLLER, A. & HENNIGER, M. 2010); (SEIDEL, G. 1993)}

Saarländisch-Lothringisches Steinkohlenrevier: (FIRTION, R. & ROST, F. 1964); (KONZAN, H.P., MÜLLER, E.M. & MIHM, A. 1981); {(SCHNEIDER, H. & JUNG, D. 1991)}

Saar-Nahe-Becken: (DREYER, G., STAPF, K.R.G., FALKE, H. & SCHNUR, M. 1983); {(BAMBAUER, U. 1970); (FALKE, H. & BANK, H. 1970); (JUNG, D. 1970); (SCHÖMER, R. 1970)}

Sächsische Schweiz: (LOBST, R., HOTH, K., EILERS, H. & STEINIG, K. 1993)

Siebengebirge: (ANONYMUS 1980a); (BURGHARDT, O. 1979b); {(BURGHARDT, O. 1979a); (FRECHEN, J. 1976)}

Siegerland: (FENCHEL, W. 1969a); (FENCHEL, W. 1969b); {(ROTH, H.J. 1993)}

Schwäbische Alb: (BEURLIN, K., GALL, H. & SCHAIRER, G. 1981, VOLLRATH, A., STRÖBEL, W., MÜLLER, S. & CARLÉ, W. 1959); {(BEURLIN, K., GALL, H. & SCHAIRER, G. 1981)}

Schwarzwald: (GROSCHOPF, R., KEBLER, G., LEIBER, J., MAUS, H., OHMERT, W., SCHREINER, A., WIMMENAUER, W., ALBIEZ, G., HÜTTNER, R. & WENDT, O. 1981); (SITTIG, E. 1968)

Spessart: (SCHWARZMEIER, J., WEINELT, W., SCHNEIDER, A. & RAAB, G. 1993); {(BACKHAUS, E. 1967)}

Stuttgart und Umgebung: (VOLLRATH, A., STRÖBEL, W., MÜLLER, S. & CARLÉ, W. 1959)

Süddeutsche Molasse: (UNGER, H.J., DOPPLER, G., JERZ, H. & HAMMERSCHMIDT, M. 1991)

Thüringer Becken: (RADZINSKI, K.-H., KÄSTNER, H., SEIDEL, G., WIEFEL, H., BERGER, H.-J., BELLENBERG, S., FLEIG, S. & SENNHOLZ, M. 1999); (SEIDEL, G., KÄSTNER, H., WIEFEL, H., HEUSE, T., HUCKRIEDE, H., KATZSCHMANN, L., WUCHER, K., SCHRÖDER, A., KÜMPEL, P., GÜNTHER, M. & HAGEMEISTER, H. 2002); {(BEUTLER, G., FRANZKE, H.J. & SCHÜLER, F. 1988); (PATZELT, G. 1994); (SEIDEL, G. 1992)}

Thüringer Wald: (ANDREAS, D. 1996); {(ANDREAS, D., CEBULLA, R., HOLZHEY, G., KUHN, G., MÄDLER, J., PUSTAL, I., SCHRAMM, H., SCHRÖDER, N., SEIDEL, G., WERNEBURG, R. & WUNDERLICH, J. 1998); (LÜTZNER, H. 1987); (LÜTZNER, H., BENEK, R., BANKWITZ, P. & BANKWITZ, E. 1988a); (ZEH, A., COSCA, M.A., BRÄTZ, H., OKRUSCH, M. & TICHOMIROVA, M. 2000)}

Thüringisch-Fränkisches Schiefergebirge: (RADZINSKI, K.-H., KÄSTNER, H., SEIDEL, G., WIEFEL, H., BERGER, H.-J., BELLENBERG, S., FLEIG, S. & SENNHOLZ, M. 1999); {(BANKWITZ, P. 1988); (ELLENBERG, J., FALK, F. & LÜTZNER, H. 1992); (LINNEMANN, U. & ROMER, R.L. 2002)}

Unterfranken: {(KÖNIG, W. 1996)}

Vogelsberg: (MOTZKA-NÖRING, R. & ZITZMANN, A. 1988)

Vogtland: {(FREYER, G. 1958)}

Westerwald: (BENDER, P., KONRAD, H.-J. & MITTMEYER, H.-G. 1989); {(ROTH, H.J. 1993)}

Benachbarte Länder

Bundesrepublik Österreich: (BECK-MANNAGETTA, P., GRILL, R., HOLZER, H., PREY, S. & EXNER, C. 1966); {(SCHÖNLAUB, H.P. & HOFMANN, P. 2007)}

Czechische Republik: (FUSÁN, O., KODYM, O., MATĚJKA, A. & CÍHELKA, M. 1993); (HOTH, K. & LORENZ, W. 1990)

Republik Niederlande: (VAN STAALDUINEN, C.J. & VAN VEEN, S.D. 1975)

Republik Frankreich: (ANONYMUS 1980b)

Schweizerische Eidgenossenschaft: (ANONYMUS 2005a); (ANONYMUS 2005b); {(HEIERLI, H. 1982)}

[Zurück zur Übersicht](#)

1.3.7 Literatur zu Lagerstätten

Zur Lokalisierung von Abbauen {Schächten, Gruben, Steinbrüchen} wurden Informationen aus topographischen Karten und aus geologischen Karten und deren Erläuterungen verwendet, s.o.. Außerdem wurden Informationen entnommen aus den nachfolgenden Publikationen. An dieser Stelle wird nur Literatur aufgeführt, die Bergbau in größeren Regionen, nicht in einem Einzelvorkommen, beschreibt.

Harzvorland: (BOTTKE, H., DENGLER, H., FINKENWIRTH, A., GRUSS, H., HOFFMANN, K., KOLBE, H., SIMON, P., THIENHAUS, R., FREITAG, K.-P., HOFMEISTER, E., KNEUPER, G., MEYER, W., NOWAK, H. & SCHÖNE-WARNEFELD 1969); (HOFMEISTER, E., SIMON, P. & STEIN, V. 1972)

Nordostbayern: (ANONYMUS Von Bergwerken, Hütten und Hämmern 2008); (DILL, H. 1985a)

Saarland: (ANONYMUS 2006); (SAARBERG 1987); (SLOTTA, D. 2011)

Sachsen: (ANONYMUS Neubewertung von Spat- und Erzvorkommen im Freistaat Sachsen - Steckbriefkatalog 2008); (LOBST, R. 2010)

Sachsen-Anhalt: (STEDINGK, K., RENTZSCH, J., KNITZSCHKE, G., SCHENKE, G., HEINRICH, K. & SCHEFFLER, H. 2002); (STEDINGK, K. 2008)

Sauerland: (THEIN, J. 1985)

Schwarzwald: (HENGLEIN, M. 1924)

Thüringen: (REH, H. & SCHRÖDER, N. 1974)

[Zurück zur Übersicht](#)

1.3.8 Literatur zur Geochemie von Liefergesteinen und Flusssedimenten

Liefergesteine:

Europa: (WEDEPOHL, K.H. 1995)

Bayern: (GEUß, U., HANGEN, E., MARTIN, W., SCHILLING, B. & SPÖRLEIN, P. 2011); (LINHARDT, E. & ZARBOK, P. 2005)

Sachsen: (KARDEL, K., RANK, G. & PÄLCHEN, W. 1996)

Flusssedimente:

Europa: (SALMINEN, R. 2005)

Bundesrepublik Deutschland: (BIRKE, M., RAUCH, U. & RENTZSCH, J. 1995); (FAUTH, H., HINDEL, R., SIEWERS, U. & ZINNER, J. 1985); (SIEWERS, U. & HERPIN, U. 1998); (WEINFURTER, K. & FLIEDNER, A. 2012)

Sachsen: (GREIF, A., PÄLCHEN, W., RANK, G. & WEIDENSÖRFER, H. 2004); (HEILMANN, H., ENGELHARDT-SOBE, A., KARDEL, K. & RANK, G. 2010a); (HEILMANN, H., ENGELHARDT-

SOBE, A., KARDEL, K. & RANK, G. 2010b); (HEILMANN, H., ENGELHARDT-SOBE, A., KARDEL, K. & RANK, G. 2010c)

Thüringen:

Elbe: (BRÜGMANN, L. 1995); (FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT-ELBE 2013); (GELLER, W., OCKENFELD, K., BÖHME, M. & KNÖCHEL, A. 2004); (PEPELNIK, R., NIEDERGESÄß, R., ERBSLÖH, B., AULINGER, A. & PRANGE, A. 2004); (ZACHMANN, D.W., VAN DER VEEN, A. & FRIESE, K. 2013)

Mulde: (ZERLING, L., MÜLLER, A., JENDRYSCHIK, K., HANISCH, C. & ARNOLD, A. 2001)

Saale: (BABOROWSKI, M. & BOZAU, E. 2006); (HANISCH, C., ZERLING, L., JUNGE, F.W. & CZEGKA, W. 2005); (MÜLLER, A., ZERLING, L. & HANISCH, C. 2003); (ZERLING, L., HANISCH, C., JUNGE, F.W. & MÜLLER, A. 2003)

[Zurück zur Übersicht](#)

1.3.9. Übersicht der Probenahmepunkte

Auf der folgenden Abb. 1-3 sind die bisher entnommenen und gemessenen Proben überwiegend rezenter fluviatiler Sedimente in Deutschland und Nachbargebieten dargestellt. Die höchsten Probenentnahmedichten liegen in den Bereichen Mittlere und Untere Saar, Harz und südwestliches und nordöstliches Harzvorland, Loquitz/Mittlere Thüringer Saale, Mittellauf der Fränkischen Saale, Oberlauf des Mains, Sächsische Schweiz sowie auf den Inseln Langeoog, Amrum und Halbinsel Darß. Proben aus dem Schweizer Engadin liegen zum größten Teil ausserhalb des gezeigten Bereichs.



Abb. 1-3: Lage der Probenpunkte, Stand August 2013. Rote Punkte stellen überwiegend sandige Sedimente bzw. Proben der Fraktion 63-2000 µm dar, blaue Punkte zeigen siltig-tonige Sedimente bzw. Proben der Fraktion <63 µm dar. © der Kartengrundlage: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, <http://www.bkg.bund.de>.

Die Daten zu den bearbeiteten Proben sind beim Bearbeiter auf Nachfrage verfügbar. Die Tabelle enthält Angaben zu: Geogr. Breite; geogr. Länge {beides in Dezimalgrad mit 4 Nachkommastellen bei weniger genauer, 6 Nachkommastellen bei guter Lokalisierbarkeit}; Höhe in m ü NN. bzw. außerhalb Deutschlands in m ü.M.; ggfs. Distanz zu einem Wehr stromauf in km; ggfs. Flusskilometer, soweit möglich über Kilometersteine erfasst, sonst über Googleearth vom Bearbeiter ermittelt; Name des Gewässers {Vorflut 1+x, z.B. Magdel}; weiterer Fließweg {Vorflut 1+x bis -7, z.B. Ilm, Saale, Elbe}; Probenbezeichnung {Event label, z.B. Magdel2011-1}; Land; Location {allg. zur Lage, z.B. E'Mellingen, NE' Heinrichsburg, unter Wegbrücke}; Probelokation {z.B. 1 m v. E-Rand Brücke, 10-15 cm v. re. Ufer, 5-10 cm Wassertiefe, 0-1 cm Sed. Tiefe}; Probenbeschreibung {z.B. Grobsand, siltig, schwach feinkiesig {Kies abgetrennt}}; Ablagerungsmilieu {z.B. fluviatil, lakustrin, litoral, Küstendüne, ästuarin}; Einzugsgebietsgesteine {z.B. mu-mo, ku-km, gpLo bedeutet – siehe Tabellenblatt Legende – unterer bis oberer Muschelkalk, unterer bis mittlerer Keuper, Löß} nach geologischen Detail- oder Übersichtskarten; anthropogener Einfluß, sofern er offensichtlich ist {z.B. Uferbefestigung, Kläranlage stromauf, BAB4 Damm unbewachsen stromauf}; Alter {z.B. rezent}; Datum {...}; Probennahme {durch ...}; hiernach folgen analytische Daten {z.B. Chi_If_total_psammitte = masse-spezif. magnet. Suszeptibilität der Gesamtfraktion einer sandigen Probe}.

Die Darstellung von Karten erfolgt mit ArcGIS.

[Zurück zur Übersicht](#)

1.4. Zitierte Literatur

- AHRENS, W. (1931): Altersfolge und Kennzeichnung der verschiedenen Trachyttuffe des Laacher-See-Gebietes. N. Jb. Min. Beilage Bd., 64 A: 517-548.
- ANONYMUS (2006): Denkmäler des Steinkohlenbergbaus im Saarland. 1. ed.; 1-60; Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr - Landesdenkmalamt, Saarbrücken.
- ANONYMUS (2008): Neubewertung von Spat- und Erzvorkommen im Freistaat Sachsen - Steckbriefkatalog. 1. ed.; www.smwa.sachsen.de/set/431/2008%2011%2001_Steckbriefkatalog.pdf; Sächs. Landes-A. Umwelt, Landw., Geologie, Freiberg.
- ANONYMUS (2008): Von Bergwerken, Hütten und Hämmern. 1. ed.; 1-56; Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie,
- BABOROWSKI, M. & BOZAU, E. (2006): Impact of former mining activities on the uranium distribution in the River Saale (Germany). Applied Geochemistry, 21: 1073-1082.
- BAMBAUER, U. (1970): Zur Petrographie der permischen Magmatite im Westteil der Nahemulde. Aufschluß, S.H. , 19: 67-76.
- BEURLEN, K., GALL, H. & SCHAIRER, G. (1981): Die Alb und ihre Fossilien - ein Wegweiser für den Liebhaber. 2. ed.; Kosmos Gesellschaft der Naturfreunde, Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- BEYER, D. (2008): Analyse von Korngrößenvariationen in Saalesedimenten im Raum Jena. Forschungspraktikum am Institut für Geowissenschaften der Universität Jena, 1-76.
- BIRKE, M., RAUCH, U. & RENTZSCH, J. (1995): Environmental results of a regional geochemical survey in Eastern Germany. Geologisches Jahrbuch D, 94: 1-35.
- BOGAARD, P. & SCHMINCKE, H.-U. (1984): The eruptive center of the Late Quaternary Laacher See Tephra. Geol. Rundsch., 73: 933-980.
- BOTTKE, H., DENGLER, H., FINKENWIRTH, A., GRUSS, H., HOFFMANN, K., KOLBE, H., SIMON, P., THIENHAUS, R., FREITAG, K.-P., HOFMEISTER, E., KNEUPER, G., MEYER, W., NOWAK, H. & SCHÖNE-WARNEFELD (1969): Sammelwerk Deutsche Eisenerzlagerrstätten - II. Eisenerze im

- Deckgebirge (Postvaristikum). 1. Die marin-sedimentären Eisenerze des Jura in Nordwestdeutschland. Geologisches Jahrbuch, Beihefte, 79: 1-391, 9 Tafeln.
- BRÜGMANN, L. (1995): Metals in sediments and suspended matter of the river Elbe. *The Science of the Total Environment*, 159: 53-65.
- BÜCHEL, G. (1993): Maars of the Westeifel. *Lecture Notes in Earth Sciences*, 49: 447-465.
- BÜCHEL, G. & MERTES, H. (1982): Die Eruptionszentren des Westeifeler Vulkanfeldes. *Neues Jahrbuch Geologie Paläontologie, Abh.*, 163: 1-22.
- BÜCHEL, G. & PIRRUNG, B.M. (1993): Tertiary maars of the Hocheifel Volcanic Field, Germany. *Lecture Notes in Earth Sciences*, 49: 447-465.
- BÜLOW, K.V. (1952): *Abriss der Geologie von Mecklenburg*. 1. ed.; 1-72, 11 Tafeln; Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin.
- BURGHARDT, O. (1979a): Siebengebirge - Landschaft im Wandel. ed.; HILDEN, H.D., 1-64, 1 Tafel; Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.
- BUSCH, D., FURTMANN, K., SCHNEIDERWIND, A., ZYUZINA, I., REUPERT, R. & SIELEX, K. (2007): Einfluss von Probenahme und Probenvorbereitung auf die Ergebnisse bei der Bestimmung ausgewählter prioritärer Stoffe nach der Wasserrahmenrichtlinie. *Texte Umweltbundesamt, Forschungsbericht 204 22 213, UBA-FB 000982*: 1-164.
- DEARING, J. (1994): Environmental magnetic susceptibility - using the Bartington MS2 system. 1. ed.; 1-104; Chi Publishing, Kenilworth, UK.
- DEARING, J.A., DANN, R.J.L., HAY, K., LEES, J.A., LOVELAND, P.J., MAHER, B.A. & O'GRADY, K. (1996): Frequency-dependant susceptibility measurements of environmental materials. *Geophysical Journal International*, 124: 228-240.
- DILL, H. (1985a): Die Vererzung am Westrand der Böhmisches Masse. *Geologisches Jahrbuch D*, 73: 1-461.
- DUFT, M. & TILLMANN, M. (2003): *Ökotoxikologische Sedimentkartierung der großen Flüsse Deutschlands*. 1. ed.; 1-226; Umweltbundesamt, Berlin.
- EINAX, J.W., TRUCKENBRODT, D. & KAMPE, O. (1998): River pollution data interpreted by means of chemometric methods. *Microchemical Journal*, 58: 315-324.
- EISSMANN, L. (2002): Tertiary geology of the Saale-Elbe region. *Quaternary Science Reviews*, 21: 1245-1274.
- ELLENBERG, J. (2012): *Geologie erleben - Saale-Holzland und Jena*. 1. ed.; 1-132; Jenzigverlag, Jena.
- FALKE, H. & BANK, H. (1970): Zur Geologie und Tektonik der südwestlichen Nahemulde. *Aufschluß, S.H.*, 19: 53-66.
- FAUTH, H., HINDEL, R., SIEWERS, U. & ZINNER, J. (1985): *Geochemischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland - Verteilung von Schwermetallen in Wässern und Bachsedimenten*. 1. ed.; ROHSTOFFE, B.F.G.U., 1-79; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT-ELBE (2013): *Wassergütedaten der Elbe 2010*. ed.; 1-215; Flussgebietsgemeinschaft Elbe, Magdeburg.
- FRANKE, W., MEISCHNER, D. & ONCKEN, O. (1996): Geologie eines passiven Plattenrandes: Devon und Unterkarbon im rechtsrheinischen Schiefergebirge. *Exkursionen der Geologischen Vereinigung*, 3: 1-74 + 49 S. Anh.
- FRECHEN, J. (1976): Siebengebirge am Rhein, Laacher Vulkangebiet, Maargebiet der Westeifel. *Sammlung geologischer Führer*, 56: 1-209.
- FREYER, G. (1958): *Geologie des Vogtlandes*. Museumsreihe (Plauen), 16: 1-45.

- GEUß, U., HANGEN, E., MARTIN, W., SCHILLING, B. & SPÖRLEIN, P. (2011): Hintergrundwerte von anorganischen und organischen Schadstoffen in Böden Bayerns. 1. ed.; 1-59, 1 Taf.; Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- GEYER, O.F. & GWINNER, M.P. (1964): Geologie von Baden-Württemberg. 1. ed.; 1-223; E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- GÖTZ, A. (o.a.): Buntsandstein und Muschelkalk im östlichen Thüringer Becken (Saale-Unstrut-Triasland, Sachsen-Anhalt). ed.; 1-13; Institut für geologische Wissenschaften, Martin-Luther-Universität Halle, Halle.
- GRABERT, H. (1998): Abriß der Geologie von Nordrhein-Westfalen. 1. ed.; 1-351; E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart.
- GREIF, A., PÄLCHEN, W., RANK, G. & WEIDENDÖRFER, H. (2004): Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen Teil 2: Spurenelementgehalte in Bachsedimenten. 1. ed.; 1-66; Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie,
- GRIPP, K. (1964): Erdgeschichte von Schleswig-Holstein. 1. ed.; 1-411, 57 Tafeln, 3 Anlagen; Schleswig-Holsteinische Unversitäts-Gesellschaft, Karl Wachholtz Verlag, Neumünster.
- HAHN-WEINHEIMER, P. (1959): Geochemische Untersuchungen an den ultrabasischen Gesteinen der Münchberger Gneismasse (Fichtelgebirge). Neues Jahrbuch Mineralogie Abh., 92: 203-278.
- HANISCH, C., ZERLING, L., JUNGE, F.W. & CZEGKA, W. (2005): Verlagerung, Verdünnung und Austrag von schwermetallbelasteten Flusssedimenten im Einzugsgebiet der Saale. Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch-naturwiss. Klasse, 64: 1-135.
- HEIERLI, H. (1982): Geologischer Wanderführer Schweiz, 2. Teil: Exkursionen. 1. ed.; 1-244; Ott Verlag, Thun.
- HENGLEIN, M. (1924): Erz- und Mineral-Lagerstätten des Schwarzwaldes. 1. ed.; 1-196; E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- HENNIG, E. (1942): Geologie Großdeutschlands. 1. ed.; 1-392; Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- HENNINGSSEN, D. (1981): Einführung in die Geologie der Bundesrepublik Deutschland. 2. ed.; 1-123, 20 Tafeln; Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- HILMER, E. (1985): Distribution of main and trace elements in the Meggen District, Rhenish Schiefergebirge. Geologisches Jahrbuch D, 70: 75-89.
- HOFMEISTER, E., SIMON, P. & STEIN, V. (1972): Blei und Zink im Trochitenkalk (Trias, Oberer Muschelkalk 1) Nordwest-Deutschlands. Geologisches Jahrbuch D, 1: 1-103.
- HOPMANN, P., FRECHEN, J. & KNETSCH, G. (o.a.): Die vulkanische Eifel. 2. ed.; 1-143, 1 Tafel; Wilhelm Stoffuss Verlag, Bonn.
- JUNG, D. (1970): Permische Vulkanite im SW-Teil des Saar-Nahe-Pfalz-Gebietes. Aufschluß, S.H. , 19: 185-201.
- KARDEL, K., RANK, G. & PÄLCHEN, W. (1996): Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen Teil 1: Spurenelementgehalte in Gesteinen. 1. ed.; Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie,
- KAVASCH, J. (1976): Mondkrater Ries - ein geologischer Führer. 1. ed.; 1-56; Verlag Ludwig Auer, Donauwörth.
- KEMPER, E. (1968): Geologischer Führer durch die Grafschaft Bentheim und die angrenzenden Gebiete. 3. ed.; 1-172; Heimatverein der Grafschaft Bentheim, Nordhorn.
- KLATT, E. (2013): Sylt - Geologie einer Nordseeinsel mit den schönsten geologischen Wanderungen. 2. ed.; 1-144; Wachholtz, Neumünster.
- KNAPPE, H., ZERJADTKE, W., HANDTKE, K., SCHEFFLER, H. & v. GYNZ-REKOWSKI, G. (1977): Eine Landschaft stellt sich vor - Der Harz. 1. ed.; 1-47; Harzmuseum Wernigerode, Wernigerode.

- KNEIDL, V. (1984): Hunsrück und Nahe - Geologie, Mineralogie und Paläontologie. Ein Wegweiser für den Liebhaber. 1. ed.; 1-128; Gondrom Verlag, Bindlach.
- KOCKEL, C.W. (1958): Schiefergebirge und Hessische Senke um Marburg/Lahn. Sammlung geologischer Führer, 37: 1-248.
- KÖNIG, W. (1996): Die Geologie Altmühlfrankens. 2. ed.; 1-94; W. E. Keller, Treuchtlingen.
- KOSSMAT, F. (1925): Übersicht der Geologie von Sachsen - Erläuterung zu den vom Sächs. Geologischen Landesamt veröffentlichten Übersichtskarten. 2. ed.; Finanzministerium, Leipzig.
- KRÜGER, F.J. (1993): Geologie Paläontologie: Niedersachsen zwischen Harz und Heide. Vom Mittelgebirge bis in die Norddeutsche Tiefebene. 1. ed.; 1-243; Gondrom Verlag, Bindlach.
- KUTSCHER, F. (1970): Das Devon des Hunsrücks. Aufschluß, S.H. , 19: 77-86.
- LAWA-ARBEITSKREIS-"QUALITATIVE_HYDROLOGIE_FLIEßGEWÄSSER" (1997): Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland - 1. Empfehlungen für die regelmäßige Untersuchung der Beschaffenheit der Fließgewässer in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland. - 2. LAWA-Untersuchungsprogramm in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland. 1. ed.; 1-43; Länderarbeitsgemeinschaft Wasser,
- LEPSIUS, R. (1903): Geologie von Deutschland und den angrenzenden Gebieten; Erster Teil: Das westliche und südliche Deutschland. 1. ed.; 1-246; Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- LEPSIUS, R. (1910): Geologie von Deutschland und den angrenzenden Gebieten; Zweiter Teil: Das nördliche und östliche Deutschland. 1. ed.; 247-548; Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- LINDEMANN, B. (1914): Die Erde - eine allgemeinverständliche Geologie. Band II: Geologie der deutschen Landschaften. 1. ed.; 1-368, 14 Taf.; Kosmos Franck'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- LINHARDT, E. & ZARBOK, P. (2005): Geochemischer Atlas natürlicher Haupt-, Neben- und Spurenelemente der Gesteine Bayerns. 1. ed.; 1-188; Bayerisches Landesamt für Umwelt, München.
- LINNEMANN, U. & ROMER, R.L. (2002): The Cadomian Orogeny in Saxo-Thuringia, Germany: geochemical and Nd-Sr-Pb isotopic characterization of marginal basins with constraints to geotectonic setting and provenance. *Tectonophysics*, 352: 33-64.
- LIPPERT, H. (1953): Das Roteisenstein-Grenzlager von der Wende Mittel-Oberdevon in der Dill-Mulde. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 104: 260-276.
- LOBST, R. (2010): Sachsens Bodenschätze - Vorkommen und Verwendung. 1. ed.; 1-29; Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- MEYER, W. (1994): Geologie der Eifel. 3. ed.; 1-618, 2 Tafeln; Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller), Stuttgart.
- MOHR, K. (1992): 400 Millionen Jahre Harzgeschichte - die Geologie des Westharzes. 10. ed.; 1-93; Piepersche Druckerei und Verlag, Clausthal-Zellerfeld.
- MOHR, K. (1993): Geologie und Minerallagerstätten des Harzes. 2. ed.; 1-496; E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller), Stuttgart.
- MÖLLER, S. & EINAX, J.W. (2013): Metals in sediments - spatial investigation of Saale River applying chemometric tools. *Microchemical Journal*, 110: 233-238.
- MORTEANI, G., MÖLLER, P. & HOEFS, J. (1986): Rare-Earth Element and oxygen isotope studies of altered Variscan granites: The western Harz (Germany) and southern Sardinia (Italy). *Chemical Geology*, 54: 53-68.
- MÜLLER, A. & HENNIGER, M. (2010): Geologische Streifzüge im Unstruttal zwischen Roßleben und Naumburg/Saale. 1. ed.; 1-29; Burgenlandkreis, Geopark Triasland, Nebra.

- MÜLLER, A. & THOMAE, M. (o.a.): Das Saale-Unstrut-Triasland - eine geologische Schatzkammer in der Mitte Deutschlands. 1. ed.; 1-28; Naturpark "Saale-Unstrut-Triasland" e.V., Nebra.
- MÜLLER, A., ZERLING, L. & HANISCH, C. (2003): Geogene Schwermetallgehalte in Auensedimenten und -böden des Einzugsgebietes der Saale. Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch-naturwiss. Klasse, 59: 1-122.
- MUSA, I. (1973): Rhein- und Eifelschüttungen im Süden der Niederrheinischen Bucht. Sonderveröffentlichung des Geologischen Instituts der Universität Köln, 23: 1-151, 2 Tafeln.
- NEGENDANK, J. (1983a): Trier und Umgebung. Sammlung geologischer Führer, 60: 1-195.
- NEGENDANK, J.F.W., BRAUER, A. & ZOLITSCHKA, B. (1990): Die Eifelmaare als erdgeschichtliche Fallen und Quellen zur Rekonstruktion des Paleoenviroments. Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen, 19: 235-262.
- NEY, P. (1986): Gesteinsaufbereitung im Labor. 1. ed.; 1-157; Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- NOWAK, H. & PREUL, F. (1971): Untersuchungen über Blei- und Zinkgehalte in Gewässern des Westharzes. Geologisches Jahrbuch, Beihefte, 105: 1-68, 9 Tafeln.
- PATZELT, G. (1994): Streifzüge durch die Erdgeschichte Nordwest-Thüringens. 1. ed.; 1-96; Justus Perthes Verlag, Gotha.
- PIETZSCH, K. (1951): Abriss der Geologie von Sachsen. 1. ed.; Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin.
- RASCHER, J., ESCHER, D., FISCHER, J., RASCHER, M., DARBINJAN, F., HOTH, N., VOLKMANN, N. & STANDKE, G. (2013): Lithofazielle Modellierung tertiärer Faziesseinheiten und geochemischer Faktoren in Bergbaufolgelandschaften (Südraum Leipzig). Schriftenreihe des LfULG, 18: 1-152.
- REICH, H. & HORRIX, W. (1955): Geophysikalische Untersuchungen im Ries und Vorries und deren geologische Deutung. Beihefte zum geologischen Jahrbuch, 19: 1-119.
- REICHE, E. & HILDEN, H.D. (1981): Geologie und Lagerstätten erkundung im Rheinischen Braunkohlenrevier. Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 29: 1-575.
- REINECK, H.-E. (1994): Landschaftsgeschichte und Geologie Ostfrieslands. 1. ed.; 1-182; Verlag Sven von Loga, Köln.
- RICHTER, A.E. (1985): Geologie und Paläontologie: Das Mesozoikum der Frankenalb - vom Ries bis ins Coburger Land. ed.; 1-224; Kosmos Gesellschaft der Naturfreunde & Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- RICHTER, D. (1975): Geologischer Führer Aachen und Umgebung Nordeifel und Nordardennen mit Vorland. Sammlung geologischer Führer, 85: 1-208.
- RICHTER, H. (1964): Der Boden des Leipziger Landes. Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Deutschen Instituts für Länderkunde, N.F. 21/22: 19-64, 1 Tafel.
- RICHTER, M. (1966): Allgäuer Alpen. Sammlung geologischer Führer, 45: 1-191.
- RIEDEL, G.-R. & FEILER, H. (1997): Erdwunden - Einblicke in die Erdgeschichte Thüringens. 1. ed.; 1-99; Verein der Freunde und Förderer des Naturkundemuseums Erfurt e.V., Erfurt.
- ROTH, H.J. (1993): Siegerland, Westerwald, Lahn und Taunus - Geologie, Mineralogie und Paläontologie - mit Exkursionen. ed.; 1-176; Gondrom, Bindlach.
- ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. Sammlung geologischer Führer, 79: 1-203.
- RÜGER, L. (1928): Geologischer Führer durch Heidelbergs Umgebung (Odenwald - Bauland - Kraichgau - Rheinebene). 1. ed.; 1-351; Carl Winters Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.
- SALMINEN, R. (2005): Geochemical Atlas of Europe - Part 1: Background information, methodology and maps. ed.; Association of the Geological Surveys of The European Union (EuroGeoSurveys)/ the Geological Survey of Finland, Helsinki.

- SCHABER, K. & SIROCKO, F. (2005): Lithologie und Stratigraphie der spätpleistozänen Trockenmaare der Eifel. *Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen*, 33: 295-340.
- SCHÄFER, A. (2005): *Klastische Sedimente - Fazies und Sequenzstratigraphie*. 1. ed.; 1-414; Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- SCHIEMENZ, S. (1960): Fazies und Paläogeographie der Subalpinen Molasse zwischen Bodensee und Isar. *Geologisches Jahrbuch, Beihefte*, 38: 1-119, 6 Taf.
- SCHNEIDER, H. & JUNG, D. (1991): Saarland. *Sammlung geologischer Führer*, 84: 1-271.
- SCHÖMER, R. (1970): Geologie des Saarlandes. *Aufschluß, S.H.*, 19: 173-184.
- SCHÖNENBERG, R. (1954): Zur Geologie des Devon-Kulm-Gebietes bei Buchenau/Lahn. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 105: 1-19.
- SCHÖNLAUB, H.P. & HOFMANN, P. (2007): *Geo-Atlas Österreich - die Vielfalt des geologischen Untergrundes*. 1. ed.; 1-111; Böhlau, Wien, Köln, Weimar.
- SCHRÖDER, B. (1965): Tektonik und Vulkanismus im oberpfälzer Bruchschollenland und fränkischen Grabfeld. *Erlanger geologische Abhandlungen*, 60: 1-90.
- SCHÜLLER, A. (1948): Petrogenetische Studien zum Granulitproblem an Gesteinen der Münchberger Gneismasse. *Heidelberger Beiträge zur Mineralogie und Petrologie*, 1: 269-340.
- SCHULZE, E.-D., KATZSCHMANN, L., VOIGT, T., BÖRNER, A., HUCKRIEDE, H., HEUSE, T., ROHRMÜLLER, J., SACHSE, D. & RADKE, J. (2006): Die Geologie der Baugesteine Thüringens - Der Steinfußboden am MPI für Biogeochemie Jena. ed.; 1-184; Weissdorn Verlag, Jena.
- SCHULZE, T., RICKING, M., WINKLER, A. & PEKDEGER, A. (2005a): Richtlinie zur Probenahme und Probenbearbeitung Schwebstoff (Entwurf). 1. ed.; 1-11, 6 S. Anh.; Umweltbundesamt,
- SEIDEL, G. (1993): *Geologie von Jena*. 1. ed.; 1-68; Thüringischer Geologischer Verein, Jena.
- SEIDEL, G. (1992): Thüringer Becken. *Sammlung geologischer Führer*, 85: 1-204.
- SEMMEL, A. (1972): Geomorphologie der Bundesrepublik Deutschland. *Geographische Zeitschrift Beihefte*, 30: 1-149.
- SIEGERT, C. (1967): On the petrochemistry of volcanic rocks of the Permo-Carboniferous Halle Complex. *Geologie*, 16: 1122-1135.
- SIEWERS, U. & HERPIN, U. (1998): Schwermetalleinträge in Deutschland - Moos-Monitoring 1995/96. *Geologisches Jahrbuch Sonderhefte*, 2: 1-199.
- SLOTTA, D. (2011): Das Steinkohlerevier an der Saar - eine Zeitreise durch mehr als 250 Jahre Industrie- und Landesgeschichte. 1. ed.; POHMER, K. and WEINMANN, A., 1-35; RAG Aktiengesellschaft Kommunikation Saar, Saarbrücken.
- SPERBER, H., HOHENBERGER, E., MERKEL, H., PILZ, D.W., SCHALLER, C. & SÜßMANN, H. (1991): Geologisch-botanische Streifzüge durch Nordostbayern. 1. ed.; 1-310; Oberfränkische Verlagsanstalt und Druckerei, Hof.
- STEDINGK, K., RENTZSCH, J., KNITZSCHKE, G., SCHENKE, G., HEINRICH, K. & SCHEFFLER, H. (2002): Potenziale der Erze und Spate in Sachsen-Anhalt. *Mitt. Geol. Sachsen-Anhalt, Beih.*, 5: 75-131.
- STENDEBACH, B. (2009): Schwermetallbelastung rezenter Bachsedimente im Gessenbach bei Ronneburg. B.Sc. Arbeit im Studiengang Biogeowissenschaften an der Chemisch-Geowissenschaftlichen Fakultät der Universität Jena, 1-43 + 19 Anh.
- STETTNER, G. (1992): Geologie im Umfeld der Kontinentalen Tiefbohrung Oberpfalz. 1. ed.; 1-240; Bayerisches Geologisches Landesamt, München.
- STOSCH, H.-G. & LUGMAIR, G.W. (1990): Geochemistry and evolution of MORB-type eclogites from the Münchberg Massif, southern Germany. *Earth and Planetary Science Letters*, 99: 230-249.

- STOW, D.A.V. (2008): Sedimentgesteine im Gelände - ein illustrierter Leitfaden. 1. ed.; 1-320; Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- STREIF, H. (1975): Versuch einer Bilanzierung der Sedimentation im Küstenholozän Ostfrieslands. Geologisches Jahrbuch A, 28: 1-60.
- THEIN, J. (1985): Geochemistry and origin of the stratiform sulfide deposit of Meggen (Middle Devonian, Rheinisches Schiefergebirge). Geologisches Jahrbuch D, 70: 37-51.
- TUCKER, M.E. (1985): Einführung in die Sedimentpetrographie. 1. ed.; 1-265; Enke Verlag, Stuttgart.
- VINX, R. (2005): Gesteinsbestimmung im Gelände. 1. ed.; 1-439; Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- VON ENGELHARDT, W. (1974): Excursion B 4: Ries meteorite crater, Germany. Fortschritte der Mineralogie, Beiheft 52: 103-122.
- VON FREYBERG, B. (1937): Thüringen - Geologische Geschichte und Landschaftsbild. Schriften des Deutschen Naturkundevereins, N.F., 5: 1-160.
- VON SEIDLITZ, W. (1933): Grundzüge der Geologie von Deutschland. 1. ed.; 1-150; Verlag von Gustav Fischer, Jena.
- WALTHER, J. (1910): Lehrbuch der Geologie von Deutschland - Eine Einführung in die erklärende Landschaftskunde für Lehrende und Lernende. 1. ed.; 1-358; Verlag von Quelle und Meyer, Leipzig.
- WEBER, H. (1955b): Einführung in die Geologie Thüringens. 1. ed.; 1-201, 42 S. Bildanhang, 3 Taf.; VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.
- WEDEPOHL, K.H. (1995): The composition of the continental crust. Geochimica et Cosmochimica Acta, 59: 1217-1232.
- WEINFURTER, K. & FLIEDNER, A. (2012): Umweltprobenbank des Bundes - Auswertung der Analysen von Schwebstoffproben aus den Jahren 2005 bis 2009. ed.; Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie,
- WÖLKE, A. (2008): Exkursionsführer - Einführung in die Geologie Thüringens: Ein Querschnitt. 1. ed.; Grin Verlag, München.
- WÖRNER, G., VIREECK, L., PLAUMANN, S., PUCHER, R., BOGAARD, P. & SCHMINCKE, H.-U. (1988): The Quaternary Wehr volcano: a multiphase center in the East Eifel Volcanic Field (FRG). Neues Jahrbuch Mineralogie, Abh., 159: 73-99.
- ZACHMANN, D.W., VAN DER VEEN, A. & FRIESE, K. (2013): Floodplain lakes as an archive for the metal pollution in the River Elbe (Germany) during the 20th century. Applied Geochemistry, 35: 14-27.
- ZEH, A., COSCA, M.A., BRÄTZ, H., OKRUSCH, M. & TICHOMIROWA, M. (2000): Simultaneous horst-basin formation and magmatism during Late Variscan transtension: evidence from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ geochronology in the Ruhla Crystalline Complex. International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau), 89: 52-71.
- ZERLING, L., HANISCH, C., JUNGE, F.W. & MÜLLER, A. (2003): Heavy metals in Saale sediments - changes in the contamination since 1991. Acta hydrochim. hydrobiol., 31: 368-377.
- ZERLING, L., MÜLLER, A., JENDRYSCHIK, K., HANISCH, C. & ARNOLD, A. (2001): Der Bitterfelder Muldestausee als Schadstoffsenke. Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch-naturwiss. Klasse, 59: 1-69.