

Tephrochronologie

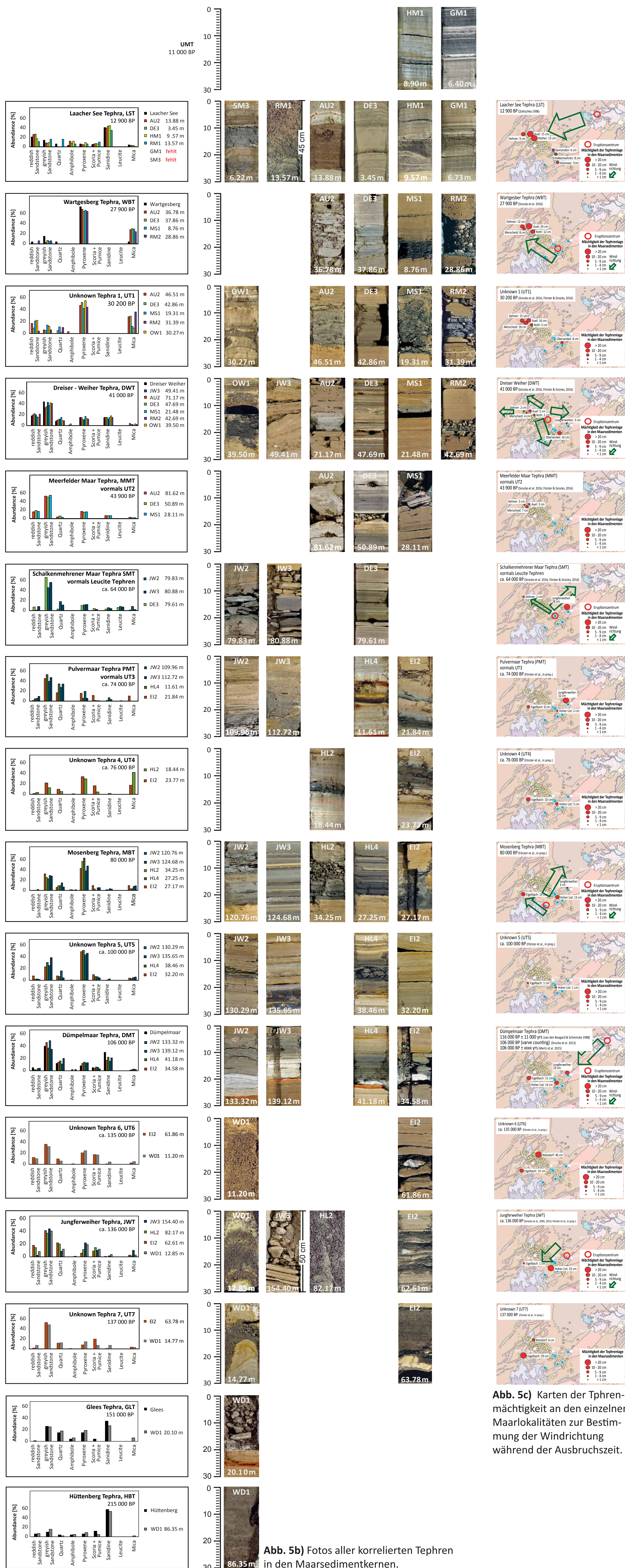


Abb. 5a) Histogramme der Siebfractionsanteile

Abb. 5b) Fotos aller korrelierten Tephren in den Maarsedimentkernen.

Abb. 5c) Karten der Tephrenmächtigkeit an den einzelnen Maarlokalitäten zur Bestimmung der Windrichtung während der Ausbruchzeit.

Die geologische Karte von Rheinland-Pfalz zeigt im Vulkanfeld der Westeifel über 250 vulkanische Strukturen. Die meisten davon sind Schlackenkegel, die aus einem Wechsel von dunklen basigen und garrischen Schlacken mit Lagen von feinkörnigen grauen Aschen und eingeschalteten Basaltströmen („strombolianischer“ Eruptionstyp) bestehen. Da einige dieser Basaltströme in der Westeifel Einschlüsse von Sandin und Leucit d.h. kalkhaltige Minerale enthalten, welche radioaktives Argon produzieren, konnten diese mit der Ar/Ar Methode datiert werden. Die allermeisten Schlackenkegel der Westeifel sind allerdings undatiert, werden aber zeitlich in das Quartär eingestuft.

68 der Vulkanstrukturen sind Maare, d.h. tiefe Aussprenglöcher mit einem randlichen Wall des Auswurfs, der aus Bruchstücken des Umgebungsgesteins besteht (Abb. 1). In der Siebfraction der Tephren aus den Maarsedimenten findet man vor allem graue und rote Sandsteinbruchstücke (Abb. 2). Steigen diese Nebengesteinsanteile über 25 %, so werden sie zum deutlichen Abgrenzungsmerkmal von Maartephren gegen Tephren strombolianischer Schlackenkegel. Denn diese enthalten nur wenig Nebengestein, und bestehen zu mehr als 40 % aus Magmen, die ihnen in vielen Fällen eine tief schwarze Farbe verleihen. Die tiefen Aussprengtrichter der Maare entstehen, wenn eine heiße, aber gasarme Schmelze beim Aufstieg in ca. 100 m Tiefe auf Grundwasser trifft und dieses in den Gesteinsporen- und Klüften über den Siedepunkt erhitzt. Der Druck des Wasserdampfes sprengt dann das überdeckende Gestein weg („phreatomagmatischer“ Eruptionstyp). Daher sind Phreatomagmatische Tephren durch hohe Anteile von Nebengestein insbesondere in der Basislage charakterisiert. Das typische Nebengestein besteht in der Eifel aus grauen Sandsteinen, nördlich von Gerolstein aber auch aus rotem Buntsandstein (Abb. 1). Die grundsätzliche Rot- und Graufärbung eines Tuffwals und damit der Anteil der roten und grauen Sandfragmente in den Siebproben ist daher ein wichtiger Teil der Tephrencharakterisierung, sowohl für die Herkunft als auch für den Eruptionstyp.

Das wichtigste Merkmal zur Charakterisierung einer Tephra ist die mineralisch petrographische Zusammensetzung (Lenaz et al. 2010) und die sich daraus ergebende Geochemie des vulkanischen Glases. Sirocko et al. 2013 zeigen die Geochemie-Daten von vulkanischem Glas in Seesedimentproben und vergleichen die SiO₂/Ca/Na Anteile mit Werten aus den wichtigsten (Ar/Ar datierten) Leittephren aus der Ost-Eifel (Abb. 3). Danach lassen sich Lagen der Laacher See Tephra (LST), Dümpelmaartephra (DMT), Gieses Tephra (GIT) und Hüttenberg Tephra (HBT) eindeutig in den Seesedimenten geochemisch nachweisen (Abb. 3a). Z.B. verringert sich die Mächtigkeit der DMT kontinuierlich mit Entfernung vom Ausbruchszentrum in der Ostefifel, die Farbzonierung bleibt allerdings weitestgehend erhalten (Abb. 3b/Lenaz 2010). Die Windrichtung während der Ausbruchphase lässt sich besonders gut bei den Vulkaneruptionen in der Ostefifel bestimmen, da dort extrem gasreiche und damit explosive Magmen an die Oberfläche gelangten und großen Vulkanaschbrüche von Typ „plinianischer Eruptionen“ verursachten; am besten ist der Ausbruch des Laacher Sees mit hohen Anteilen von Sandin und hellgrauen schaumigen Bimspartikeln. Die hellgraue Laacher See Tephra (LST) mit einem Alter von 12 900 Jahren findet sich in sehr vielen Maarsedimentkernen - und ist damit die wichtigste Markerlage für die Tephrochronologie. Genauso wie die Laacher See Tephra ist jede Eruption durch spezifische Minerale gekennzeichnet, welche die verschiedenen Tephren petrographisch eindeutig charakterisieren und deren geochemische Zusammensetzung bestimmen (Abb. 3b). Im Rahmen des ELSA-Projektes konnten für den letzten Glazialzyklus 12 Tephren charakterisiert werden, die zwischen den einzelnen Bohrkernen korreliert werden können (Abb. 5). Teilweise ist auch eine Korrelation zwischen den Ausbruchstrukturen möglich. Für eine schnelle, einfache und kostengünstige Charakterisierung dieser 12 Maartephren entwickelten Förster & Sirocko (2016) eine neue Methode: Die Tephralage wird gesiebt und die Sandfraction von 0,063 - 2,0 mm abgetrennt. Unter einem Binokular werden 30 Körner ausgezählt und in 10 verschiedene Mineral- und Gesteinsbruchstück-Klassen unterteilt (Abb. 2): Hohe Anteile an Gesteinsbruchstücken kennzeichnen die phreatomagmatischen Maareruptionen, Pyroxene die strombolianischen Schlackenkegel. Hohe Anteile von Sandin sind typisch für plinianische Tephren wie z.B. die Tephren des Laacher Sees, Dümpelmaartephra, Gieses und Hüttenbergtephra, welche alle schon durch ihre helle Farbe schnell erkannt werden können. Allerdings werden einige Sandinmineralkörner auch bei normalen Maareruptionen mit an die Oberfläche gerissen, nämlich wenn das aufsteigende Magma „alte“ Sandine aus einer tiefen „alten“ Magmenkammer mit an die Oberfläche transportiert. Diese so genannten Xenolithe können im Fall der Dreier Wehler Tephra (DWT) fast 20 % erreichen. Damit ist die DWT eine sehr charakteristische Leittephra mit einem Alter von 43 000 Jahren. Das Alter der DWT ergibt sich allerdings nicht aus einer Tephren-Datierung, sondern durch eine Korrelation zum Aueler Trockenmaar (Sirocko et al. 2016). Die Methode dieser Altersbestimmung ist hier im Kapitel „Datierungen“ beschrieben. Hieraus ergibt sich, dass die meisten Alter der ELSA Tephra Lagen aus den Seesedimenten stammen, welche sich über die letzten 60 000 Jahre auch zu den grünlich-schwarzen Eiskernen parallelisieren lassen (Förster & Sirocko, 2016). Für die Tephren aus der Ostefifel wurden zusätzlich die Alter aus der Datierung von van den Bogaard et al. (1989) auf die Kerne übertragen.

Die DWT ist die wichtigste Leittephra in der gesamten Eifelregion, da der Maarkrater sehr groß ist und die Winde während der Eruption die Asche in alle Richtungen verbreiteten. In allen Sedimentkernen dieser Zeit findet sich die DWT Asche in 1-20 cm mächtige Lage mit den charakteristischen hohen Nebengesteinsanteilen und gleichzeitiger Sandinkonzentration um die 20 %. In allen Kernen mit einer DWT-Lage befindet sich oberhalb dieser eine sehr schwarze Tephra mit Anteilen von mehr als 60 % Pyroxen. Dies ist der Auswurf des Wartegberg Schlackenkegels, welcher nach den Datierungen der Seesedimente um 27 900 BP vor heute ausbrach. DWT, WBT und LST können benutzt werden, um die Ablagerungen der letzten 50 000 Jahre in den Maarsedimenten sehr schnell und verlässlich zu datieren.

Die dritte wichtige Leittephra ist durch das helle Mineral Leucit gekennzeichnet, welcher in den Maarsedimenten ausschließlich in einer phreatomagmatischen Ausbruch mit einem Alter von 60 000 Jahren vorkommt, der so genannten Leucitephra (Förster & Sirocko, 2016). In den Maartephren wurden Leucite (und ihr Verwitterungsprodukt Kaolinit) aber nur rund um das Schalkenmeener Maar gefunden werden (Käfer, 2016), welches daher mit hoher Wahrscheinlichkeit das Eruptionszentrum der Leucitephra darstellt. Daher wird die Leucitephra jetzt als SMT bezeichnet (Schalkenmeener Maar Tephra). Der Ausbruch des Schalkenmeener Maars (und damit wohl der gesamte Dauner Maar Gruppe) wird durch die Parallelisierung mit dem Kern aus dem Aueler Trockenmaar auf etwa 60 000 BP datiert.

Untersuchungen der Tuffwälle der anderen heute noch offenen Maare zeigen, dass der Ausbruch des Meerfelder Maars der UT2 mit einem Alter von 43 900 Jahren zugeordnet werden kann (Schenk, 2016 in prep.) und die Tephren des Pulvermaars der UT3 mit einem Alter von 80 000 BP (Haake, 2016). Die nächste ältere Tephra, die klar zugeordnet werden kann, stammt vom Mosenbergvulkan, charakterisiert durch das Fehlen von jeglichem Nebengestein und hohen Pyroxenanteilen (Abb. 5). Der Mosenberg wurde sowohl von Zöller (1988) aber auch von Mertz (2015) auf 90 000 BP datiert. Die geochemische Übereinstimmung der Tephralage im Kern JW3 mit dem Mosenberg wird derzeit über Mikrosondenanalysen der Pyroxene überprüft (Förster et al., in prep.).

Eine weitere wichtige Korrelations-tephra durch die gesamte Ost- und Westeifel ist die Dümpelmaartephra. Diese kann nicht nur durch ihre Farbzonierung, sondern auch geochemisch in den Sedimentkernen und im Ausbruchzentrum in der Ostefifel klar identifiziert werden (Abb. 3b). Die DMT ist mit Lumineszenzverfahren und Warvenanalysen nach von Schaber & Sirocko (2005) auf 106 000 BP datiert, mittels Ar/Ar am Eruptionszentrum auf 116 000 ± 11 000 BP (van den Bogaard et al. 1989) und von Mertz et al. (2016) ebenfalls auf 106 000 BP. Die älteste wichtige Tephra des letzten Glazialzyklus ist die Tephra des Jungferweihers, welcher am Ende der vorletzten Eiszeit vor etwa 136 000 Jahren ausbrach. Diese Tephra ist gekennzeichnet durch ihre Lage in den orange-reichen Tephren des letzten Interglazials.

Mit der oben beschriebenen Abfolge der 12 Leittephren können Sedimentkerne aus den Maaren der Eifel sehr schnell und unproblematisch datiert werden. Diese 12 Tephren stellen aber nicht alle Tephren der letzten 130 000 Jahre da, sondern nur jene, die so mächtig sind, dass sie großräumig in mehreren Kernen sichtbar werden. Kleinere regionale und lokale Tephren finden sich zwischen den 12 Leittephren in verschiedenen Kernen und sollen in einem finalen Tephra-Stack den vollständigen Ablauf des Eifelvulkanismus erfassen.

Mertz DF, Lohrert W, Nomade S, Pereira A, Prelevic D, Renne PR (2015). Temporalpaleovolvolution of low-SiO₂ volcanism in the Pleistocene West Eifel volcanic field (West Germany) and relationship to upwelling asthenosphere. J. Geodyn.

van den Bogaard P, Hall CM, Schmincke HK, York D (1989). Precise single grain ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating of a cold to warm climate transition in continental rhyolite. Earth Planet Sci Lett 94: 253-255.

Zöller I, Stremme H, Wagner GA (1988). Thermolumineszenzdatierung an Lösspaläoloden-sequenzen von Nieder-, Mittel- und Oberhessen/Bundesrepublik Deutschland. Chem. Geol. Isot. Geosci. Sect. 73 (1) 39-62.



Abb. 1) Typische Tuffwälle mit roten und grauen Nebengesteinsanteile.

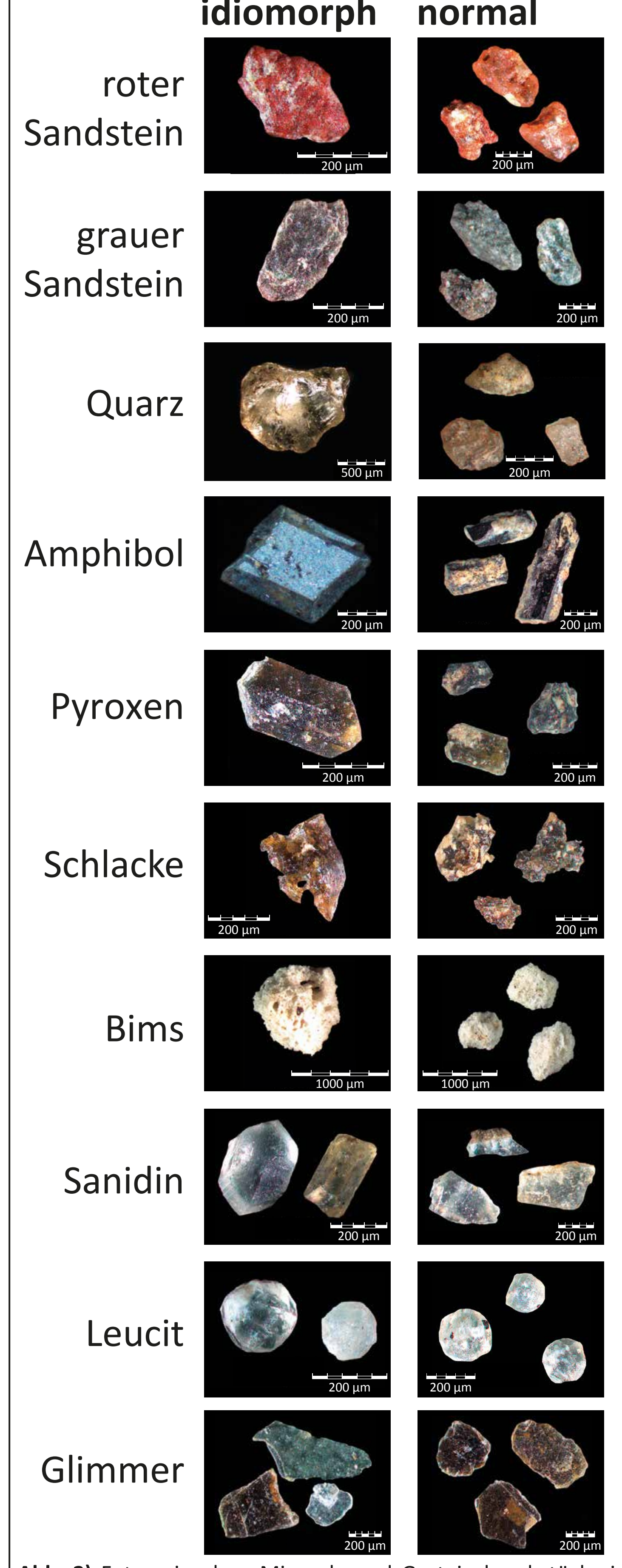


Abb. 2) Fotos einzelner Minerale und Gesteinsbruchstücke in Siebproben der Fraktion 1-2 mm; a) perfekt idiomorphe Kristalle in den Sediment-lagen, b) die gleichen Minerale in typischer Erhaltungsqualität in den Seesedimenten.



Abb. 3a) Aufschlußfoto der Dümpelmaartephra (DMT) am Herchenberg in der Ostefifel und in den Maarsedimentkernen der Westeifel.

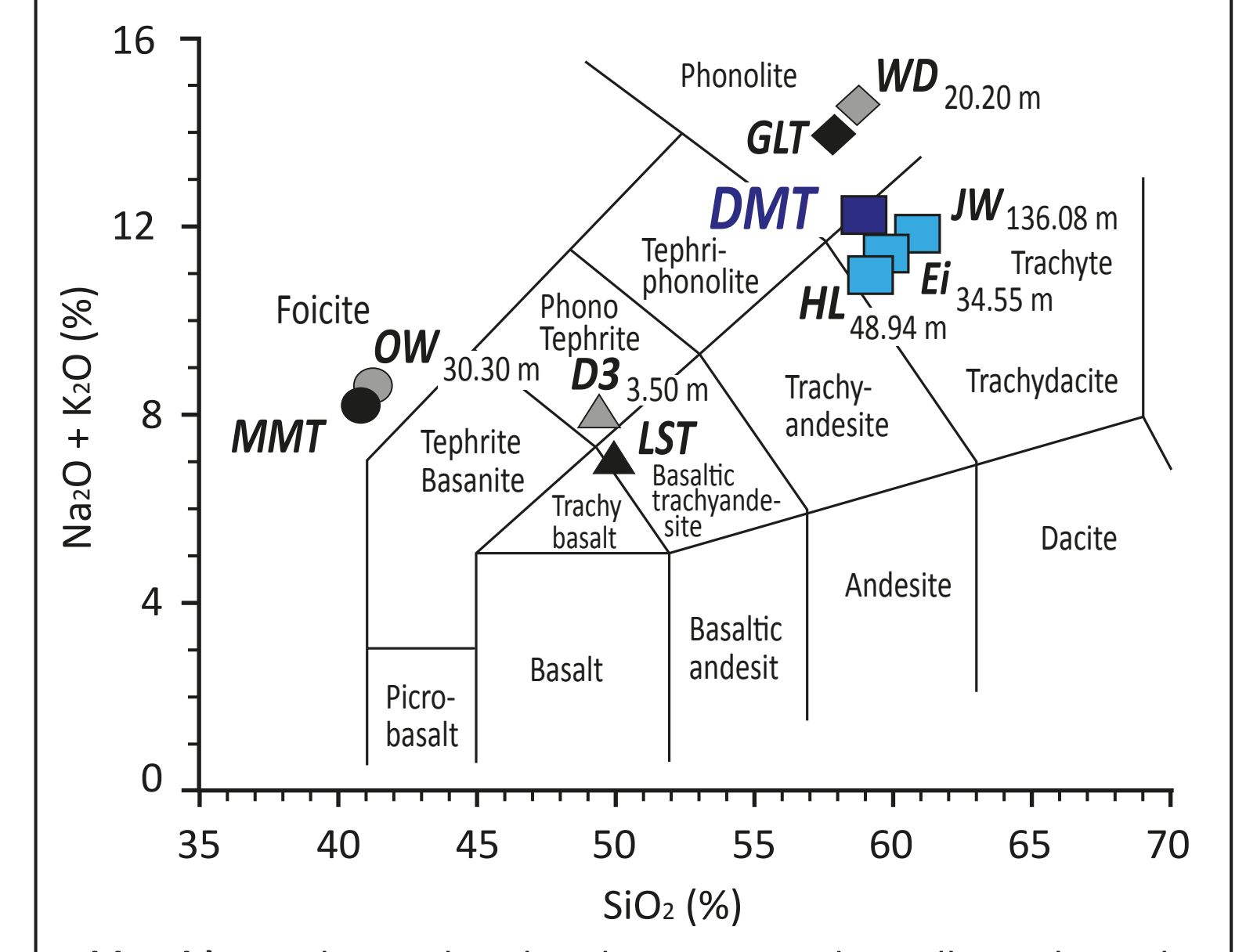


Abb. 3b) Geochemische Charakterisierung des vulkanischen Glas in Ar/Ar datierten Ostefifeltephren im Vergleich zu denen in den ELSA Maarsedimenten der Westeifel.

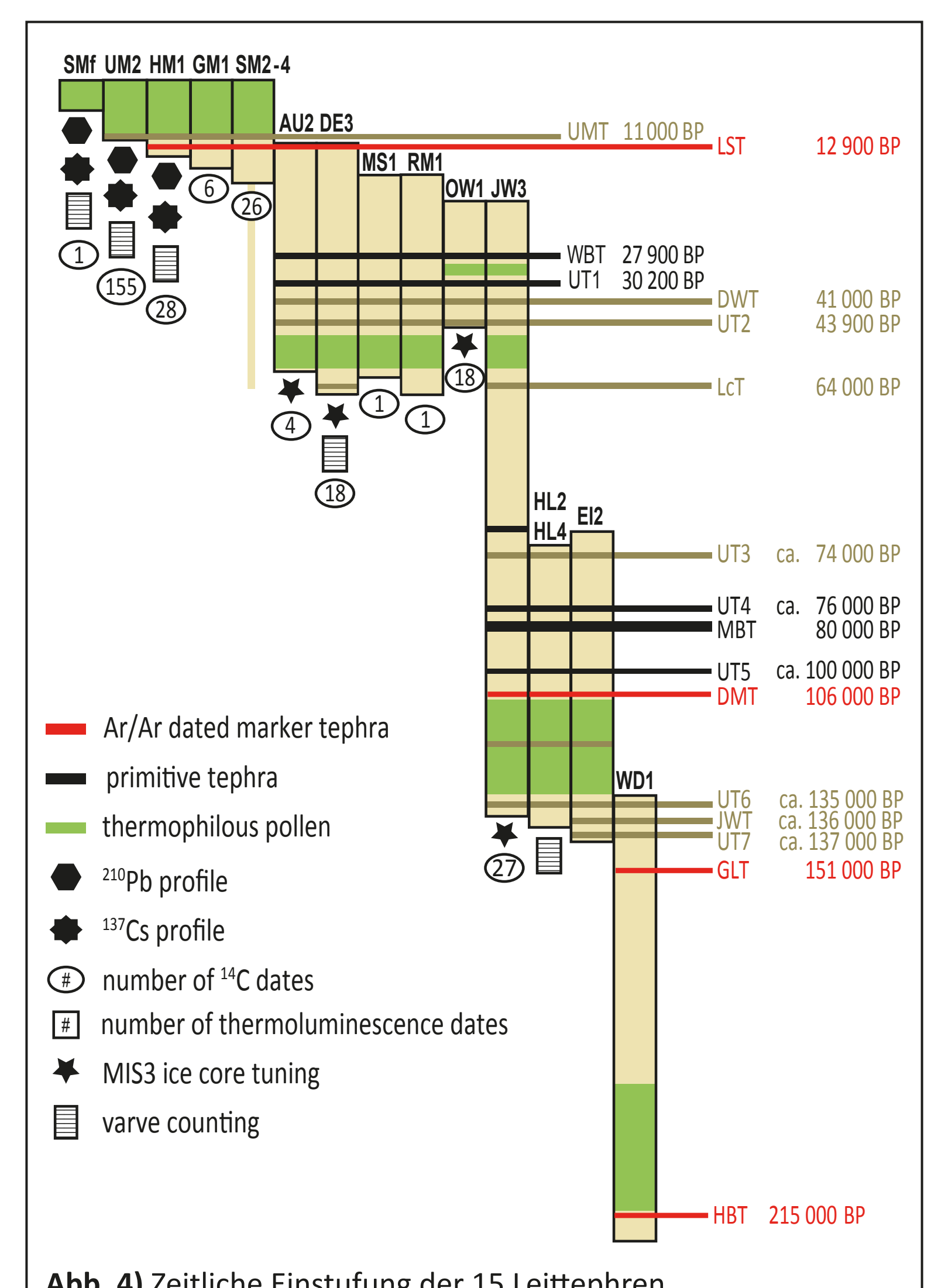


Abb. 4) Zeitliche Einstufung der 15 Leittephren.

UMZ	HM1	GM1	SM2-4	AU2	DE3	MS1	RM1	OW1	JW3	HL2	HL4	EI2	WD1	Abbr.
9.57 m				13.88 m	3.45 m		13.57 m							LST
				36.78 m	37.86 m	8.76 m	28.86 m							WBT
				71.17 m	42.86 m	19.31 m	31.39 m							DMT
				81.62 m	50.89 m	21.48 m	42.69 m							UT3
														UT4
														UT5
														DMT
														UT6
														JWT
														UT7
														GLT
														HBT