

Rhein loess, ice cores and deep-sea cores during MIS 2-5

WOLFGANG SCHIRMER*

SCHIRMER, W. (2000): Rhein loess, ice cores and deep-sea cores during MIS 2-5. [Rhein-Löss, Eiskerne und Tiefseekerne im Zeitabschnitt MIS 2-5.] – Z. dt. geol. Ges., 151: 309–332; Stuttgart.

Abstract: A loess and fossil soil record of the Lower Mittelrhein and Niederrhein-Maas area covering the last 130,000 years demonstrates more variability of the terrestrial climate during the Last Glacial period than has been realized up till now (Figs. 3, 8). The succession representing the last glacial period is subdivided by 16 interstadial soils. They closely seem to match the climate oscillations of the Greenland ice-core and deep-sea records in age, configuration and intensity (Fig. 9). The Eemian and Lower Würmian (ca. 130,000–67,000 a BP) is represented by the Rocourt Solcomplex comprising at least five soils: a strong luvisol, two weaker luvisols and two humic soils. It correlates with MIS 5. The Middle Würmian Ahrhau loess (ca. 67,000–28,000 BP) shows a fourfold alternation: The sequence stadial-interstadial-interstadial produces the divisions *wm1-4*. *wm1*: Thick solifluction loess represents the MIS 4 respectively the terrestrial period of the Middle Würmian Glaciation 1 (MWG 1). *wm2*: A bundle of five brown interstadial cambisols shows a distinct configuration of two Lower Remagen Soils (R 1-2) and three Upper Remagen Soils (R 3-5) separated by a short loess interval. *wm3*: A loess layer (Kripp Stadial) separating the interstadial Remagen and Sinzig Soil groups may be correlated to the Middle Würmian Glaciation 2 (MWG 2). *wm4*: A bundle of three Sinzig Soils is characterized by upward decreasing intensity. As a whole, *wm2-4* represents the terrestrial equivalent of MIS 3 and forms a conspicuous sequence likewise presented in ice and deep-sea records. The Upper Würmian (ca. 28,000–12,600 BP) representing MIS 2 is subdivided into three units (*wu1-3*): *wu1*: Thick loess with tendency to fine la-

mination (Hesbaya Loess) is intercalated by three gleyic gelsols (Nassböden), the Erbenheim Soils (E1-3). Above the E3 Nassboden the Eltville Tephra forms the most reliable stratigraphic layer of the Upper Würmian. The following Eben Discordance extends widely over the Niederrhein-Maas-Sambre area. Its reworking activity produced a bed incorporating reworked older loesses and soils (Kesselt Layer). The upper part of the Kesselt Layer is suggested to host the LGM. *wu2*: The Brabant Loess up to 6 m thick, light coloured and preferably of eolian loess veneers the landscape. It encompasses two terrestrial soils, the Elfgen Soil and the Leonard Soil and several gelic gleysols (Nassböden) of both synchronic and diachronic type. *wu1-2* represents MIS 2. *wu3* (Late Würmian): On top of the loess, the Late Glacial palynologically starts with a weak warming (Meiendorf Interstadial) (Fig. 8), followed by a short cooling (Dryas 1), a short and pointed warming (Bølling), a slight cooling (Dryas 2), a longer warm phase (Allerød) and finally a strong cooling (Dryas 3). The late Allerød period hosts the Laacher See tephra. Eolian sand prevails during Dryas 3.

Thus, the Rhein loess record for the last glacial period demonstrates the best match between terrestrial and marine/ice records reported thus far. It indicates the periods of loess deposition to cover less time than the soil-forming periods. From this evidence it is argued that the climate of the Last Glacial stage on land was warmer than has been assumed hitherto.

Kurzfassung: Eine rheinische Löss-Boden-Folge, die die letzten 130.000 Jahre umfasst, bietet an Hand von braunen und humosen Böden eine reichere Zahl von Klima-Schwankungen der letzten Kaltzeit als bisher vom terrestrischen Bereich berichtet wurde (Abb. 3, 8). Sechzehn interstadiale Böden lassen sich tendenziell, manchmal auch bis

* Author's address: Prof. Dr. W. SCHIRMER, Department of Geology, Heinrich Heine University, Universitätsstr. 1, D-40225 Düsseldorf; e-mail: schirmer@uni-duesseldorf.de

This paper is an enlarged version of the lecture given at the INQUA XV International Congress in Durban, South Africa (W. SCHIRMER 1999d, 2000a).

in Einzelheiten nach Alter, Intensität und Gruppierung mit den Interstadialen 1-24 (sensu DANS-GAARD et al. 1993) aus grönländischen Eiskernen und mit Tiefseesedimentkernen korrelieren (Abb. 7, 8).

Eem und Unterwürm präsentieren sich als charakteristisches Boden-Quintett (Rocourt-Solkomplex), eingebettet in den Rheingau-Löss: nämlich als sehr kräftiger Boden, einen Bt-Horizont von Eem-Alder, als Rocourt-Boden bezeichnet, gefolgt von zwei starken Böden, wiederum Bt-Horizonten, dem Pescher Boden, dem Brörup zugestellt, und dem Holzer Boden, einer Humusparabraunerde, dem Odderade zugestellt. Den Abschluss bildet eine Humuszone mit ausgeprägter, scharfer Zweiteilung, Holzer Humuszone HH1 und HH2. Sie wird den Interstadialen [=IS] 20 und 19 zugeordnet und sollte noch dem marinen Isotopenstadium (MIS) 5, damit dem Unterwürm, zugerechnet werden. Für die Holzer Humuszone werden in Mitteleuropa Parallelen zu den Straten Dürnten, Samerberg-Dürnten, Ognon, zu Mittlerer und Oberer Mosbacher Humuszone im Rheingau, Oerel/Glinde und vielleicht Keller IV gezogen.

Das Mittelwürm (Ahrgau-Löss) gliedert sich in vier markante Abschnitte (wm1-4): *wm1*: Mächtige Löss-Fließerde verkörpert den ersten von zwei großen Kaltabschnitten der letzten Kaltzeit, entsprechend der Mittelwürm-Vereisung 1 (MWG 1). Inmitten liegt der braune Reisberg-Boden [? IS 18]. *wm1* entspricht dem MIS 4. *wm2* ist die längste Phase des Mittelwürms mit fünf braunen Interstadial-Böden (Kalkbraunerden), den Remagener Böden 1-5. *wm3* ist Löss des Kripp-Stadials, *wm4* eine kurze Warmphase mit drei braunen interstadialen Kalkbraunerden, den Sinziger Böden 1-3. Die Abfolge der Remagener und Sinziger Böden lässt nach Vertikalabstand, Intensität der Einzelböden und C-Gehalt eine hohe Korrelationsübereinstimmung mit den bekannten MIS 3-Interstadialen zu: Untere Remagener Böden [IS 17-14], Obere Remagener Böden [IS 12-10], Sinziger Böden [IS 8-5].

Das Oberwürm gliedert sich in drei Abschnitte (*wo1-3*): *wo1* (tieferes Hochwürm) birgt bevorzugt feingeschichteten Löss (Hesbaye-Löss) mit drei Erbenheimer Nassböden (E1-3). E2 [? IS 4+3]. Über dem E3-Nassboden liegt die Eltviller Tephra. Knapp darüber folgt im Niederrhein-Maas-Sambre-Raum die Eben-Diskordanz als Einebnungsfläche. Sie erzeugt eine Aufarbeitungslage älterer Löss und Böden (Kesselt-Lage). Im höheren Teil dieses Lösses sollte das LGM liegen. *wo2* (Höheres Hochwürm): Der bevorzugt äolische und hellste Löss (Brabant-Löss) enthält im Niederrhein-Maas-Gebiet eine Folge von synchronen und diachronen Nassböden und zwei terrestrischen Böden: Der Belmener Nassboden, der humose Elfgener Boden

[?IS 2] und ein Gefleckter Nassboden entsprechen zusammen dem Erbenheimer Boden 4. Die Kalkbraunerde des Leonard-Bodens tritt meist mit Nassböden vergesellschaftet auf, der abschließende Gustorfer Nassboden erscheint meist nur als Füllung kräftiger Eiskeile. *wo1+2* vertreten als Hochglazial das MIS 2. *wo3* (Spätwürm): Die drei spätglazialen Warmphasen Meiendorf, Bølling und Allerød dokumentieren sich im Mittelrheingebiet als Pararendzina des Mendiger Bodens, die von der Laacher See-Tephra eingedeckt wird. In der Dryas 3 ist Flugsand vorherrschend.

Mit ihrer Löss-Boden-Folge zeigt die Rheinlöss-Folge die beste Korrelierung zwischen dem terrestrischen, marinen und glaziären Milieu, die bisher beobachtet wurde. Die reinen Lössabschnitte in dieser Rheinlöss-Folge nehmen deutlich geringere Zeiträume ein als die bodenreichen Abschnitte. Der Gesamt-Klimahaushalt der letzten Eiszeit stellt sich in der Rheinlöss-Folge wärmer dar als für den terrestrischen Bereich bisher angenommen.

Keywords: geological sections, loess, fossil soils, luvisol, humic soil, calcic regosol, cambisol, gelysol, Eemian, Würmian, interstadial environment, climatic changes, correlation, ice-cores, deep-sea cores

Rhein-Maas area

1. Earlier investigations

Many curves showing the variability of the terrestrial climate were obtained from the Central European Upper Pleistocene. An older series of curves has been presented by BÜDEL (1953: 258), WOLDSTEDT (1954: 43, 1956: 82, 1958a: 151, 1958b: 244, 1960: 156, 1962: 121), MÜLLER-BECK (1959: 156), ANDERSEN et al. (1960: 40) and FINK (1960: 263). To a younger series of curves belong those of VAN DER HAMMEN et al. (1967: 92), ZAGWIJN & PAEPE (1968: 135), STAALDUINEN et al. (1979: 43), VANDENBERGHE (1985: 36) and BEHRE & LADE (1986: 33). Three of them are shown in Fig. 1. Therein the older group is represented by the curve of WOLDSTEDT (1960). It bears names of soils, such as Göttweig Interstadial (BAYER 1927: 352) or Paudorfer Interstadial (GÖTZINGER 1935: 130) that both later turned out to be interglacial soils. However the position of the Paudorf Soil appeared to be represented by a weaker soil later called Stillfried

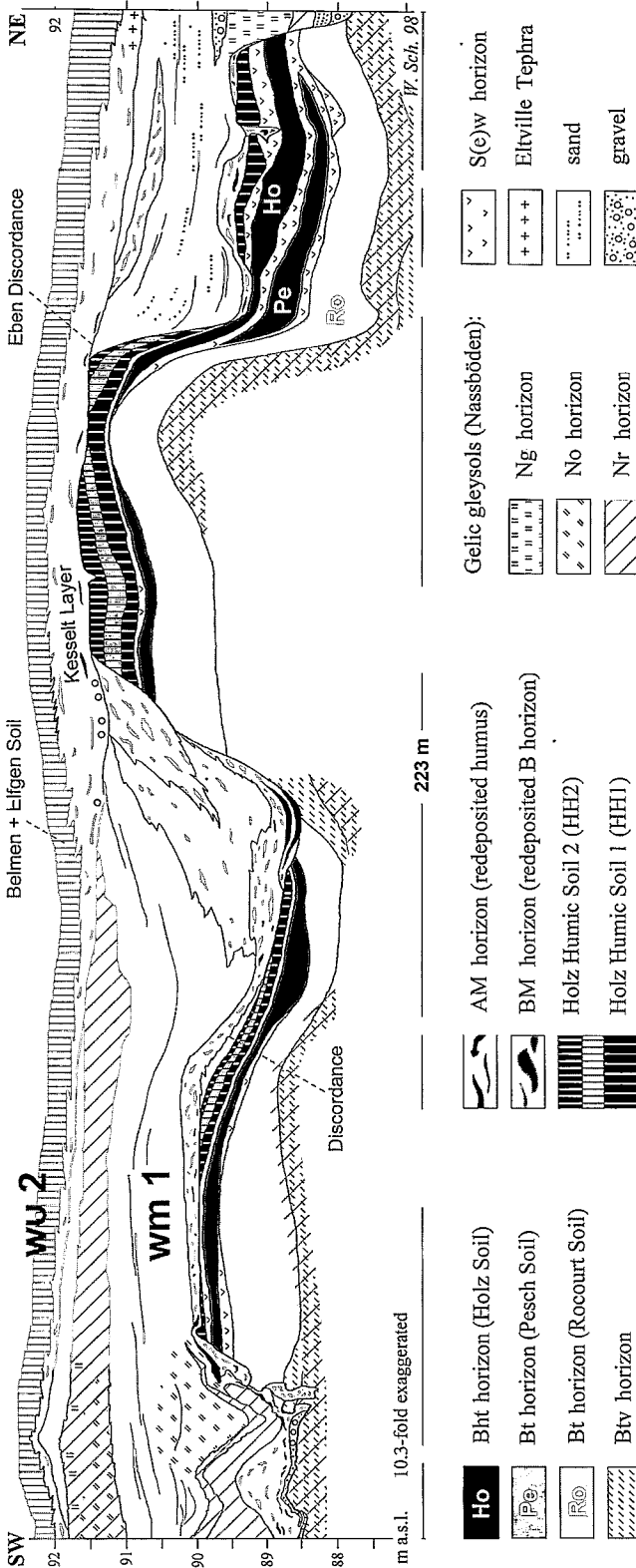


Fig. 5: The site Garzweiler 4 situated in the southern part of the opencast mine Garzweiler/Niederrhein.
 Abb. 5: Der Aufschluss Garzweiler 4 im Südteil des Tagebaus Garzweiler/Niederrhein.

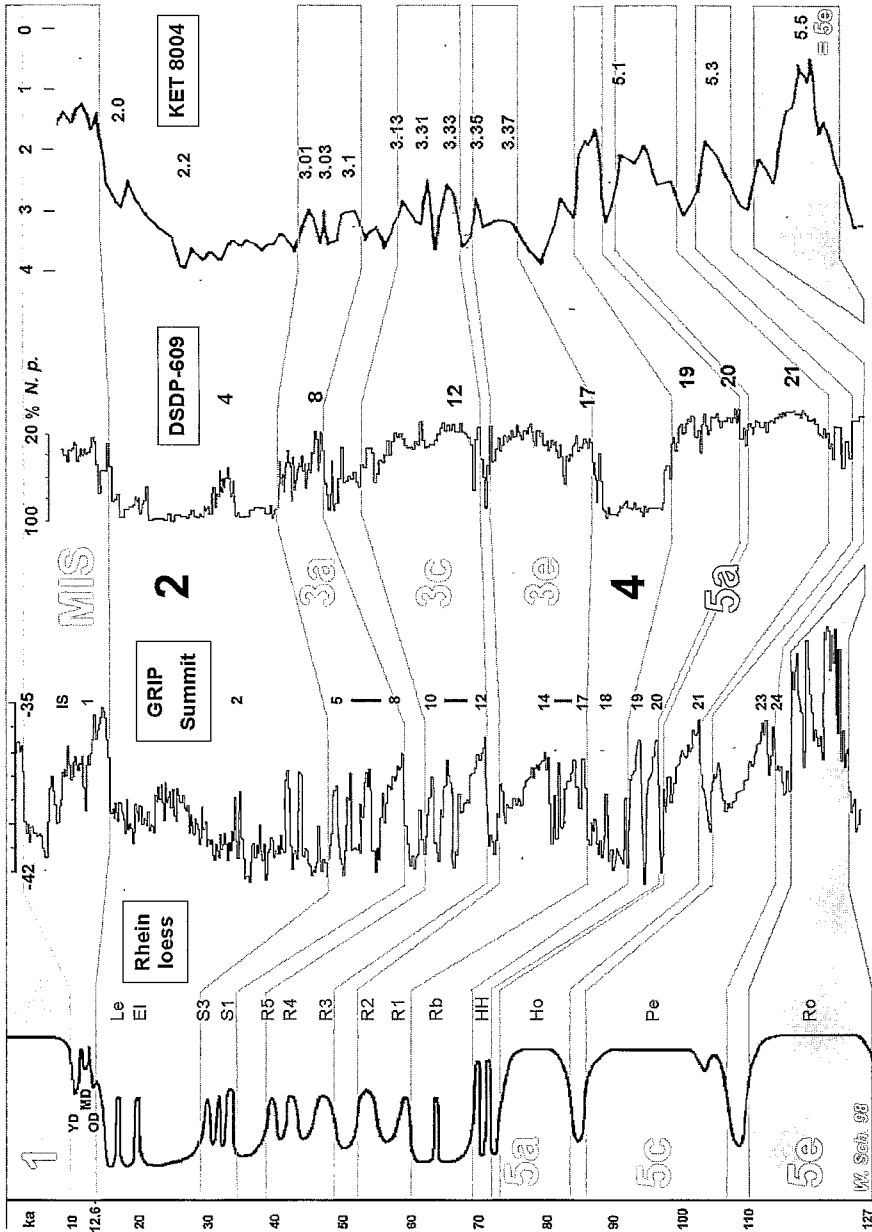


Fig. 9: Correlation of the Upper Pleistocene Rhein loess-soil sequence, the Summit ice core, the North Atlantic deep-sea sediment core DSDP-609 showing the abundance of the planktic foraminifera *Neogloboquadrina pachyderma* (BOND et al. 1993), and the deep-sea sediment core of KET 8004 in the Tyrrhenian Sea showing variations in $\delta^{18}O$ of *Globigerina bulloides* (PATERNE et al. 1986). For abbreviations see Fig. 3.
 Abb. 9: Vergleich der oberpleistozänen Rhein-Löss-Boden-Folge mit dem Summit-Eiskern, dem nordatlantischen Tiefseesedimentkern DSDP-609 (BOND et al. 1993) und dem tyrrhenischen Tiefseesedimentkern KET 8004 (PATERNE et al. 1986). DSDP-609 zeigt die Häufigkeit der planktonischen Foraminifere *Neogloboquadrina pachyderma*, KET 8004 zeigt die $\delta^{18}O$ -Kurve von Schalen der *Globigerina bulloides*. Abkürzungen sind in Abb. 3 erläutert.

derterrassen plain of the Central European valley ground (W. SCHIRMER 1995c).

In order to find the start of the decline of the cold climate towards Termination 1, authors are looking for the first interstadial period after the LGM (e. g. MANIKOWSKA 1995). However,

the uppermost part of the Rhein loess record shows after the LGM at least two stronger interstadial soils (Elfggen and Leonard Soil) embedded into the Brabantian loess, that exhibits permafrost conditions as ice wedges, the largest of which occur together with the Gustorf Soil

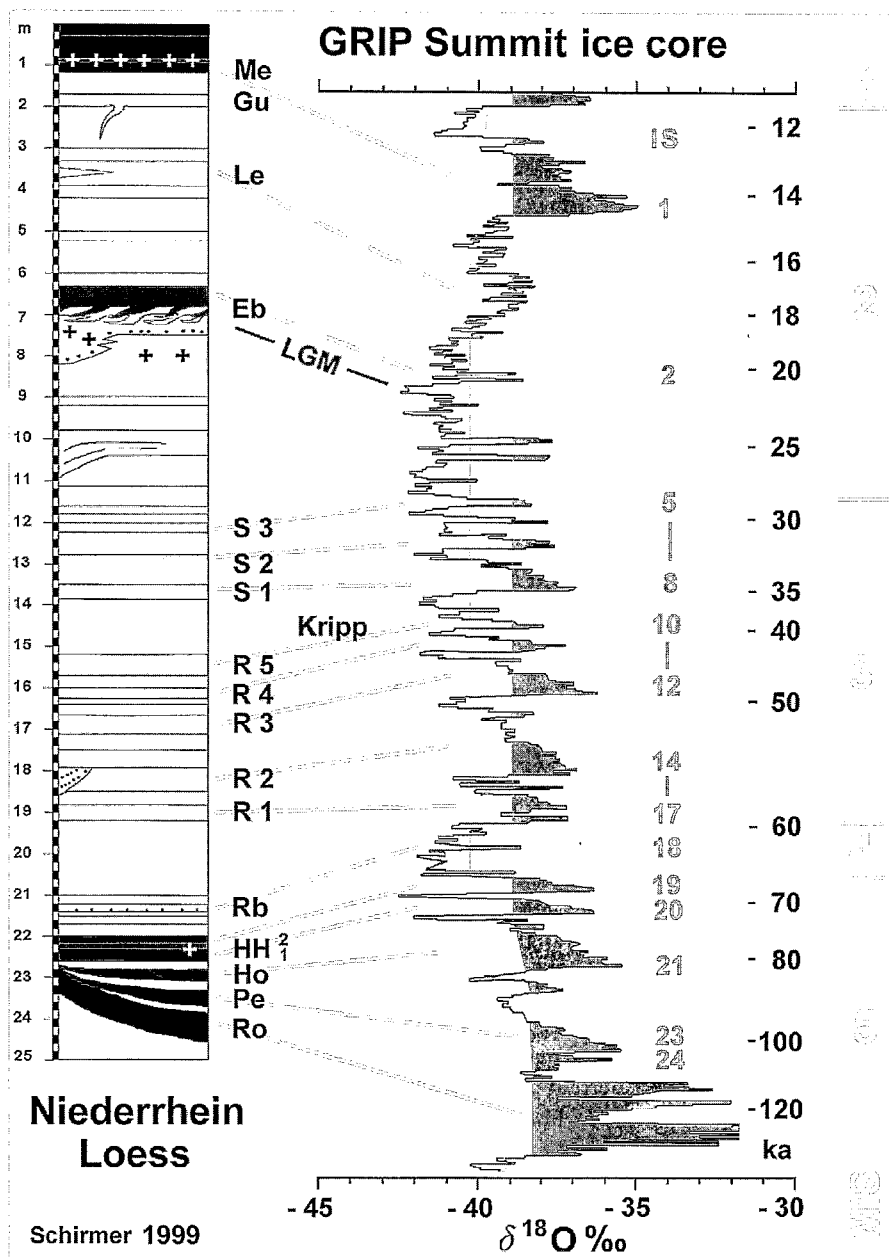


Fig. 10: Correlation of the Upper Pleistocene Rhein loess record with the Greenland Summit ice core (DANSGAARD et al. 1993). For abbreviations see Fig. 3.

Abb. 10: Vergleich der oberpleistozänen Rhein-Lössfolge mit dem grönländischen Summit-Eiskern (DANSGAARD et al. 1993). Abkürzungen sind in Abb. 3 erläutert.

and a certain sedimentation, little loess influx. The individual luvisols of the Rocourt Solcomplex are mostly denuded down to their Bt ho-

rizons. This justifies the long tradition of setting the beginning of the new cold stage at the end of the Rocourt Soil, the Eemian. Though these