

## Lumineszenz-Chronologie der mittel- und jungpleistozänen Rinnensedimente im Lößprofil Fürfeld

MANFRED FRECHEN & MICHAEL WEIDENFELLER

**Kurzfassung:** Im Mainzer Becken ist in der Sandgrube Fürfeld eine 9 m mächtige mittel- bis oberpleistozäne Abfolge aufgeschlossen, die sich aus fluviatilen Sedimenten, Lössen und Lößderivaten sowie zwei zwischengeschalteten Tephren zusammensetzt. Die IRSL- und TL-Alter des karbonatreichen Lösses unterhalb des ersten zwischengeschalteten Bt-Restes einer Parabraunerde liegen je nach Methode zwischen 500 und 300 ka. Ob es sich bei diesem Löß um elsterzeitliche bzw. viertletztglaziale Ablagerungen handelt, kann mithilfe der erhobenen Daten nicht zweifelsfrei entschieden werden. Die vorliegenden Datierungen unterstützen die Annahme, dass die beiden Tephren der Riedener Eruptionsphase des Osteifel-Vulkanfeldes zuzuordnen sind. Aufgrund ihrer regionalen Bedeutung wird die T2-Tephra als „Fürfelder Tuff“ bezeichnet. Oberhalb einer Diskordanz folgen Löss- und Schwemmlöss-Abfolgen, die nach den Lumineszenz-Datierungen in die jüngere Saale-Kaltzeit zu stellen sind. Zum Hangenden hin ist eine Verbraunung zwischengeschaltet, die wiederum von Schwemmlössen überlagert wird. Die IRSL- und TL-Alter dieser Schwemmlöss-Abfolgen deuten auf ein unterweichselzeitliches Ablagerungsalter. Die jüngsten Löss- und eine weitere zwischengeschaltete Verbraunung sind aufgrund der Lumineszenz-Altersbestimmungen in das Oberweichsel zu stellen.

**Abstract:** In the Mainz basin at the sandpit at Fürfeld, a 9 m thick sequence of Middle to Upper Pleistocene fluvial sediments, loess and loess derivatives and two tephras are exposed. The carbonate-rich loess from below the intercalated Bt horizon of a brown forest soil yielded IRSL and TL age estimates ranging from 500 to 300 ka. Although the chronological data is in agreement with the geological age estimates, the reliability of very old IRSL and TL age estimates is under discussion. However, the luminescence age estimates and the preliminary geochemical data assume that the two mafic volcanic ashes belong to the Rieden eruption phase of the East Eifel volcanic field, which was active from 450 to about 350 ka. Owing to the regional importance of tephra T2 as a marker horizon, it is defined as "Fürfelder Tuff" ("Fürfeld Tephra"). The truncated Bt horizon is covered by loess and reworked loess, designated to represent penultimate glacial loess. A brown horizon is exposed on top of these sediments and covered by reworked loess. The latter one yielded IRSL and TL age estimates indicating an early last glacial deposition age. The uppermost loess horizons and the intercalated brown horizon are assumed to represent part of the last Pleniglacial.

### 1. Einleitung

Im Mainzer Becken sind oberpleistozäne Deckschichtenprofile detailliert untersucht worden, z.B. Mainz-Weisenau, zuletzt durch SEMMEL (1996), und Wallertheim, zuletzt durch CONARD et al. (1995). Prä-eemzeitliche Löss- und Lößderivate, die ebenfalls paläo-

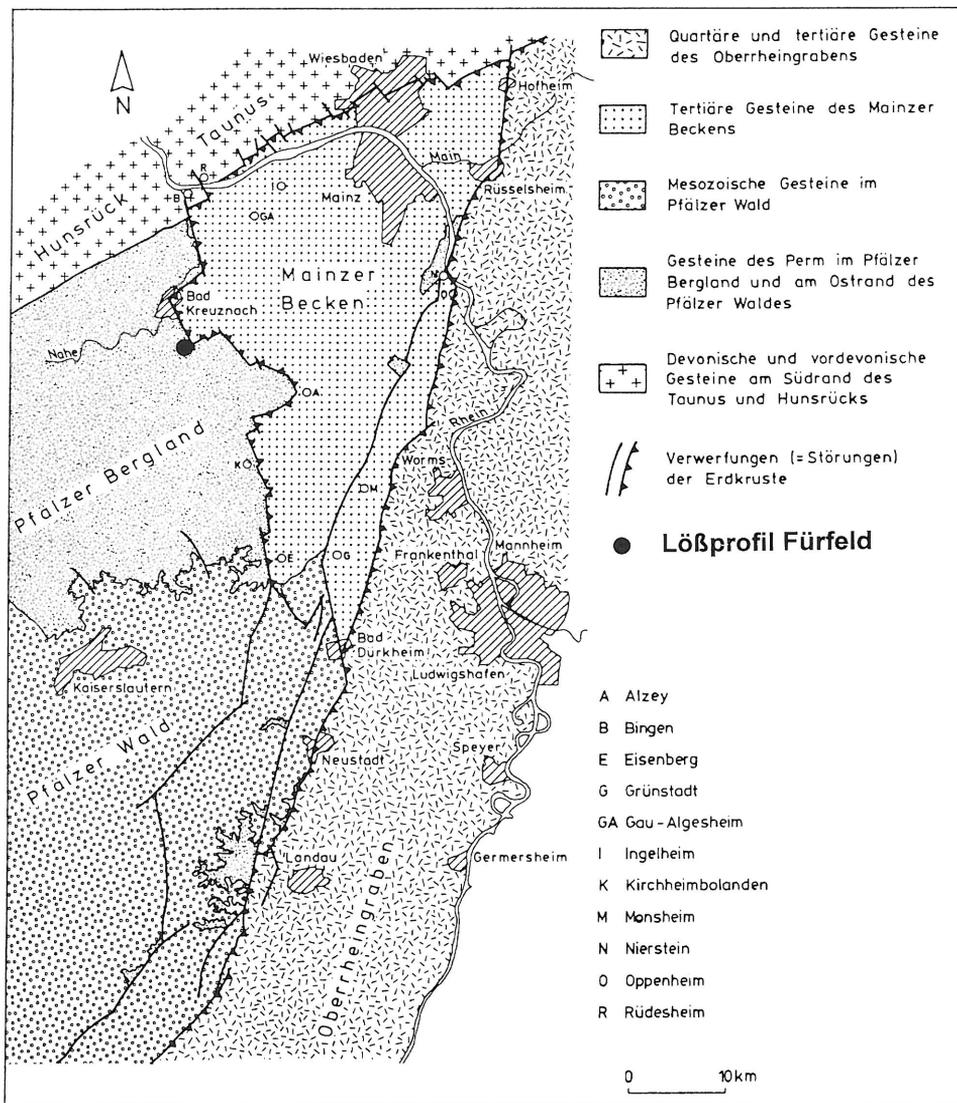


Abb. 1: Lage des Profils Furfeld.

magnetisch bearbeitet wurden, treten in den Profilen Bad Soden (SEMME 1974, SEMME & FROMM 1976) und Mainz-Weisenau auf (FROMM 1987, SEMME 1999). Differenzierte mitteleozäne Deckschichtenprofile sind aus dem Randbereich des Oberrheingrabens, z.B. Profil Forst (WEIDENFELLER & ZÖLLER 1996), aus Kärlich im Neuwieder Becken (BOENIGK & FRECHEN 1998) und Ariendorf am unteren Mittelrhein (BOENIGK & FRECHEN 1997) bekannt.

In der Sandgrube Fürfeld sind über intensiv verwitterten Rotliegend-Sandsteinen und geringmächtigen oligozänen marinen Sedimenten bis zu 9 m mächtige pleistozäne Rinnenfüllungen entlang einer 250 m langen Abbaukante aufgeschlossen. Der Aufschluss (R3419200, H 5515200) liegt am Westrand des Mainzer Beckens und ist im südostexponierten Hangbereich eines Südwest-Nordost verlaufenden Rückens angelegt, der von einer abflusslosen Mulde im Nordwesten und einem kleinen Bach im Südosten begrenzt ist (Abb. 1). Die mittel- bis oberpleistozäne Abfolge setzt sich aus fluviatilen Sedimenten, Lössen, Lößderivaten und zwei zwischengeschalteten Tephren zusammen. Die Sedimente wurden in Rinnen abgelagert, von denen jeweils die östliche Rinnenflanke im Anschluss an die Verfüllung in der nachfolgenden erosiven Phase gekappt wurde. Dabei blieben nur Teile der Sedimente bei einer sich nach Osten fortsetzenden Verlagerung des Gerinnes erhalten. WEIDENFELLER (1999) wies insgesamt 12 zeitlich aufeinanderfolgende Rinnenfüllungen (R I bis R XII) nach. Mehrere zwischengeschaltete Bodenhorizonte unterschiedlicher Ausprägung und Entwicklung lassen eine weitere Differenzierung der Deckschichtenfolge zu. Die beiden Tephraeinschaltungen wurden aufgrund ihrer leucit-phonolithischen Zusammensetzung und ihrer pedostratigraphischen Position vorläufig dem Riedener Vulkankomplex der Osteifel zugeordnet (WEIDENFELLER 1999). Bisher liegen detaillierte sedimentologisch-pedologische und paläomagnetische Untersuchungen der Sedimente aus der Sandgrube Fürfeld vor. Sie sind normal magnetisiert und mit großer Wahrscheinlichkeit während der Brunhes-Epoche (< 790 ka) abgelagert worden.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden sieben Sedimentproben mit Lumineszenz-Altersbestimmungsmethoden, Infrarot Optisch Stimulierter Lumineszenz (IRSL) und Thermolumineszenz (TL), datiert. Das Ziel der Untersuchungen ist eine genauere chronostratigraphische Einordnung der oberpleistozänen Abfolge und eine verlässlichere Differenzierung der mittel- und oberpleistozänen Sedimente.

## 2. Profilbeschreibung

Die Lumineszenz-Proben wurden im Profil der Rinnenfüllung R XI entnommen. Dies entspricht den von WEIDENFELLER (1999) beschriebenen Profilen L und K.

### Profile L und K

Lokalität: R 3419158, H 5515352

Mächtigkeit: 4,60 m

Teufe [m]	Beschreibung	Interpretation
-0,25	Lehm, schluffig, dunkelbraun (10YR4/3), karbonathaltig, Krümelgefüge, intensiv durchwurzelt	Oberboden-Horizont (Ap)
-0,65	Schluff, lehmig, gelblich braun (10YR5/4), karbonatreich, unregelmäßig verteilte Lößkindel bis 1,5 cm $\phi$ , sehr schwach entwickeltes Pseudomycel, Kohärenzgefüge, schwach durchwurzelt, Krotowinen mit dunkelbraunem Oberbodenmaterial	Löß
-1,00	Lehm, schluffig, gelblich braun (10YR5/4), karbonatreich, sehr schwach entwickeltes Pseudomycel, Subpolyedergefüge, Feinwurzeln bis in 1,00 m Tiefe → Probe <b>FFD8</b> bei 0,80–0,90 m → Probe <b>FFD7</b> bei 0,90–1,00 m	Verbraunungs-Horizont

- 1,35 Schluff, schwach lehmig, gebändert, braun (7,5YR5/6) Löß  
bis gelblich braun (10YR5/4), karbonatreich, mäßig  
stark ausgeprägtes Pseudomycel  
→ Probe **FFD6** bei 1,15–1,22 m
- 1,60 Schluff, lehmig, gelblich braun (10YR5/8), sehr kar-  
bonatreich, vereinzelt Lößkindel bis 1,00 cm  $\varnothing$ ,  
mäßig stark ausgeprägtes Pseudomycel  
→ Probe **FFD5** bei 1,50–1,60 m
- 2,15 Schluff, lehmig, gelblich braun (10YR5/6–5/8), sehr  
karbonatreich, stark ausgeprägtes Pseudomycel, Kar-  
bonatausfällungen auf Klüften und Wurzelbahnen
- 2,57 Schluff, lehmig, sehr schwach kiesig, gelblich braun Schwemmlöß  
(10YR5/8), sehr karbonatreich, schwach entwickeltes  
Pseudomycel, Kohärentgefüge  
→ Probe **FFD4** bei 2,25–2,35 m
- 2,67 Lehm, schluffig sandig, schwach kiesig (Milchquarz-  
gerölle bis 2 cm  $\varnothing$ ), braun (7,5YR5/6), sehr karbonat-  
reich, unregelmäßig verteilte Lößkindel, Polyedergefüge Verbraunungs-  
Horizont
- Diskordanz
- 2,75 Lehm, schluffig sandig, sehr schwach kiesig (Milch-  
quarzgerölle bis 2 cm  $\varnothing$ ), braun (7,5YR5/6–5/8), sehr Verbraunungs-  
karbonatreich, Subpolyedergefüge Horizont
- 4,10 Schluff, lehmig, mittel steinig, gelblich braun (10YR5/4), Schwemmlöß  
sehr karbonatreich, mit zahlreichen unregelmäßig ver-  
teilten Lößkindeln bis 10 cm ( besonders im oberen  
Drittel, ausgeprägtes Pseudomycel, Kohärentgefüge  
→ Probe **FFD3** bei 3,10–3,20 m  
→ Probe **FFD2** bei 4,00–4,10 m
- 4,30 Lehm, schluffig, sehr schwach steinig, braun (7,5YR5/4), Löß  
karbonatreich, Lößkindel, schwach entwickeltes Pseudo-  
mycel, Subpolyedergefüge
- Diskordanz
- 4,45 Lehm, schluffig sandig, schwach steinig, braun Lessivierungs-  
(7,5YR4/6), karbonathaltig, Lößkindel, Subpolyeder-  
bis Polyedergefüge, Tonkutane sehr schwach ausge-  
prägt, vereinzelt Mangankonkretionen Horizont einer  
Parabraunerde
- 4,60 Lehm, schluffig tonig, sehr schwach steinig (Milch-  
quarze), dunkelbraun (7,5YR4/4), karbonatarm, poly-  
edrisches Gefüge, Tonkutane schwach ausgeprägt Tonanreicherungs-  
Horizont einer  
Parabraunerde
- Profilversatz
- Profil K**
- Lokalität: R 3419150, H 5515350
- 4,90 Schluff, braun, karbonatreich, Lößkindel bis 15 cm  $\varnothing$ , Cc-Horizont  
stark entwickeltes Pseudomycel, Krotowinen mit dunkel-  
braunem Bodenmaterial  
→ Probe **FFD1** bei 4,70–4,90 m

### 3. Lumineszenz-Methodik

Mit Hilfe von Lumineszenz-Datierungen wird das Ablagerungsalter von Sedimenten bzw. die Zeitdauer seit der letzten Sonnenlicht-Exposition bestimmt. Eine ausführliche Einführung in die Methodik und Anwendung der Lumineszenz findet sich bei AIRKEN (1998) und WINTLE (1997), so dass an dieser Stelle auf eine detaillierte Beschreibung der Datierungsmethode verzichtet wird.

Bis auf die weiter unten beschriebenen Modifikationen werden in dieser Arbeit die gleichen experimentellen Bedingungen wie in der Arbeit FRECHEN & BOENIGK & WEIDENFELLER (1995) angewendet. Polyminerisches Material der Korngröße 4 bis 11  $\mu\text{m}$  wurde mittels der von FRECHEN & SCHWEITZER & ZANDER (1996) modifizierten Feinkornmethode aufbereitet. Die sukzessive Bestrahlung der Proben fand mit einer  $^{60}\text{Co}$ -Gammaquelle in mindestens acht Dosissschritten bis zu einem Maximalwert von 1260 Gray statt. Die Dosisleistung der Gammaquelle betrug zum Zeitpunkt der Bestrahlung 10,16 bzw. 8,74 Gy/min. Ein Teil der Aliquots wurde mit einer  $^{241}\text{Am}$ -Quelle bestrahlt, um die Alpha-Effektivität zu bestimmen. Die Proben FFD1 und FFD2 wurden im Lumineszenz-Labor des Geologischen Institutes der Universität zu Köln gemessen (s. FRECHEN & BOENIGK & WEIDENFELLER 1995). Die übrigen Proben (FFD3-8) wurden in den Geochronology Laboratories am Centre for Environmental Change & Quaternary Research in Cheltenham, Grossbritannien, bearbeitet. Während im Kölner Labor der grün-blaue Wellenlängenbereich mit dem Breitbandfilter Schott BG39 gemessen wurde, fand in Cheltenham der blaue Wellenlängenbereich mit einer Filterkombination aus Schott BG39 und Corning 7-59 Anwendung. Für alle Proben wurden IRSL- und TL-Datierungen sowohl mit der Regenerierungs-Methode als auch mit der Additiven Methode durchgeführt (vgl. FRECHEN & BOENIGK & WEIDENFELLER 1995), so dass insgesamt 28 Lumineszenz-Altersbestimmungen für das Lößprofil Fürfeld vorliegen. Da die natürliche Feuchte der Sedimente aufgrund des jahrzehntelangen Abbaus in der Sandgrube nicht mehr bestimmt werden kann, wurde bei der Altersberechnung ein Wert von  $15 \pm 5$  Gew. % Wassergehalt für die Sedimente angenommen.

### 4. Ergebnisse

Die gammaspektometrisch bestimmte Dosisleistung der Proben liegt zwischen 3,14 und 3,70 Gy/ka (Tab. 1). Die stratigraphisch älteste Probe FFD1 weicht mit einer Dosisleistung von 2,60 bis 2,73 Gy/ka von den Werten der übrigen Proben ab.

Die Paläodosis (ED)-Werte nehmen für die IRSL von 71 auf 810 Gray und für die TL von 80 auf 1300 Gray zum Liegenden hin zu (Tab. 2). Die höchsten Paläodosis-Werte wurden mit der TL-Methode für die stratigraphisch älteste Probe erreicht. Obwohl der

Tab. 1: Dosimetrische Ergebnisse der Proben aus dem Profil L/K in Fürfeld.

Sample	IRSL-REGEN		IRSL-ADD		TL-REGEN		TL-ADD	
	Paläodosis in Gray [Gy]				Alter in 1000 Jahren			
FFD1	792,9 $\pm$ 115,3	809,9 $\pm$ 57,5	1300,4 $\pm$ 137,9	1107,5 $\pm$ 43,4	290 $\pm$ 48	296 $\pm$ 31	500 $\pm$ 65	426 $\pm$ 37
FFD2	818,5 $\pm$ 44,6	475,8 $\pm$ 51,5	833,1 $\pm$ 56,2	652,1 $\pm$ 13,7	224 $\pm$ 22	130 $\pm$ 18	230 $\pm$ 25	180 $\pm$ 15
FFD3	296,1 $\pm$ 26,6	350,1 $\pm$ 58,4	371,1 $\pm$ 27,3	470,1 $\pm$ 9,2	94 $\pm$ 11	112 $\pm$ 21	117 $\pm$ 13	148 $\pm$ 12
FFD4	278,4 $\pm$ 19,2	246,1 $\pm$ 24,0	304,0 $\pm$ 15,5	342,2 $\pm$ 3,1	78,8 $\pm$ 8,3	69,6 $\pm$ 8,8	84,6 $\pm$ 8,0	95,3 $\pm$ 7,7
FFD5	96,8 $\pm$ 12,1	100,5 $\pm$ 5,6	102,3 $\pm$ 9,9	107,6 $\pm$ 1,8	26,6 $\pm$ 4,0	27,6 $\pm$ 2,7	27,7 $\pm$ 3,5	29,1 $\pm$ 2,4
FFD6	76,8 $\pm$ 7,1	84,0 $\pm$ 10,0	82,5 $\pm$ 4,5	88,9 $\pm$ 2,9	—	—	—	—
FFD7	75,8 $\pm$ 5,5	83,9 $\pm$ 4,1	77,8 $\pm$ 2,7	77,3 $\pm$ 1,7	22,1 $\pm$ 2,3	24,5 $\pm$ 2,2	22,0 $\pm$ 1,9	21,9 $\pm$ 1,8
FFD8	71,0 $\pm$ 5,9	72,5 $\pm$ 3,3	82,2 $\pm$ 3,4	79,8 $\pm$ 2,1	21,1 $\pm$ 2,4	21,6 $\pm$ 1,9	23,5 $\pm$ 2,1	22,8 $\pm$ 1,9

Tab. 2: Paläodosismerte und Altersergebnisse der Proben aus dem Profil L/K in Fürfeld.

Sample	Uranium [ppm]	Thorium [ppm]	Potassium [%]	$\alpha$ efficiency IRSL	IR dose rate [Gy/ka]	$\alpha$ efficiency TL	TL dose rate [Gy/ka]
FFD1	1,6±0,1	7,3±0,5	1,2±0,1	0,092	2,73±0,2	0,075	2,60±0,2
FFD2	2,4±0,2	10,3±0,7	1,3±0,1	0,103	3,66±0,3	0,100	3,62±0,3
FFD3	2,0±0,1	9,0±0,6	1,2±0,1	0,090	3,14±0,2	0,095	3,19±0,2
FFD4	2,5±0,2	10,0±0,7	1,4±0,1	0,090	3,54±0,3	0,095	3,59±0,3
FFD5	2,8±0,2	10,7±0,8	1,3±0,1	0,080	3,64±0,3	0,085	3,68±0,3
FFD6	—	—	—	—	—	—	—
FFD7	2,9±0,2	10,4±0,7	1,4±0,1	0,061	3,43±0,3	0,069	3,53±0,3
FFD8	2,8±0,2	10,2±0,7	1,4±0,1	0,062	3,36±0,3	0,073	3,50±0,3

Paläodosismerte von Probe FFD1 zwischen 1100 und 1300 Gray liegt, sind die IRSL- und TL-Aufbaukurven nicht in der Sättigung (Abb. 2). Im Vergleich dazu sind die Aufbaukurven einer oberweichselzeitlichen Probe in Abb. 3 dargestellt.

Sensitivitätsveränderungen sind eine Folge der künstlichen Belichtung der Proben bei Anwendung der Regenerierungs-Methode und können zu Altersunterbestimmungen bei dieser Methode führen. Sie werden aus dem Vergleich der Paläodosismerte, die jeweils mit der Regenerierungs-Methode und der Additiven Methode bestimmt wurden, berechnet. Die Sensitivitätsänderungen sind bei den Proben FFD5 bis 8 vernachlässigbar gering; sie betragen im Durchschnitt 6,4% bei der IRSL und 2,6% bei der TL. Dagegen betragen die Sensitivitätsveränderungen bei den Proben FFD1 bis 4 durchschnittlich 13,9% (IRSL) und 8,4% (TL).

Die IRSL-Paläodosismerte, die mit der Additiven Methode bestimmt wurden, fallen für die Proben FFD5 bis 8 um 3,6% und für die Proben FFD1 bis 4 um 26,8% geringer aus als die mit der TL bestimmten Werte. Dementsprechend fallen die mit der Regenerierungs-Methode bestimmten IRSL-Paläodosismerte um durchschnittlich 7,1% (FFD5–8) bzw. 22,2% (FFD1–4) geringer aus als die mit der TL bestimmten. Für die Probe FFD1 beträgt die IRSL-Unterbestimmung 26,9% für die Additive und 39,0% für die Regenerierungs-Methode.

Die stratigraphisch älteste Probe unterhalb des kräftigen Bt-Horizontes einer Parabraunerde ergab IRSL-Alter von etwa 300 ka und TL-Alter von 420 bis 500 ka. Die Datierungsgrenze der Lumineszenzmethoden hängt von vielen Faktoren ab. Neben der angewendeten Methode, z.B. IRSL oder TL, dem gemessenen Wellenlängenbereich, sowie den materialspezifischen Lumineszenz-Eigenschaften, ist die Datierungsgrenze in besonderem Maße von der Intensität der Umgebungsstrahlung, berechnet in Gy/ka (s. Tab. 1), des zu datierenden Sedimentes abhängig. Je geringer die natürliche Dosisleistung ist, desto weiter kann die Probe in die Vergangenheit zurückdatiert werden. FRECHEN (1994) und FRECHEN & BOENIGK & WEIDENFELLER (1995) nehmen für die Lösses des Mittelrheingebiets eine obere Datierungsgrenze von etwa 100 ka an, bis zu der verlässlich datiert werden kann. Dagegen vermutet beispielsweise ZÖLLER (1995) für Lösses aus dem Mittelrheingebiet sowie dem Mainzer Becken eine Datierungsgrenze von mehreren 100 ka.

Am Beispiel der Probe FFD1 kann gezeigt werden, wie schwierig die Einschätzung der Verlässlichkeit von Lumineszenz-Datierungen prä-eemzeitlicher Sedimente ohne gesicherte unabhängige Altersbestimmungen ist. Die unterhalb des Bt-Restes zwischengeschalteten beiden Tephren (T1 und T2) sind vermutlich dem Osteifel-Vulkanfeld und

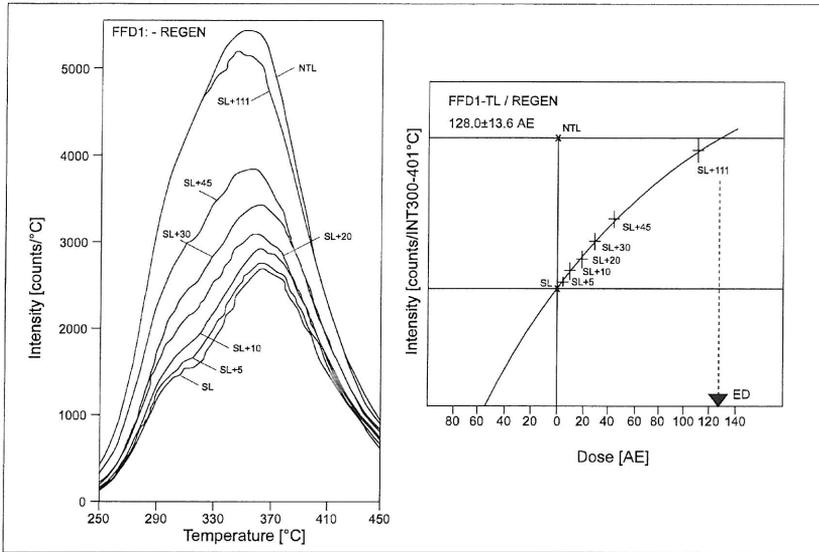


Abb. 2a: Auswertung der Probe FFD1 mit der Regenerierungs-Methode (REGEN). Dargestellt sind TL-Glühkurven (links) und der Kurvenverlauf der Regressionsanalyse des Integrals zwischen 300 und 401°C (rechts) zur Bestimmung der Paläodosis (ED). Die ED ist in Arbeitseinheiten angegeben (1 AE = 10.2 Gy/min).

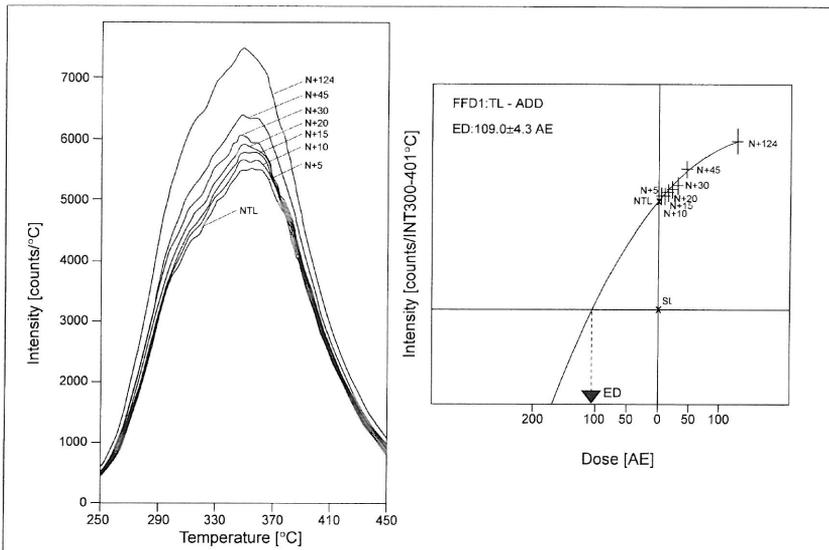


Abb. 2b: Auswertung der Probe FFD1 mit der Additiven Methode (ADD). Dargestellt sind TL-Glühkurven (links) und der Kurvenverlauf der Regressionsanalyse des Integrals zwischen 300 und 401°C (rechts) zur Bestimmung der Paläodosis (ED). Die ED ist in Arbeitseinheiten angegeben (1 AE = 10.2 Gy/min).

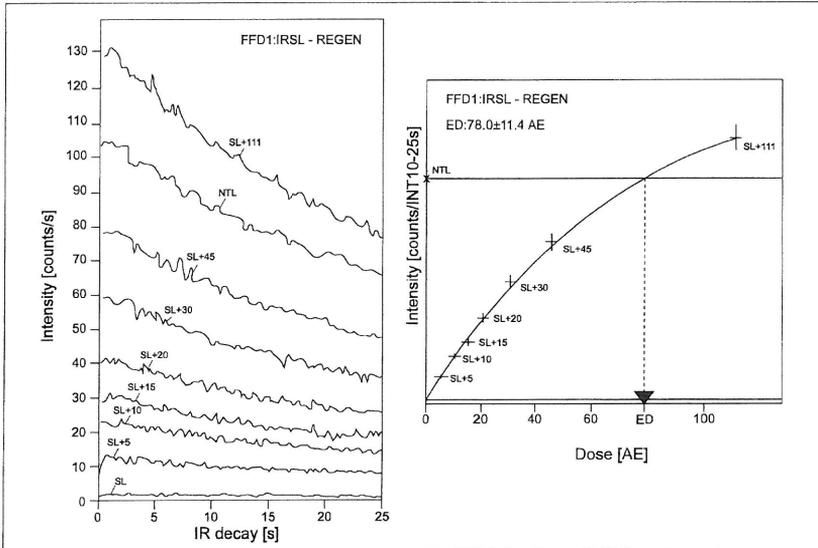


Abb. 2c: Auswertung der Probe FFD1 mit der Regenerierungs-Methode (REGEN). Dargestellt sind IRSL-Kurven (links) und der Kurvenverlauf der Regressionsanalyse des Integrals zwischen 10 und 20 sec (rechts) zur Bestimmung der Paläodosis (ED). Die ED ist in Arbeitseinheiten angegeben (1 AE = 10.2 Gy/min).

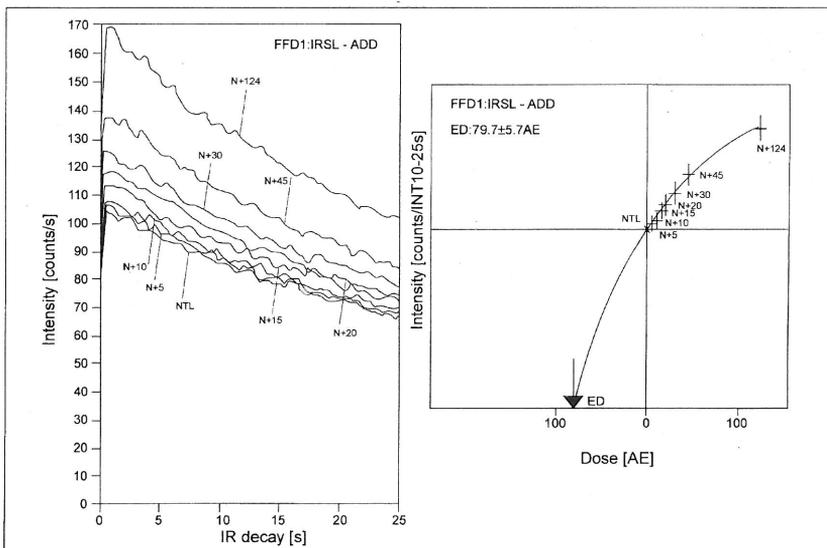


Abb. 2d: Auswertung der Probe FFD1 mit der Additiven Methode (ADD). Dargestellt sind IRSL-Kurven (links) und der Kurvenverlauf der Regressionsanalyse des Integrals zwischen 10 und 20 sec (rechts) zur Bestimmung der Paläodosis (ED). Die ED ist in Arbeitseinheiten angegeben (1 AE = 10.2 Gy/min).

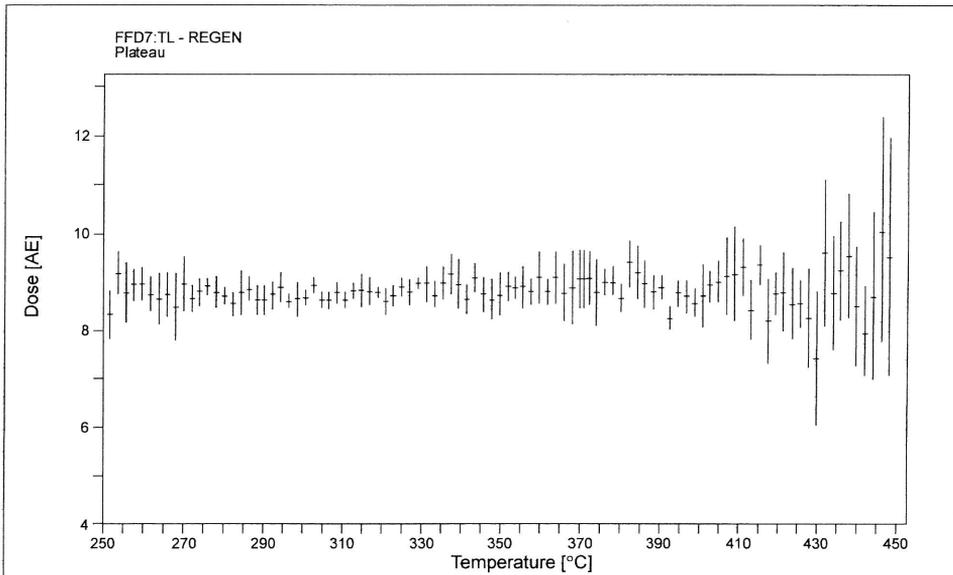
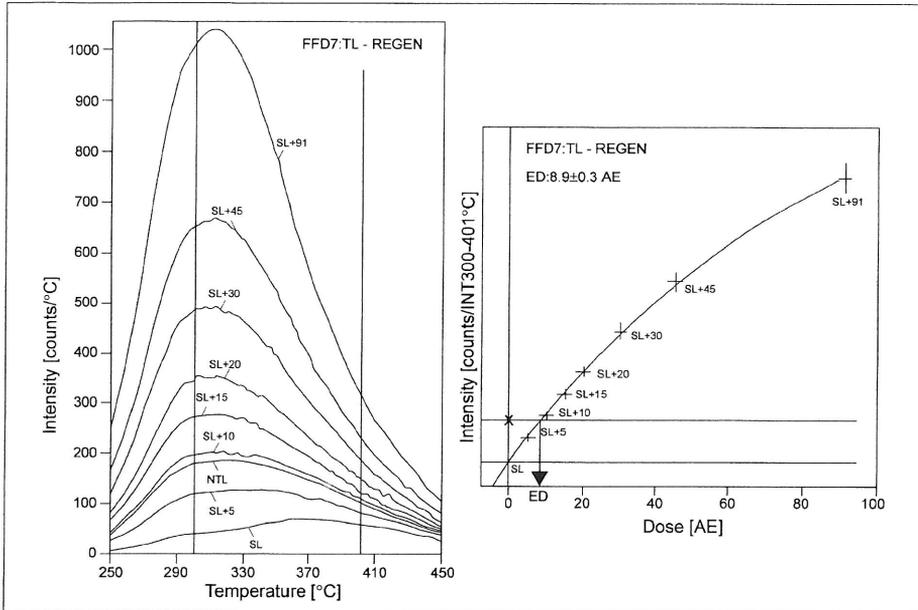


Abb. 3a: Auswertung der Probe FFD7 mit der Regenerierungs-Methode (REGEN). Dargestellt sind TL-Glühkurven (links) und der Kurvenverlauf der Regressionsanalyse des Integrals zwischen 300 und 401°C (rechts) zur Bestimmung der Paläodoses (ED). Die ED ist in Arbeitseinheiten angegeben (1 AE = 8.7 Gy/min). Die untere Abbildung zeigt das TL-Plateau.

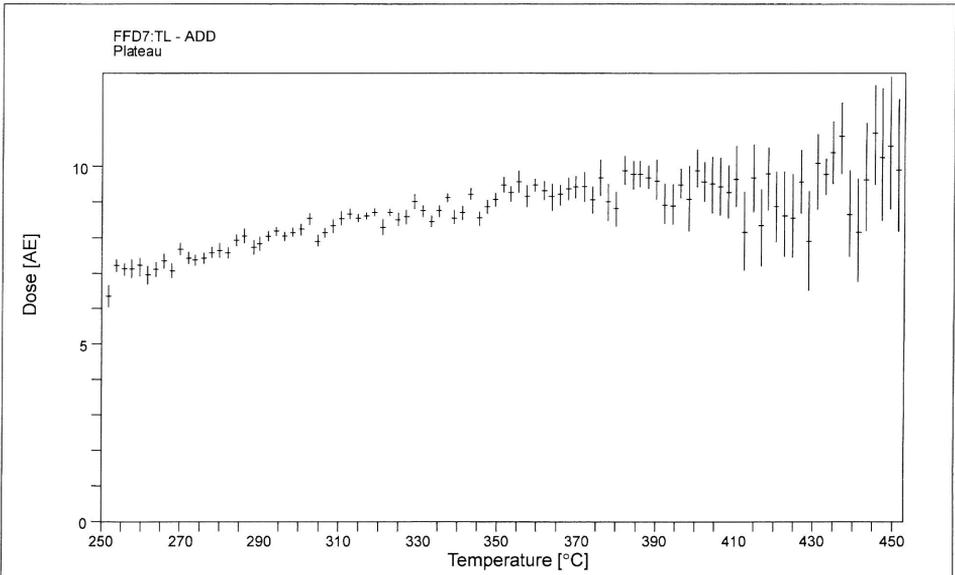
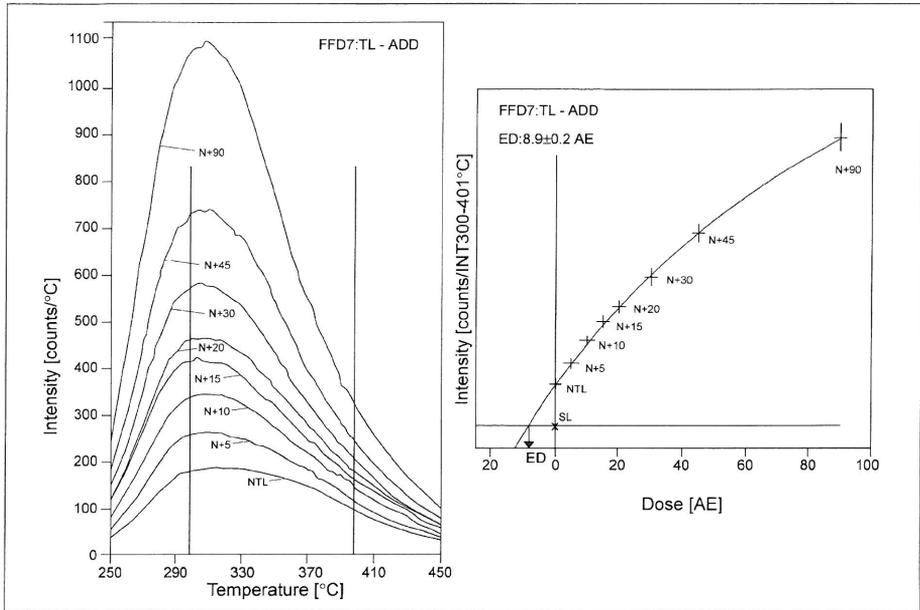


Abb. 3b: Auswertung der Probe FFD7 mit der Additiven Methode (ADD). Dargestellt sind TL-Glühkurven (links) und der Kurvenverlauf der Regressionsanalyse des Integrals zwischen 300 und 401°C (rechts) zur Bestimmung der Paläodosis (ED). Die ED ist in Arbeitseinheiten angegeben (1 AE = 8.7 Gy/min). Die untere Abbildung zeigt das TL-Plateau.

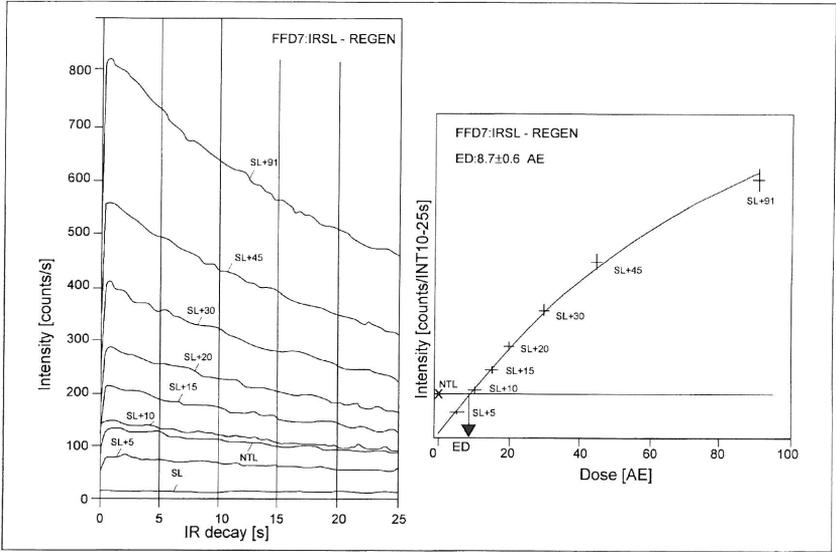


Abb. 3c: Auswertung der Probe FFD7 mit der Regenerierungs-Methode (REGEN). Dargestellt sind IRSL-Kurven (links) und der Kurvenverlauf der Regressionsanalyse des Integrals zwischen 10 und 20sec (rechts) zur Bestimmung der Paläodosis (ED). Die ED ist in Arbeitseinheiten angegeben (1 AE = 8.7 Gy/min).

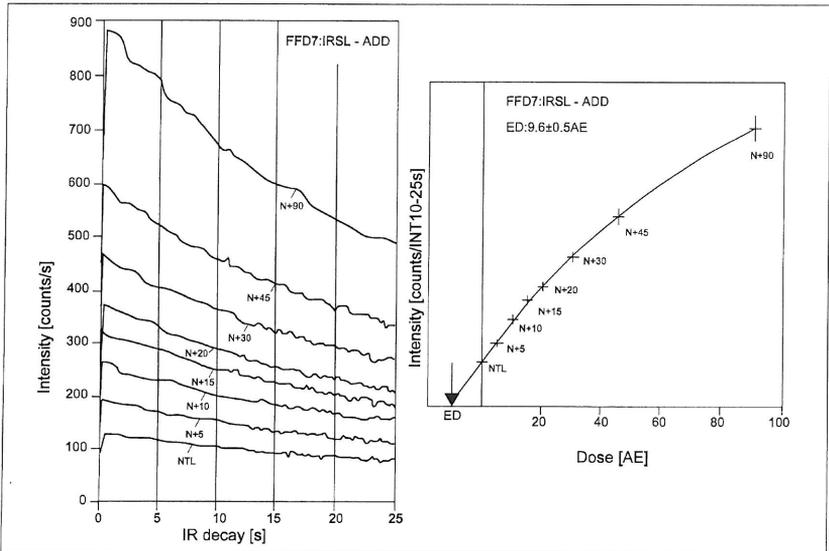


Abb. 3d: Auswertung der Probe FFD7 mit der Additiven Methode (ADD). Dargestellt sind IRSL-Kurven (links) und der Kurvenverlauf der Regressionsanalyse des Integrals zwischen 20 und 30sec (rechts) zur Bestimmung der Paläodosis (ED). Die ED ist in Arbeitseinheiten angegeben (1 AE = 8.7 Gy/min).

der Riedener Eruptionsphase zwischen 450 und 350 ka zuzuordnen (vgl. WEIDENFELLER 1999). Aus lößstratigraphischer Sicht sind die Lumineszenz-Alter von 300 bis 500 ka wahrscheinlich und eine Korrelation dieses kräftigen Bt-Horizontes aus Fürfeld mit dem Kärlicher Interglazial I wäre demzufolge nicht auszuschließen (vgl. BOENIGK & FRECHEN 1998). Aus zahlreichen Lumineszenz-Datierungsstudien an unterpleistozänen Lössen in Eurasien sind IRSL- und TL-Alter von 250 bis 400 ka bekannt (z.B. FRECHEN & HORVATH & GABRIS 1997, FRECHEN & BOENIGK 1997, FRECHEN et al. 1999, FRECHEN 1999). Die tatsächlichen Alter betragen jeweils mehr als 790 ka (TAUXE et al. 1996), da die Lößproben unterhalb der Brunhes/Matuyama-Grenze entnommen wurden.

Für die Probe FFD2 von oberhalb des Bt-Horizontes aus Profil L wurden Lumineszenz-Alter von 230 bis 130 ka bestimmt, für die Probe FFD3 IRSL-Alter von 112 bis 94 ka und TL-Alter von 148 bis 117 ka (Abb. 4, Tab. 2). Es bleibt unklar, ob es sich hierbei um unterweichselzeitliche oder saalezeitliche Schwemmlösse handelt. Zum einen besteht die Möglichkeit der Alterunterbestimmung, die im Altersbereich von 100 ka etwa 20 bis 30% betragen kann, zum anderen handelt es sich um Schwemmlösse, deren Sonnenlicht-Exposition von kurzer Dauer gewesen sein kann und somit Altersüberbestimmungen ergeben können. Als wahrscheinlichste Interpretation wird ein saalezeitliches Sedimentationsalter angenommen (Abb. 4). Die Probe FFD4 wurde aus dem Schwemmlöß oberhalb einer Verbraunung genommen. Die IRSL-Alter schwanken zwischen  $78,8 \pm 8,3$  und  $69,6 \pm 8,8$  ka und TL-Alter zwischen  $95,3 \pm 7,7$  und  $84,6 \pm 8,0$  ka, so dass von einem unterweichselzeitlichen Ablagerungsalter für diesen Horizont ausgegangen werden kann. Inwieweit mittelweichselzeitliche Sedimente vorhanden sind, geht aus dem Datensatz nicht hervor. Für die zum Hangenden hin folgenden vier Proben wurden Lumineszenz-Alter von  $29,1 \pm 2,4$  bis  $21,1 \pm 2,4$  ka bestimmt. Die Löss- und die zwischengeschaltete Verbraunung stellen somit einen Teil des Oberweichsel dar.

## 5. Diskussion

Für das Lößprofil Fürfeld ergibt sich folgende chronostratigraphische Interpretation: Die Sedimente oberhalb der Verbraunung zwischen 2,58 und 2,75 m im Profil L/K wurden während der letzten Kaltzeit abgelagert. Die oberweichselzeitliche Abfolge besteht aus Löß und einer zwischengeschalteten Verbraunung. Die für den Zeitraum zwischen 20 und 25 ka typischen oberweichselzeitlichen Nassböden fehlen. Die Schwemmlösse unterhalb einer weiteren Verbraunung sind mit großer Wahrscheinlichkeit saalezeitlichen Alters. Die Lumineszenz-Datierungen der Sedimente von unterhalb des kräftigen Bt-Horizontes sind prä-saalezeitlich und bestätigen damit die pedostratigraphische Einstufung von WEIDENFELLER (1999: Abb. 19). Ob es sich um elsterzeitliche bzw. viertletztglaziale Ablagerungen handelt, kann mit Hilfe des vorliegenden Datensatz nicht zweifelsfrei entschieden werden.

Die Sedimente oberhalb der ersten Verbraunung wurden von WEIDENFELLER (1999) aufgrund des Fehlens eines Bt-Horizontes als saalezeitliche Bildungen gedeutet. Diese Auffassung wurde unterstützt durch die Annahme, Rinne XII würde zwischen den Profilen F und G an der Geländeoberfläche ausstreichen. Die im Rahmen des Kiesabbaus erfolgten Abgrabungen im oberen Teil des Lößwand erlaubten keinen eindeutigen Geländebefund (vgl. WEIDENFELLER 1999: Abb. 3). Nach den Ergebnissen der Lumineszenz-Datierungen (Proben FFD4 bis 8) sind die entsprechenden Sedimente ins Weichsel einzuordnen (Abb. 6). Entsprechend wäre der erste (untere) Verbraunungshorizont mit Karbonatanreicherungszone an der Basis als Erosionsrest der eemzeitlichen Parabraunerde, die zweite (obere) Verbraunung als innerweichselzeitliche Bodenbildung zu deuten.

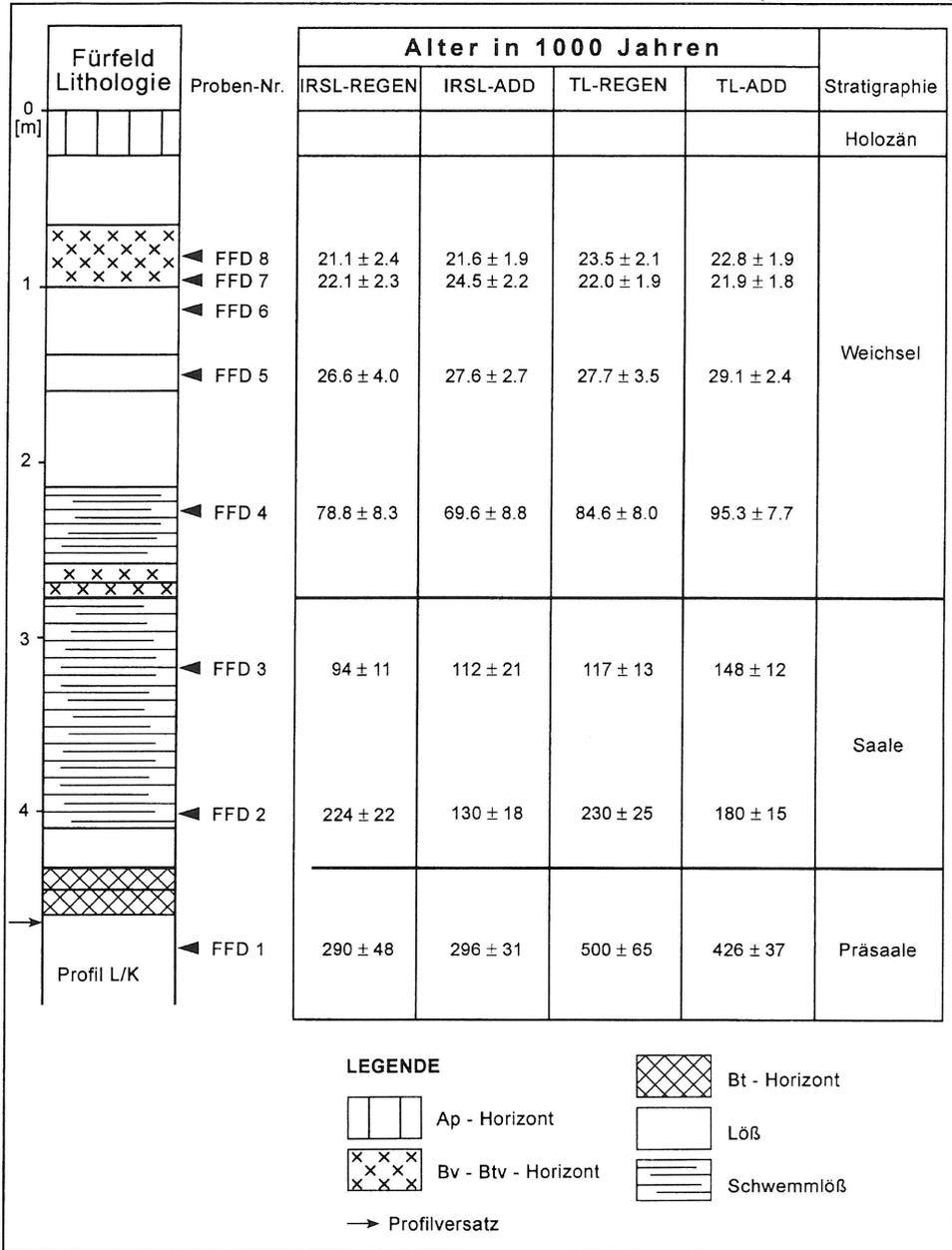
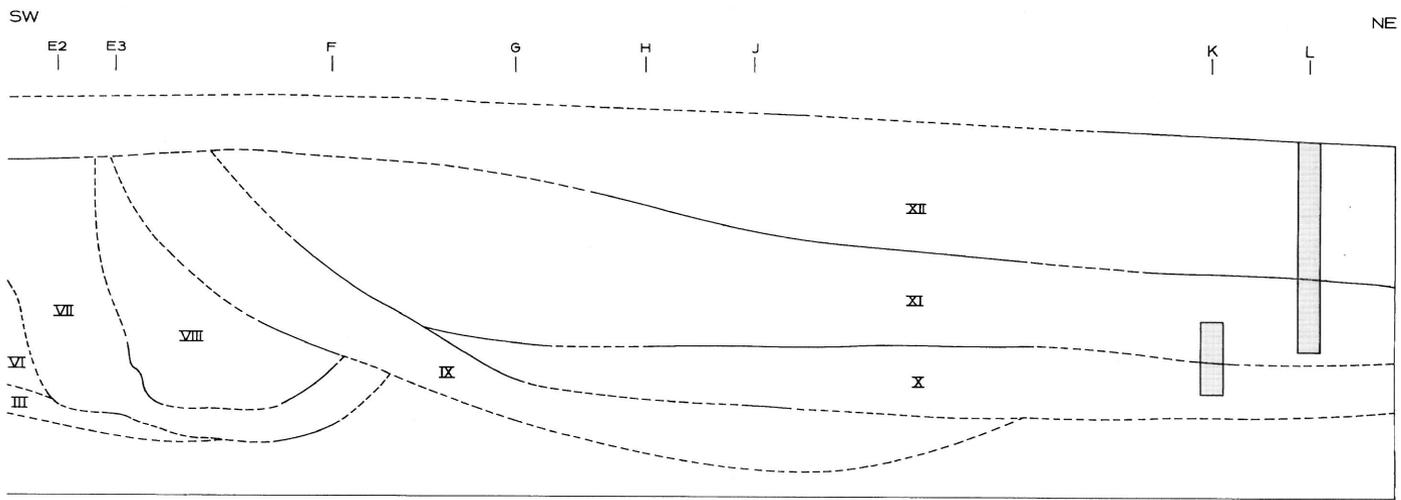


Abb. 4: Lithologie sowie IRSL- und TL-Altersdaten für das Profil L/K in Fürfeld.



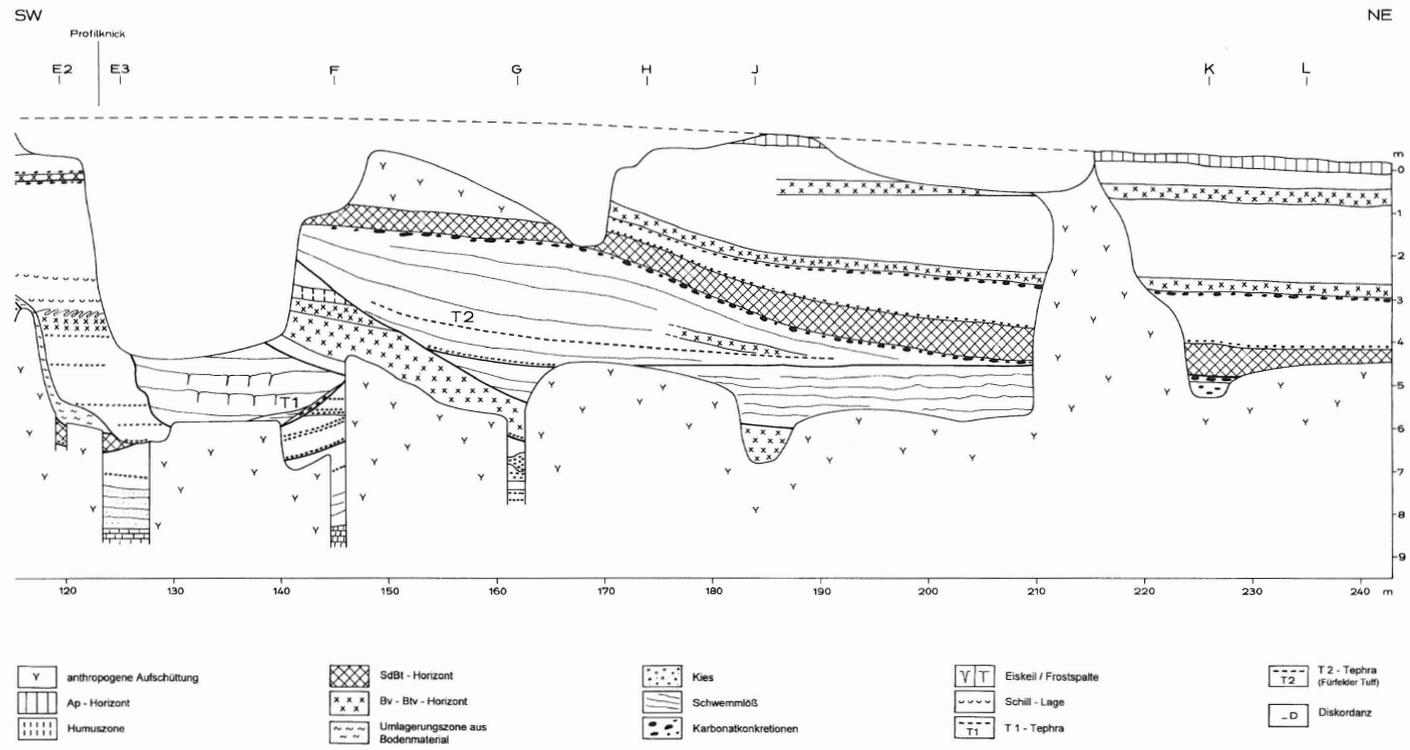


Abb. 5: Aufriss der Aufschlusswand mit den Rinnen VII bis XII und Lage des Profils L/K.

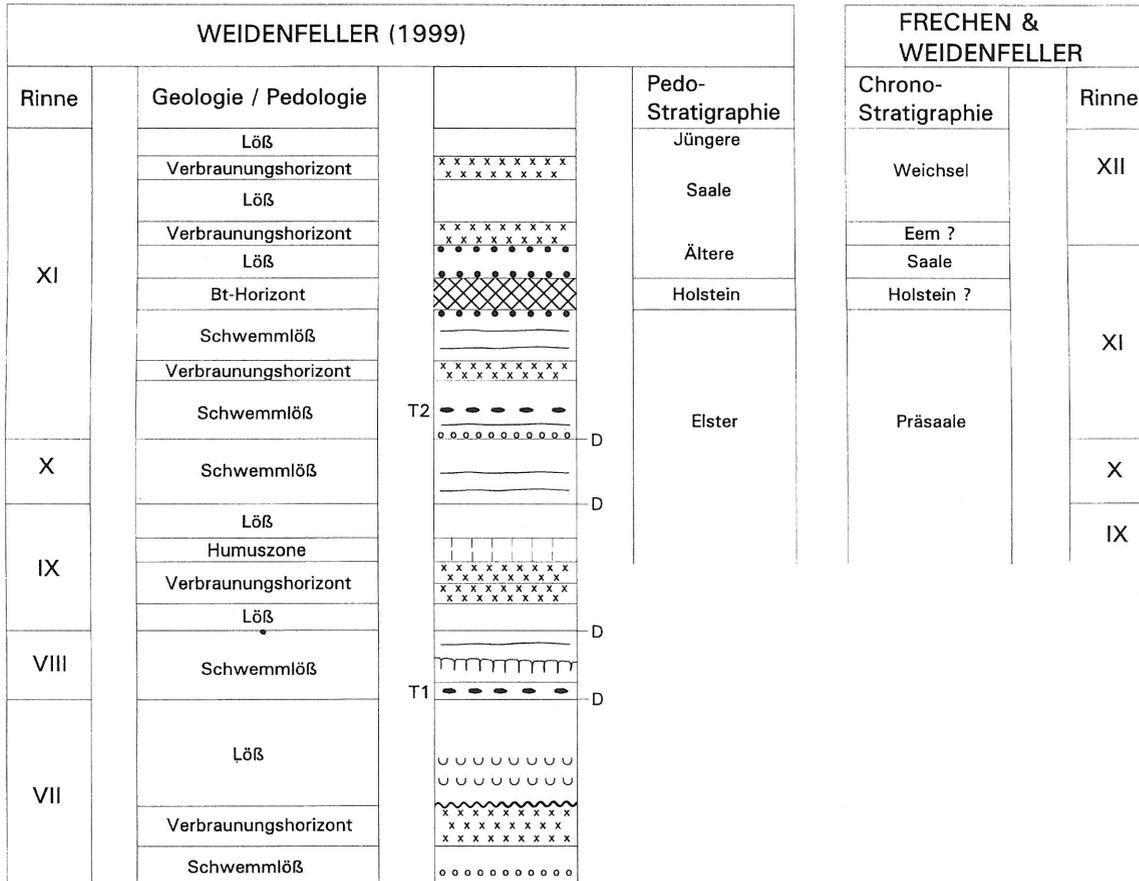


Abb. 6: Stratigraphische Neugliederung des Lößprofils Fürfeld im Bereich der Rinnen VII bis XII auf Basis der Lumineszenz-Ergebnisse (Legende s. Abb. 5).

Bezüglich der Rekonstruktion der Rinnenentwicklung ist nunmehr davon auszugehen, dass sich die Rinne XII weiter nach Nordosten erstreckt (Abb. 5). Die Basis dieser Rinne wird im untersuchten Profil L/K in 2,67 m unter GOF durch eine Diskordanz markiert. Die unterhalb dieser Diskordanz in Rinne XI abgelagerten Schwemmlöse haben, wie oben ausgeführt, mit großer Wahrscheinlichkeit ein saalezeitliches Alter.

### Schriften

- AITKEN, M.J. (1998): Introduction to Optical Dating. 256 S., 105 Abb., (Academic Press) Oxford.
- BOENIGK, W. & FRECHEN, M. (1997): Stratigraphie des Mittelpleistozänprofils von Ariendorf am Mittelrhein. – Jb.römisch-german. Zentralmuseum, **44**, S. 26–37, 5 Abb., Mainz.
- (1998): Zur Geologie der Deckschichten von Kärlich/Mittelrhein. – Eiszeitalter u. Gegenwart, **48**, S. 38–49, 4 Abb., 2 Tab., Hannover.
- CONARD, N.J. & HAESAERTS, P. & LANGOHR, R. (1996): Quaternary geology and Paleolithic archaeology in Wallertheim/Rheinhessen. – In: SEMMEL, A. (Hrsg.): Pleistozäne und holozäne Böden aus Lößsubstraten am Nordrand der Oberrheinischen Tiefebene. Frankfurter geowiss. Arb., **D20**, S. 131–141, 2 Abb., 2 Tab., Frankfurt a.M.
- FRECHEN, M. (1994): Thermolumineszenz-Datierungen an Lössen des Tönchesberges aus der Osteifel. – Eiszeitalter u. Gegenwart, **44**, S. 79–93, 7 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- (1999): Luminescence dating of loessic sediments from the Loess Plateau, China. – Geol. Rundschau, **87**, S. 675–684, 7 Abb., 2 Tab., Berlin.
- FRECHEN, M. & BOENIGK, W. (1997): Lößstratigraphie in Tadschikistan – das Profil Darai Kalon. – Geol. Institut Univ. Köln, Sonderveröff., **114**, S. 159–181, 7 Abb., Köln.
- FRECHEN, M. & BOENIGK, W. & WEIDENFELLER, M. (1995): Chronostratigraphie des „Eiszeitlichen Lößprofils“ in Koblenz-Metternich. – Mainzer geowiss. Mitt., **24**, S. 155–180, 13 Abb., 2 Tab., Mainz.
- FRECHEN, M. & HORVATH, E. & GABRIS, G. (1997): Geochronology of Middle and Upper Pleistocene loess sections in Hungary. – Quaternary Research, **48**, S. 291–312, 9 Abb., 2 Tab., Washington.
- FRECHEN, M. & SCHWEITZER, U. & ZANDER, A. (1996): Improvements in sample preparation for the fine grain technique. – Ancient TL, **14**, S. 15–17, 2 Abb., Clermont-Ferrand.
- FRECHEN, M. & ZANDER, A. & CILEK, V. & LOŽEK, V. (1999): Loess chronology of the last interglacial/glacial cycle in Bohemia and Moravia, Czech Republic. – Quaternary Sci. Reviews, **18**, S. 1467–1493, 14 Abb., 4 Tab., Oxford.
- FROMM, K. (1987): Paläomagnetische Bestimmungen zur Korrelierung altpleistozäner Terrassen des Mittelrheins. – Mainzer geowiss. Mitt., **16**, S. 7–29, 16 Abb., 1 Tab., Mainz.
- SEMMEL, A. (Hrsg.) (1974): Der Stand der Eiszeitforschung im Rhein-Main-Gebiet. – Rhein-Main. Forsch., **78**, 215 S., 21 Abb., Frankfurt a.M.
- (1996): Pleistozäne und holozäne Böden aus Lößsubstraten am Nordrand der Oberrheinischen Tiefebene. – Frankfurter geowiss. Arb., **D20**, 144 S., 25 Abb., 20 Tab., Frankfurt a.M.
- (1999): Loess section of Mainz-Weisenau, Mainz basin. – In: WEIDENFELLER, M. & ZÖLLER, L. (Hrsg.): Loess in the Middle and Upper Rhine Area (Revised edition). S. 60–72, 5 Abb., 3 Tab., 3 Fotos, (Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz), Mainz.
- SEMMEL, A. & FROMM, K. (1976): Ergebnisse paläomagnetischer Untersuchungen an quarzären Sedimenten des Rhein-Main-Gebietes. – Eiszeitalter und Gegenwart, **27**, S. 18–25, 3 Abb., Öhringen.

- TAUXE, L. & HERBERT, T. & SHACKLETON, N.J. & KOK, Y.S. (1996): Astronomical calibration of the Matuyama-Brunhes boundary: Consequences for magnetic remanence acquisition in marine carbonates and the Asian loess sequences. — *Earth and Planetary Sci. Letters*, **140**, S. 133–146, 6 Abb., 2Tab. (Elsevier) Amsterdam.
- WEIDENFELLER, M. (1999): Mittel- und jungpleistozäne Rinnensedimente im Lößprofil Fürfeld am Westrand des Mainzer Beckens. — In: BECKER-HAUMANN, R. & FRECHEN, M. (Hrsg.): *Terrestrische Quartärgeologie*. S. 120–160, 19 Abb., (Logabook) Köln.
- WEIDENFELLER, M. & ZÖLLER, L. (1996): Paläoböden und Neotektonik im Profil Forst am Westrand des Oberrheingrabens. — *Frankfurter geowiss. Arb.*, **D20**, S. 89–100, 3 Abb., 1 Tab., Frankfurt a.M.
- (1999): *Loess in the Middle and Upper Rhine Area (Revised edition)*. Field Guide Loessfest '99. International Conference in celebration of the 175<sup>th</sup> anniversary of the first recognition of the origins of loess by von Leonhard; Bonn and Heidelberg, Germany, 25 March–1 April 1999. 83 S., 34 Abb., 6 Tab., 7 Fotos, (Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz), Mainz.
- WINTLE, A.G. (1997): *Luminescence dating: laboratory procedures and protocols*. — *Radiation Measurements*, **27**, S. 769–817, 30 Abb., 1 Tab., (Elsevier) Amsterdam.
- ZÖLLER, L. (1995): *Würm- und Risslößstratigraphie und Thermolumineszenz-Datierungen in Süddeutschland und angrenzenden Gebieten*. Habil.-Schrift, Fakultät Geowissenschaften, Universität Heidelberg, 199 S., Heidelberg.

Anschriften der Autoren:

Privat-Dozent Dr. MANFRED FRECHEN, Centre for Environmental Change & Quaternary Research, GEMRU, Francis Close Hall, Swindon Road, Cheltenham GL50 4AZ, United Kingdom; E-Mail: MFrechen@chelt.ac.uk.

Dr. MICHAEL WEIDENFELLER, Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Emy-Roeder-Straße 5, D-55129 Mainz 2; E-Mail: michael.weidenfeller@gla-rlp.de.

Manuskript eingegangen am 13.1.2000