

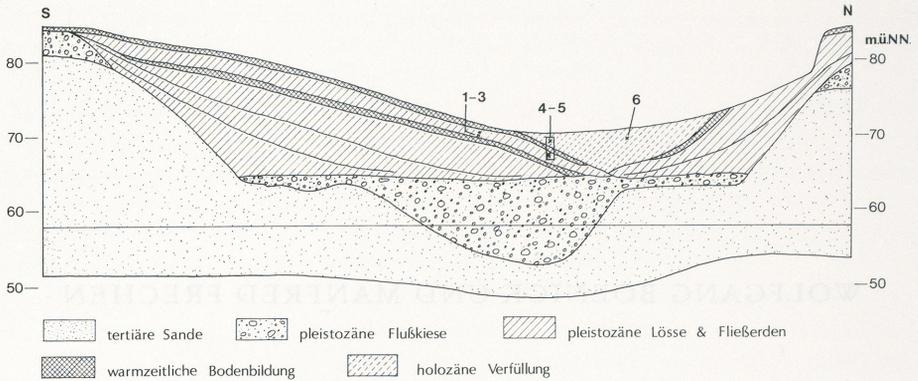
WOLFGANG BOENIGK UND MANFRED FRECHEN

Lumineszenz-Datierungen an kolluvialen Sedimenten des Elsbachtales

Der pleistozäne Untergrund des holozänen Elsbachtals wird durch einen fluviatilen Grobschotter aufgebaut, der durch zwei Lößdeckschichten überlagert wird (Abb. 1). Die Lößdeckschichten werden durch eine Parabraunerde als Zeugnis einer interglazialen Bodenbildung voneinander getrennt (BOENIGK 1990). Das Holozän im Elsbachtal beginnt mit einer Bodenbildung, die von einer Parabraunerde am Hang über eine pseudovergleyte Parabraunerde in einen Anmoorgley im tiefsten Teil des Tales übergeht. Die Bodenbildung hat bis ins Atlantikum angehalten. Danach setzte eine Sedimentation im Tal ein, die zu einer Akkumulation von abgespülten Hangsedimenten führte, in denen zahlreiche archäologische Befunde vorkamen. Damit liegt im Elsbachtal eine gut datierte Sedimentfolge aus dem Jungpleistozän bis in das Jungholozän vor, die geeignet ist, methodische Untersuchungen mittels Thermolumineszenz (TL)- und Infrarot Optisch Stimulierter Lumineszenz (IRSL)-Datierungsmethoden durchzuführen (BOENIGK u. FRECHEN 1994).

Äolisch abgelagerte Sedimente wie Lössen und Dünen sands sind mit IRSL und TL bis zu einer oberen Datierungsgrenze von etwa 100 000 Jahren physikalisch datierbar (FRECHEN 1991; 1994). Darüber hinaus scheint eine relative Unterscheidung zwischen saale- und präsaalezeitlichen Lössen möglich. Die TL gilt heute als Standardmethode für die Datierung von Keramik oder gebrannten Artefakten sowie für Echtheitsuntersuchungen (Abb. 2). Mit Hilfe von kombinierten Lumineszenz-Untersuchungen wird durch die Kölner Arbeitsgruppe ebenfalls versucht, das Eruptionsalter von vulkanischen Aschen und Gläsern zu bestimmen.

Die Verlässlichkeit und die Datierungsgrenzen der TL und IRSL sind für kolluviale Sedimente der letzten 10 000 Jahre noch wenig untersucht, weil geeignete Profile mit unabhängigen Altersbestimmungen selten sind. Die jungpleistozänen und gut datierten holozänen Sedimente des Elsbachtales bieten die Möglichkeit, Lumineszenz-Untersuchungen mit archäologischen, pollenstratigraphischen, dendrochronologischen und Radiokarbon-Datierungen zu vergleichen und zu eichen. Mit der kombinierten Anwendung mehrerer Lumineszenz-Methoden können darüber hinaus für



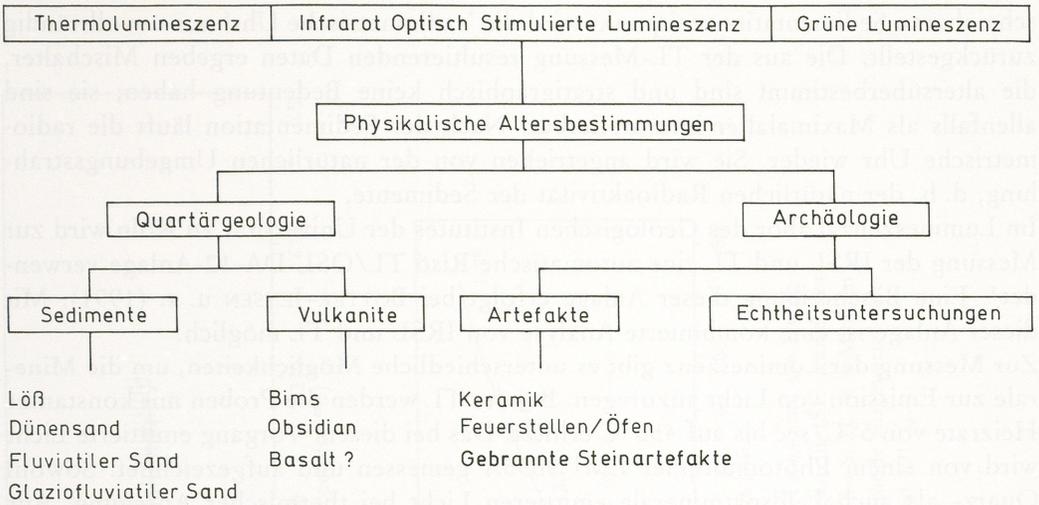
1 Elsbachtal. Geologischer Querschnitt. 1-6 Lage der untersuchten Proben.

jungpleistozäne Fließerden oder Schwemmlössen die Sedimentationsalter ebenfalls genauer und verlässlicher als mit herkömmlichen TL-Datierungen bestimmt werden.

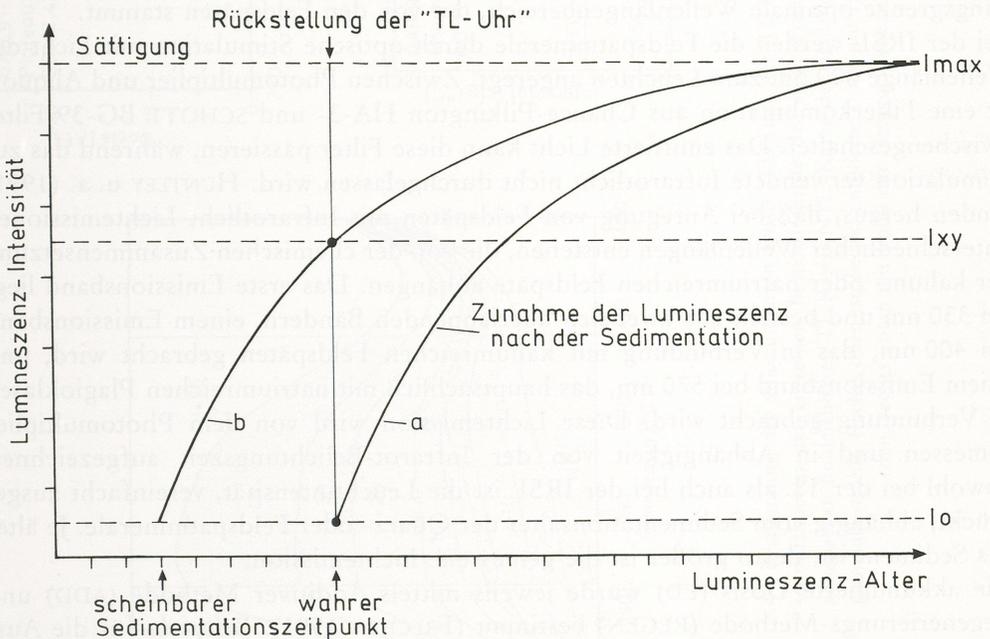
Methodik

Das Datierungsprinzip der Lumineszenz-Methoden beruht auf dem Prinzip eines anwachsenden Strahlenschadens mit der Dauer der Ablagerung. Der Anfangswert der Strahlenschäden muß bekannt sein, das heißt, die 'radiometrische Uhr' muß vor der Sedimentation auf Null zurückgestellt worden sein. Bei äolischen Sedimenten geschieht die Rückstellung des Lumineszenz-Signals während des Transportes durch das Sonnenlicht, bei vulkanischen Aschen und Gläsern, Keramik oder gebrannten Steinartefakten durch Aufheizen auf mehrere hundert Grad Celsius. Sowohl bei der Belichtung als auch bei der Aufheizung werden die Strahlenschäden ausgeheilt. Damit geht die ererbte Altersinformation verloren, und die 'radiometrische Uhr' wird auf Null zurückgestellt.

Quarz und Feldspatminerale der Korngrößenfraktion 4-11 µm benötigen eine Expositionszeit von 12-16 Stunden, um mit UV- oder Sonnenlicht bis auf einen unbleichbaren TL-Rest, der etwa 5-10% des Ausgangssignals beträgt, reduziert zu werden. Da das IRSL-Signal wesentlich sensitiver in bezug auf Belichtung mit UV- oder Sonnenlicht ist, wird die Nullstellung der 'radiometrischen Uhr' bereits nach 3-5 Minuten erreicht. Die kombinierte Anwendung von TL und IRSL zeigt, daß letztere gerade bei Fließerden und Schwemmlössen sowie bei kolluvialen Sedimenten von großem Vorteil ist, da das zu datierende Material aufgrund der zur Verfügung stehenden, nur kurzen Belichtungszeit hierbei in der Regel vollständig gebleicht ist, während die TL-Uhr in kurzen Zeiträumen nur unvollständig zurückgebleicht wird. Das Problem der unvollständigen Bleichung ist in Abbildung 3 erläutert. Man unterscheidet zwischen einem wahren Sedimentationszeitpunkt, bei dem die 'radiometrische Uhr' bis auf den unbleichbaren TL-Rest bzw. bei der IRSL bis auf Null zurückgestellt wird. Das hierbei bestimmte physikalische Alter entspricht dem Sedimentationsalter. Beim



2 Anwendungsmöglichkeiten der Lumineszenz-Datierungsmethoden.



3 Bei der Rückstellung der Lumineszenz-Uhr sind zwei Szenarien vorstellbar: (a) wahrer Sedimentationszeitpunkt: die Lumineszenz-Uhr wird bis auf den unbleichbaren TL-Rest I_0 oder bis auf Null (IRSL) zurückgebleicht, (b) scheinbarer Sedimentationszeitpunkt: die TL-Uhr wird nur unvollständig zurückgebleicht, daraus resultieren scheinbare, altersüberbestimmte Mischalter, die stratigraphisch keine Bedeutung haben.

scheinbaren Sedimentationszeitpunkt wird die 'radiometrische Uhr' nur unvollständig zurückgestellt. Die aus der TL-Messung resultierenden Daten ergeben Mischalter, die alterüberbestimmt sind und stratigraphisch keine Bedeutung haben; sie sind allenfalls als Maximalalter interpretierbar. Nach der Sedimentation läuft die radiometrische Uhr wieder. Sie wird angetrieben von der natürlichen Umgebungsstrahlung, d. h. der natürlichen Radioaktivität der Sedimente.

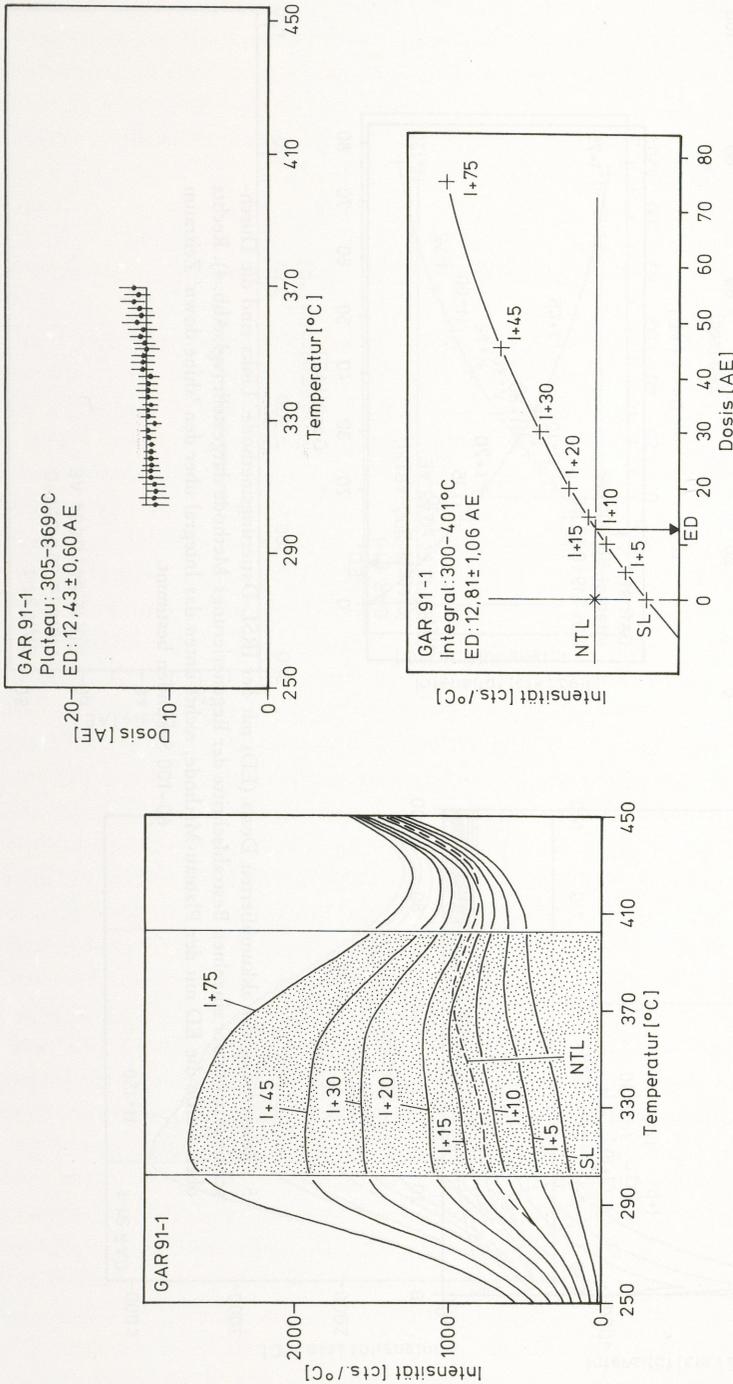
Im Lumineszenz-Labor des Geologischen Institutes der Universität zu Köln wird zur Messung der IRSL und TL eine automatische Risö TL/OSL-DA-12-Anlage verwendet¹. Eine Beschreibung dieser Anlage erfolgt bei BÖTTER-JENSEN u. a. (1991). Mit dieser Anlage ist eine kombinierte Analyse von IRSL und TL möglich.

Zur Messung der Lumineszenz gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, um die Minerale zur Emission von Licht anzuregen. Bei der TL werden die Proben mit konstanter Heizrate von 5°C/sec bis auf 450°C erhitzt. Das bei diesem Vorgang emittierte Licht wird von einem Photomultiplier EMI 9635A gemessen und aufgezeichnet. Sowohl Quarz- als auch Feldspatminerale emittieren Licht bei thermischer Anregung. Aus diesem Grund wird versucht, mit der Wahl von bestimmten Filtern den für die physikalischen Eigenschaften optimalen Wellenlängenbereich zu selektieren. Bei der Verwendung eines SCHOTT UG-11 Filters wird der Anteil der Emission von Quarz stark reduziert, d. h. dieser Filter unterdrückt Licht der Wellenlänge > 380 nm (vgl. FRECHEN 1991, 19 ff.). Dadurch dominiert der wegen der wesentlichen höheren Sättigungsgrenze optimale Wellenlängenbereich, der von den Feldspäten stammt.

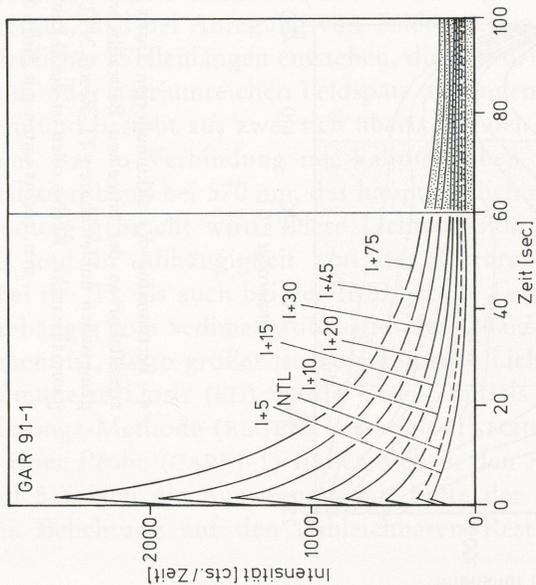
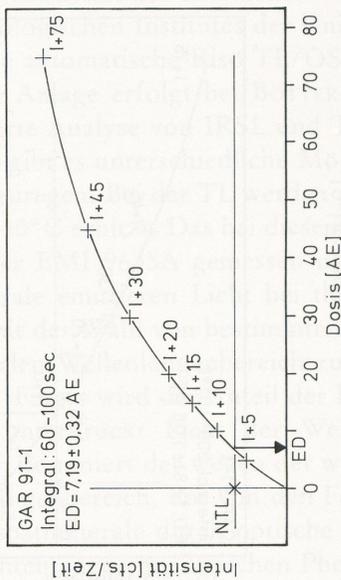
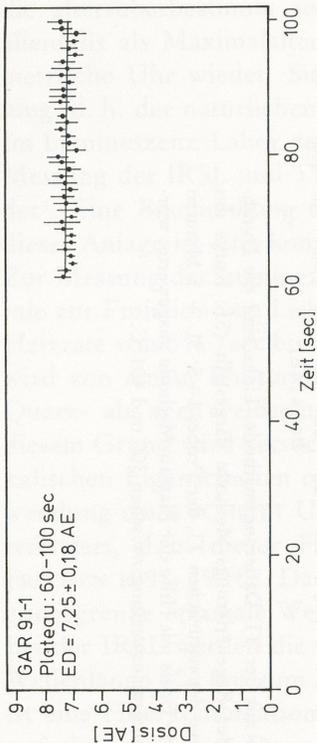
Bei der IRSL werden die Feldspatminerale durch optische Stimulation mit Licht der Wellenlänge 800 nm zum Leuchten angeregt. Zwischen Photomultiplier und Aliquots ist eine Filterkombination aus Chance-Pilkington HA-3- und SCHOTT BG-39-Filter zwischengeschaltet. Das emittierte Licht kann diese Filter passieren, während das zur Stimulation verwendete Infrarotlicht nicht durchgelassen wird. HUNTLEY u. a. (1991) fanden heraus, daß bei Anregung von Feldspäten mit Infrarotlicht Lichtemissionen unterschiedlicher Wellenlängen entstehen, die von der chemischen Zusammensetzung der kalium- oder natriumreichen Feldspäte abhängen. Das erste Emissionsband liegt bei 330 nm und besteht aus zwei sich überlappenden Bändern, einem Emissionsband bei 400 nm, das in Verbindung mit kaliumreichen Feldspäten gebracht wird, und einem Emissionsband bei 570 nm, das hauptsächlich mit natriumreichen Plagioklasen in Verbindung gebracht wird. Diese Lichtemission wird von dem Photomultiplier gemessen und in Abhängigkeit von der Infrarot-Belichtungszeit aufgezeichnet. Sowohl bei der TL als auch bei der IRSL ist die Leuchtintensität, vereinfacht ausgedrückt, abhängig vom Sedimentationsalter der Quarz- oder Feldspatminerale. Je älter das Sediment ist, desto größer ist die gemessene Lichtemission.

Die akkumulierte Dosis (ED) wurde jeweils mittels Additiver Methode (ADD) und Regenerierungs-Methode (REGEN) bestimmt (FRECHEN 1991). Beispiele für die Auswertung einer Probe (GAR91-1) finden sich in den Abbildungen 4–7: die Abbildungen 4 und 5 zeigen die Auswertung mit Hilfe der Regenerierungs-Methode (d. h. künstliche Belichtung auf den unbleichbaren Rest und anschließende künstliche

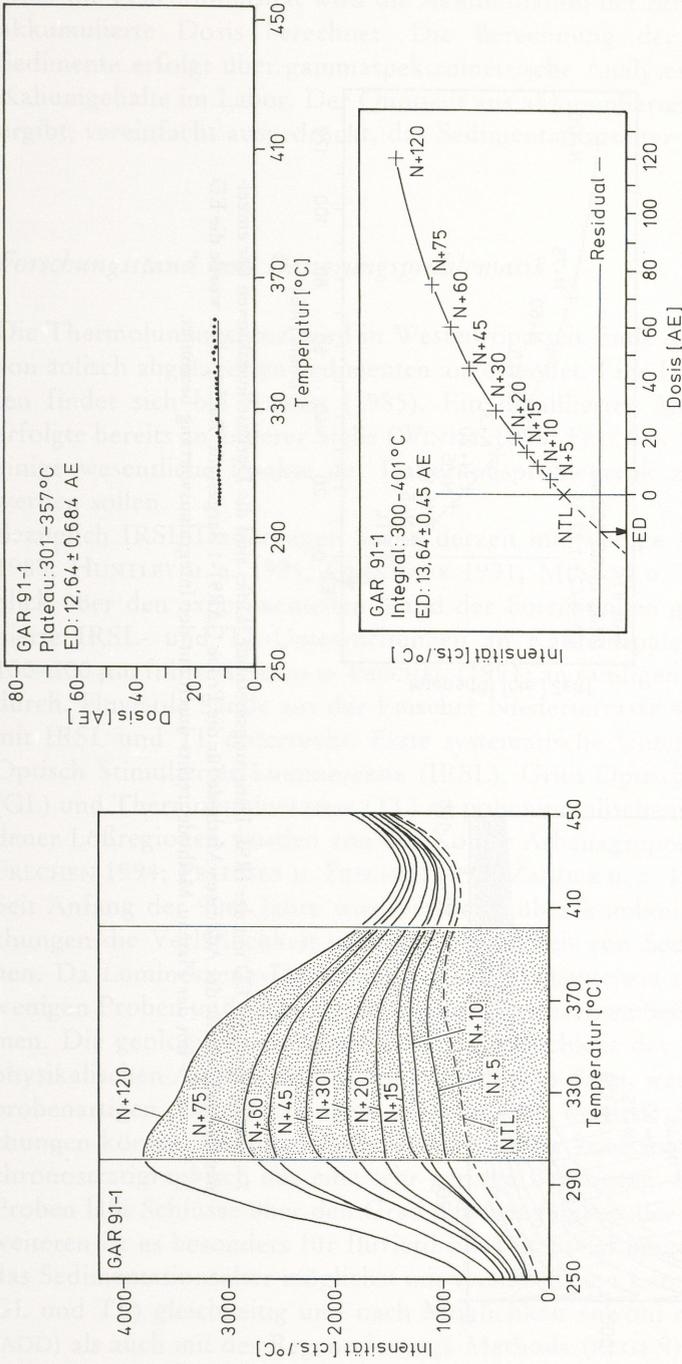
¹ Wir danken der Fritz-Thyssen-Stiftung für die Bereitstellung von Mitteln zum Aufbau eines Lumineszenz-Labors.



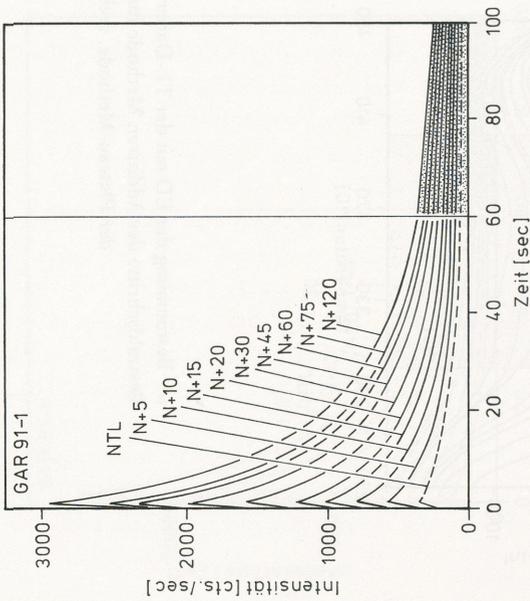
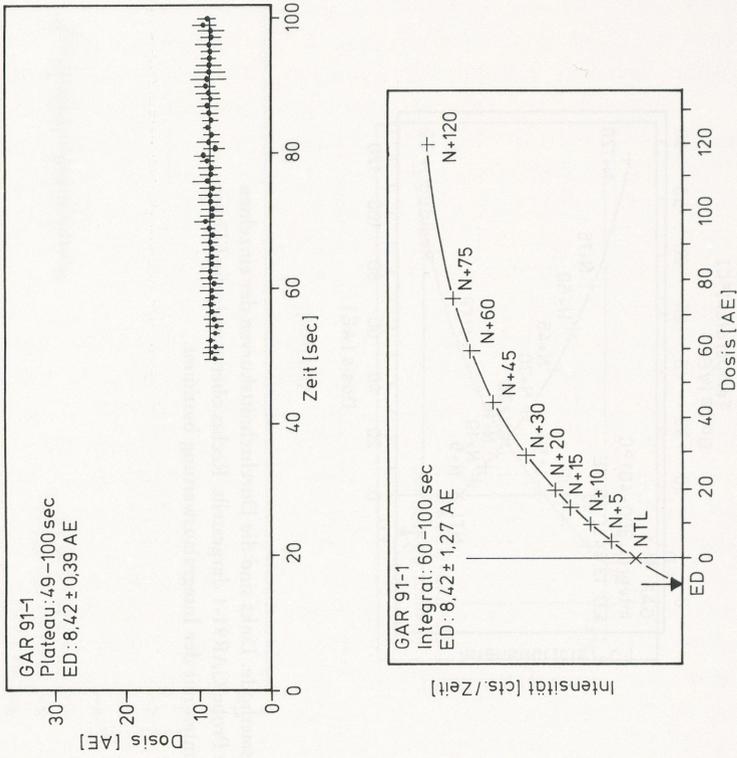
4 Bestimmung der akkumulierten Dosis (ED) mit der TL-Datierungsmethode. Links sind die Durchschnittskurven der einzelnen Bestrahlungsschritte der Regenerierungsmethode dargestellt (SL: Kurve des gemessenen unbleichbaren TL-Rests; NTL: Kurve der natürlichen TL der Probe; I+5: SL + 5 Minuten gammaabstrahlung. Rechts oben ist die akkumulierte Dosis mit Hilfe der Plateau-Methode ausgewertet worden, rechts unten mit Hilfe der Integraalauswertung zwischen 300 und 401°C.



5 Bestimmung der akkumulierten Dosis (ED) mit der IRSL-Datierungsmethode. Links sind die Durchschnittskurven der einzelnen Bestrahlungsschritte der Regenerations-Methode dargestellt (vgl. Abb. 4). Rechts oben wurde die ED mit der Plateau-Methode, rechts unten das Integral über den 'shine down' Zeitraum 60-100 Sekunden bestimmt.



6 Bestimmung der ED mit der TL-Datierungsmethode. Links sind die Durchschnittskurven der einzelnen Bestrahlungsstufen der Additiven Methode für die Probe GAR91-1 dargestellt. Rechts oben wurde die ED mit der Plateau-Methode, rechts unten mit der Integralauswertung bestimmt.



7 Bestimmung der ED mit der IRSL-Datierungsmethode. Links sind die Durchschnittskurven der einzelnen Bestrahlungsstufen der Additiven Methode für die Probe GAR91-1 dargestellt. Rechts oben wurde die ED mit der Plateau-Methode, rechts unten mit der Integralauswertung bestimmt.

Bestrahlung), die Abbildungen 6 und 7 zeigen die Auswertung mit der Additiven Methode (d. h. Bestrahlung der natürlichen Probe in unterschiedlichen Schritten). Über die Leuchtintensität wird die Akkumulation der Strahlenschäden und damit die akkumulierte Dosis berechnet. Die Berechnung der jährlichen Dosis für die Sedimente erfolgt über gammaspektrometrische Analysen der Uran-, Thorium- und Kaliumgehalte im Labor. Der Quotient aus akkumulierter Dosis und jährlicher Dosis ergibt, vereinfacht ausgedrückt, das Sedimentationsalter der Probe.

Forschungsstand und Datierungsproblematik

Die Thermolumineszenz wird in Westeuropa seit Ende der 70er Jahre zur Datierung von äolisch abgelagerten Sedimenten angewendet. Eine Übersicht über frühere Arbeiten findet sich bei AITKEN (1985). Ein detaillierter Abriß des Forschungsstandes erfolgte bereits an anderer Stelle (WINTLE 1990; FRECHEN 1991; 1994), so daß hier nur einige wesentliche Punkte der Datierungsproblematik zusammenfassend diskutiert werden sollen.

Bezüglich IRSL-Datierungen liegen derzeit nur wenige Arbeiten vor (HÜTT u. JAEK 1989; HUNTLEY u. a. 1991; QUESTIAUX 1991; MUSSON u. WINTLE 1994). Einen Überblick über den experimentellen Stand der Forschungen gibt WINTLE (1994). Kombinierte IRSL- und TL-Untersuchungen an Kalifeldspäten der Korngrößenfraktion 100–200 µm führten AKTAS u. FRECHEN (1991) an sandigen Lössen aus Süddeutschland durch. Fluviale Sande aus der Emscher Niederterrasse wurden von FRECHEN (1995) mit IRSL und TL untersucht. Erste systematische Untersuchungen mittels Infrarot Optisch Stimulierter Lumineszenz (IRSL), Grün Optisch Stimulierter Lumineszenz (GL) und Thermolumineszenz (TL) an polymineralischem Feinkornmaterial verschiedener Lößregionen wurden von der Kölner Arbeitsgruppe durchgeführt (BOENIGK u. FRECHEN 1994; PREUSSER u. FRECHEN 1995; ZANDER u. a. 1995).

Seit Anfang der 90er Jahre wird versucht, über kombinierte Lumineszenz-Untersuchungen die Verlässlichkeit und die Genauigkeit von Sedimentdatierungen zu erhöhen. Da Lumineszenz-Datierungen sehr arbeitsintensiv sind, wird oft versucht, mit wenigen Proben und nicht ausreichenden Datensätzen Sedimentationsalter zu bestimmen. Die geologisch-stratigraphische Verlässlichkeit der auf diese Weise erhaltenen physikalischen Alter ist meist gering, besonders dann, wenn Meßparameter bei stichprobenartigen Untersuchungen ausgetauscht werden. Stichprobenartige Untersuchungen können zwar stratigraphisch scheinbar konsistente Alter bieten, haben aber chronostratigraphisch nur eine sehr geringe Bedeutung. Erst eine große Anzahl von Proben läßt Schlüsse über den Grad der Genauigkeit der Altersbestimmung zu. Desweiteren ist es besonders für fluvial oder kolluvial umgelagerte Sedimente wichtig, das Sedimentationsalter möglichst mit verschiedenen Lumineszenz-Methoden (IRSL, GL und TL) gleichzeitig und nach Möglichkeit sowohl mit der Additiven Methode (ADD) als auch mit der Regenerierungs-Methode (REGEN) zu analysieren, um so dem wahren geologischen Alter möglichst nahe zu kommen.

Die Beurteilung der Zuverlässigkeit von Lumineszenz-Daten stützt sich nach wie vor auf geologische und stratigraphische Zusammenhänge. Dies gestattet freilich nur

Probe	Uran [ppm]	Thorium [ppm]	Kalium [%]	a-Faktor	Feuchte [%]	Dosisrate [Gy/ka]
GAR91-1	3,19 ± 0,19	11,30 ± 0,68	1,54 ± 0,09	0,098 ± 0,01	12,30 ± 6,15	4,453 ± 0,405
GAR91-2	2,96 ± 0,18	9,68 ± 0,580	1,59 ± 0,10	0,105 ± 0,01	15,60 ± 7,50	4,027 ± 0,442
GAR91-3	3,15 ± 0,19	10,19 ± 0,61	1,41 ± 0,08	0,086 ± 0,01	15,80 ± 7,40	3,932 ± 0,426
GAR91-4	3,28 ± 0,20	10,48 ± 0,63	1,46 ± 0,09	0,114 ± 0,01	12,80 ± 6,40	4,456 ± 0,427
GAR91-5	3,31 ± 0,20	10,86 ± 0,65	1,61 ± 0,10	0,135 ± 0,01	13,00 ± 6,50	5,073 ± 0,490
GAR91-6	3,24 ± 0,19	11,06 ± 0,66	1,50 ± 0,10	0,096 ± 0,01	14,70 ± 7,30	4,298 ± 0,462

Probe	TL	TL	IRSL	IRSL	TL-Alter	IRSL-Alter
	REGEN [Gy]	ADD [Gy]	REGEN [Gy]	ADD [Gy]	REGEN [ka]	REGEN [ka]
GAR91-1	189,6 ± 15,7	201,9 ± 6,7	106,4 ± 4,7	124,6 ± 18,8	42,6 ± 5,2	23,9 ± 2,4
GAR91-2	124,0 ± 9,30	107,9 ± 9,5	74,9 ± 3,90	82,6 ± 14,40	30,8 ± 4,1	18,6 ± 2,3
GAR91-3	120,5 ± 15,2		71,2 ± 1,20		30,7 ± 5,1	18,1 ± 2,0
GAR91-4	120,9 ± 18,2		69,4 ± 4,10		27,1 ± 4,8	15,6 ± 1,8
GAR91-5	23,8 ± 11,70		15,0 ± 5,30		4,7 ± 2,40	3,0 ± 1,10
GAR91-6	16,00 ± 4,60		7,70 ± 1,00		3,7 ± 1,10	1,8 ± 0,30

Tabelle 1+2: Die Dosisrate wurde über gammaspektrometrische Sedimentanalysen bestimmt. Für die akkumulierte Dosis wurde bei der TL das Integral des Temperaturbereichs 300–401°C sowohl für die Regenerierungs-Methode als auch für die Additive Methode zugrunde gelegt. Für die IRSL wurde die ED über das Integral des Zeitintervalles von 60–100 Sekunden der 'shine down'-Kurve bestimmt.

relative Aussagen, die aber ausreichen, um einen Alterswert als möglich, wahrscheinlich oder unwahrscheinlich einzustufen. Zusätzliche Datierungsergebnisse unabhängiger Methoden, wie sie beispielsweise im Elsbachtal durch Archäologie, Pollenanalyse, Dendrochronologie und Radiokarbon-Datierungen vorliegen, sind von großem Nutzen.

Eine subjektive, bewußte oder unbewußte Manipulation von Lumineszenz-Altern ist möglich und allein durch die numerische Altersangabe meist nicht überprüfbar. Durch die Variation einzelner oder mehrerer Meßparameter kann das Lumineszenz-Alter den geologischen Erwartungen angepaßt werden (vgl. FRECHEN 1991; GEYH 1991; WINTLE u. a. 1993). Erst aus dem kompletten Datensatz geht hervor, inwieweit ein Bearbeiter durch das Weglassen oder Austauschen von Meßwerten eine Genauigkeit bzw. Verlässlichkeit suggeriert, die eigentlich wissenschaftlich und methodisch nicht haltbar ist (FRECHEN 1994). Diese Angaben sind daher unverzichtbar.

Die Datierungsobergrenze der Lumineszenz-Datierungsmethoden wird kontrovers diskutiert; es sei an dieser Stelle auf die Literatur verwiesen (BERGER u. a. 1992; FRECHEN 1991; 1994; WINTLE u. a. 1993). Übereinstimmung herrscht darüber, daß bis zu physikalischen Altern von etwa 100 000 Jahren datiert werden kann.

Zur Bestimmung der Dosisleistung wird entweder die Alpha-, Beta- und Gammazählrate verwendet, oder man analysiert die Uran-, Thorium- und Kaliumgehalte mit unterschiedlichen Methoden (Gammaskpektrometrie, Atomabsorptionsspektrometrie, Neutronenaktivierungsanalyse usw.). Probleme des radioaktiven Gleichgewichtes sind mit hochauflösender Gammaskpektrometrie zum Teil meßbar. Ein radioaktives Ungleichgewicht in den natürlichen Zerfallsreihen führt zu einer Unterbestimmung der jährlichen Dosisleistung und damit zu einer Altersunterbestimmung. Ungleichgewichte innerhalb der Zerfallsreihen entstehen beispielsweise durch Anreicherung von Uran in Eisenkrusten auf Kornoberflächen. Veränderungen der Feuchte bzw. des Wassergehaltes der Sedimente seit der Ablagerung, z. B. durch Grundwasserschwan- kungen, sind heute nicht mehr nachweisbar und können somit nur abgeschätzt werden. Sie bilden eine schwer kalkulierbare Fehlerquelle.

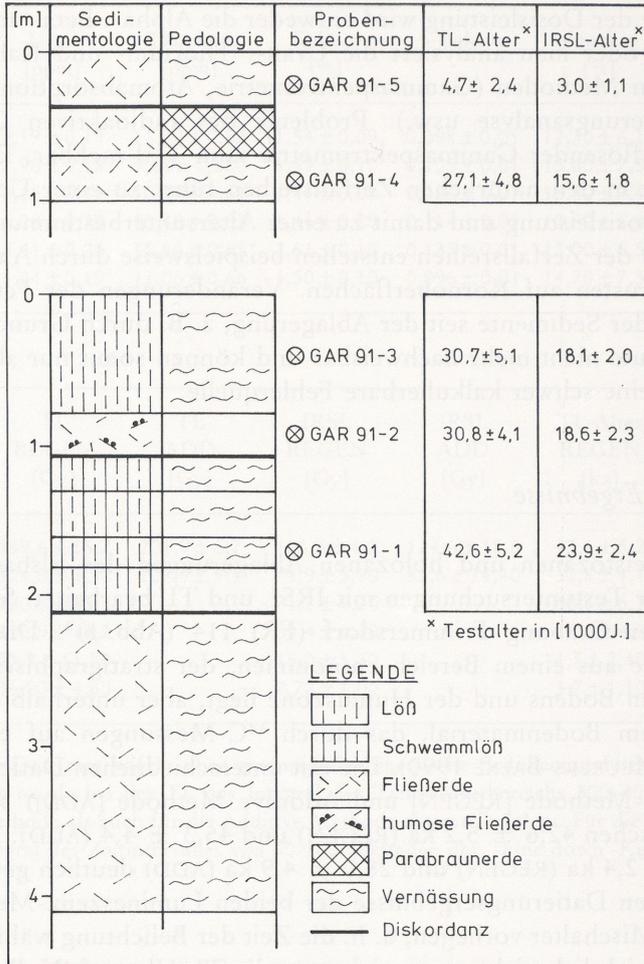
Diskussion der Ergebnisse

Aus den jungpleistozänen und holozänen Ablagerungen des Elsbachtales wurden sechs Proben für Testuntersuchungen mit IRSL und TL bearbeitet. Sie stammen aus dem Bereich der Grabung Frimmersdorf (FR) 114 (Abb. 1)². Die älteste Probe (GAR91-1) wurde aus einem Bereich entnommen, der stratigraphisch oberhalb des letztinterglazialen Bodens und der Humuszone liegt, aber unterhalb des Horizontes mit umgelagertem Bodenmaterial, das durch ¹⁴C-Messungen auf etwa 30 000 BP datiert wurde (MEURERS-BALKE 1990). Die mit unterschiedlichen Datierungstechniken (Regenerierungs-Methode [REGEN] und Additive Methode [ADD]) bestimmten TL-Alter liegen zwischen $42,6 \pm 5,2$ ka (REGEN) und $45,3 \pm 4,4$ (ADD). Die IRSL-Alter sind mit $23,9 \pm 2,4$ ka (REGEN) und $28,0 \pm 4,9$ ka (ADD) deutlich geringer (Abb. 8). Die abweichenden Datierungsergebnisse der beiden Lumineszenz-Methoden zeigen, daß für die TL Mischalter vorliegen, d. h. die Zeit der Belichtung während des Transportes hat offensichtlich nicht ausgereicht, um die TL-Uhr auf 'Null' zu stellen (vgl. Abb. 2). Die IRSL-Alter sind dagegen deutlich geringer und stimmen darüber hinaus auch besser mit den geologischen erwarteten Altern überein.

Aus dem umgelagerten Bodenmaterial selbst stammt die Probe GAR91-2. Die TL-Alter betragen $30,8 \pm 4,1$ ka (REGEN) und $26,8 \pm 3,8$ ka (ADD), die IRSL-Alter $18,6 \pm 2,3$ ka (REGEN) und $20,5 \pm 4,2$ ka (ADD). TL- und IRSL-Datierungen der darüber liegenden Fließerde (GAR91-3) ergeben mit $30,7 \pm 5,1$ ka (REGEN) und $18,1 \pm 2,0$ ka (REGEN) ähnlich hohe Alter. In diesem Fall stimmen die TL- und ¹⁴C-Alter gut überein; dagegen fallen die IRSL-Alter deutlich jünger aus. Verdeutlicht man sich jedoch, daß mit Lumineszenz-Datierungen nicht die Bodenbildung, sondern der Zeitpunkt der Umlagerung datiert wird, so erhält das IRSL-Datum wiederum größere Wahrscheinlichkeit.

Der Horizont mit dem Boden des Atlantikums wurde seitlich der Rinne in Unterhangposition mit zwei Proben (GAR91-4 und GAR91-5) beprobt. Unterhalb des Atlan-

² Zur Zeit sind eisenzeitliche, römische und mittelalterliche Scherben und Ziegelreste sowie weitere kolluviale Sedimente in Bearbeitung.



8 Zusammengesetztes Profil der Sedimentabfolge des Profils Elsachtal mit sedimentologisch-petrographischer Interpretation. Die obere Profilhälfte zeigt den Boden des Atlantikums, der als Parabraunerde ausgebildet ist. Der untere Teil zeigt Schwemmlöss und eine umgelagerte, wenig humose Fließerde. Die TL- und IRSL-Testalter sind in 1000 Jahren angegeben.

tikumbodens ergaben die TL-Analysen Sedimentationsalter von $27,1 \pm 4,8$ ka (REGEN) für die TL und $15,6 \pm 1,8$ ka (REGEN) für die IRSL. Die Bodenbildung erfolgte somit auf jungweichselzeitlichen Sedimenten. Oberhalb des Atlantikumbodens stimmen das TL-Alter von $4,7 \pm 2,4$ ka (REGEN) und das IRSL-Alter von $3,0 \pm 1,1$ ka (REGEN) innerhalb des Konfidenzintervalles überein. Die kolluvialen Sedimente aus diesem Horizont enthielten umgelagerte eisenzeitliche Scherben; die Daten sind somit mit dem archäologisch belegten Alter konsistent. Als jüngste Probe wurde eine Sedimentprobe aus der spätmittelalterlichen (13.–15. Jh.) Straße entnommen. Hier liegen die TL-Datierungsergebnisse bei $3,7 \pm$

1,1 ka (REGEN) und die der IRSL bei $1,8 \pm 0,3$ ka (REGEN). Beide Lumineszenz-Alter sind aufgrund der archäologischen Befunde eindeutig alterüberbestimmt. Beim Vergleich der Ergebnisse von TL und IRSL wird deutlich, daß die IRSL-Alter etwa 50% geringer ausfallen als die TL-Alter. Der Altersunterschied beträgt bei äolisch abgelagerten Lössen normalerweise weniger als 10%. Eine Differenz von bis zu 50% deutet darauf hin, daß für die TL nur Mischalter kalkuliert wurden, somit die 'radiometrische Uhr' vor der Sedimentation nicht bis auf den unbleichbaren Rest zurückgestellt worden ist. Die IRSL-Daten stimmen dagegen besser mit den geologisch und archäologisch erwarteten Altern überein. Die IRSL- und TL-Untersuchungen der kolluvialen Sedimente des Elsbachtales wurden anhand von systematischen Untersuchungen von Fließerden und Schwemmlössen aus den Löß-/Paläobodenabfolgen von Mainz-Weisenau (PREUSSER u. FRECHEN 1995) sowie Dolní Věstonice (Tschechische Republik) und Paks (Ungarn) (ZANDER u. a. 1995) bestätigt.

Zusammenfassung

Ziel der hier durchgeführten Lumineszenz-Datierungen war nicht, die vorhandenen Altersbestimmungen zu verbessern, da die archäologischen und pollenstratigraphischen Daten hier recht genau sind. Durch seinen interdisziplinären Charakter bot das Elsbachtal-Projekt jedoch Voraussetzungen, die Anwendungsmöglichkeiten für Lumineszenz-Datierungsmethoden holozäner Kolluvien detailliert zu untersuchen. An Proben aus den jungpleistozänen und holozänen, kolluvialen Deckschichten des Elsbachtales wurden kombinierte Untersuchungen mit Thermolumineszenz (TL) und Infrarot Optisch Stimulierter Lumineszenz (IRSL) zur Bestimmung der Sedimentationsalter durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß die TL-Alter meist alterüberbestimmt sind, während die IRSL-Daten den geologisch und archäologisch erwarteten Altern nicht widersprechen.

Abgekürzt zitierte Literatur

- | | |
|--------------------------|--|
| AITKEN 1985 | M. J. AITKEN, Thermoluminescence Dating (1985). |
| AKTAS u. FRECHEN 1991 | A. AKTAS/M. FRECHEN, Mittel- bis jungpleistozäne Sedimente der Hochterrassen in der nördlichen Iller-Lech Platte. Geol. Inst. Univ. Köln, Sonderveröff. 82 (1991) 19–41. |
| BERGER u. a. 1992 | G. W. BERGER/B. J. PILLANS/A. S. PALMER, Dating Loess up to 800 ka by Thermoluminescence. <i>Geology</i> 20, 1992, 403–406. |
| BOENIGK 1990 | W. BOENIGK, Geologischer Aufbau des Elsbachtales. Arch. im Rheinland 1989 (1990), 159–161. |
| BOENIGK u. FRECHEN 1994 | W. BOENIGK/M. FRECHEN, Lumineszenz-Datierungen an kolluvialen Sedimenten des Elsbachtales: erste Ergebnisse. Arch. im Rheinland 1993 (1994), 177–179. |
| BÖTTER-JENSEN u. a. 1991 | L. BÖTTER-JENSEN/C. DITLEFSEN/V. MEJDAHL, Combined OSL (Infrared) and TL Studies of Feldspar. <i>Nuclear Tracks and Radiation Measurements</i> 18, 1991, 257–263. |

- FRECHEN 1991 M. FRECHEN, Thermolumineszenz-Datierungen an Lössen des Mittelrheingebiets. Geol. Inst. Univ. Köln, Sonderveröff. 79 (1991) 1–138.
- FRECHEN 1994 DERS., Thermolumineszenz-Datierungen an Lössen des Tönchesberg aus der Osteifel. Eiszeitalter u. Gegenwart 44, 1994, 79–93.
- FRECHEN 1995 DERS., Lumineszenz-Datierungen zur zeitlichen Stellung der pleistozänen Tierfährten von Bottrop-Welheim. Münchner Geowiss. Abh. 27, 1995, 63–80.
- GEYH 1991 M. A. GEYH, Determination of Absolute Dates for Terrestrial Materials (Last Interglacial to Holocene). An appeal for careful interpretation. In: B. FRENZEL (Hrsg.), Klimageschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre. Paläoklimaforschung 1 (1991) 251–265.
- HÜTT u. JAEK 1989 G. HÜTT/I. JAEK, Infrared Stimulated Photoluminescence Dating of Sediments. Ancient TL 9, 1989, 26–29.
- HUNTLEY u. a. 1991 D. J. HUNTLEY/D. I. GODFREY-SMITH/E. H. HASKELL, Light-induced Emission Spectra from some Quartz and Feldspars. Nuclear Tracks and Radiation Measurements 18, 1991, 127–131.
- MEURERS-BALKE 1990 J. MEURERS-BALKE, Vor 30 000 Jahren – ein Bachbett aus der letzten Eiszeit. Arch. im Rheinland 1989 (1990), 28–29.
- MUSSON u. WINTLE 1994 F. MUSSON/A. G. WINTLE, Luminescence Dating of a Loess Profile at Dolní Věstonice, Czech Republic. Quaternary Science Rev. 13, 1994, 411–416.
- PREUSSER u. FRECHEN 1995 F. PREUSSER/M. FRECHEN, Luminescence Dating of Upper Weichselian Tephra Horizons: Eltville and Rambach Tephra. In: Terra Nostra, 85th Annual Meeting of the Geologische Vereinigung (1995).
- QUESTIAUX 1991 D. G. QUESTIAUX, Optical Dating of Loess: comparison between different grain size fractions for infrared and green excitation wavelengths. Nuclear Tracks and Radiation Measurements 18, 1991, 133–139.
- WINTLE 1990 A. G. WINTLE, A Review of Current Research on TL Dating of Loess. Quaternary Science Rev. 9, 1990, 385–397.
- WINTLE 1994 DERS., Infrared-stimulated Luminescence Dating of Sediments. Radiation Measurements 23, 1994, 607–612.
- WINTLE u. a. 1993 A. G. WINTLE/D. G. QUESTIAUX/R. G. ROBERTS/N. A. SPOONER, Comments on "Dating loess up to 800 ka by thermoluminescence". Geology 21, 1993, 568–569.
- ZANDER u. a. 1995 A. ZANDER/C. TEBORG/M. FRECHEN, Luminescence Dating of Upper Pleistocene Loess from Czech Republic and Hungary. In: Terra Nostra, 85th Annual Meeting of the Geologische Vereinigung (1995).