

SCHIRMER, W. & KELS, H. (2007): Bericht zum Sedimentflux in Lössflächen und Auen des Niederrheins. – DFG-Bericht: 12 S; Düsseldorf. <http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/MathNat/Geologie/Online-Publikationen-01.pdf> (14.07.2007)

## Bericht zum Sedimentflux in Lössflächen und Auen des Niederrheins

WOLFGANG SCHIRMER und HOLGER KELS<sup>1</sup>

Gemäß der Antragsstellung bearbeitete die Gruppe SCHIRMER/KELS im Rahmen des RheinLUCIFS-Teilprojektes 4 die zeitlich aufgelöste Modellierung in der Mesoskale am Beispiel des Niederrheins mit folgenden Arbeitsprogrammen:

A1: Modellierung des fluvialen Sedimentspeichers (siehe Ziff. 1)

A2: Modellierung des kolluvialen Sedimentspeichers (siehe Ziff. 2)

A3: Modellierung der flächenhaften Bodenerosion und des Sedimentaustragsverhältnisses (siehe Ziff. 2)

Im Folgenden wurden beispielhaft 1. der Sedimenteintrag in die Rheinaue zwischen Düsseldorf und Emmerich, ferner 2. der Sedimenteintrag in kolluviale Speicher der Jülicher Börde und der Sedimentaustrag aus der Jülicher Börde behandelt.

Diesen beiden Themen und Räumen geht jeweils eine Detailstudie der Unteren Mesoebene voraus zum Studium geeigneter Parameter für die Gesamtmodellierung größerer Räume der Oberen Mesoebene.

### **1. Auensedimentflux des fluvialen Sedimentspeichers Unterer Niederrhein**

#### **1.1 Allgemeine Grundlagen**

Der holozäne Sedimentspeicher des Niederrheins spiegelt sich in den Ablagerungen der Aue wider. Wichtiges Merkmal hierbei sind morphologisch eigenständige Auenterrassen, welche heute reliktsch im Talgrund erhalten geblieben sind und fluviatile Akkumulationsphasen belegen. Aus dem Rheineinzugsgebiet sind bisher sieben holozäne Auenterrassen bekannt geworden (KLOSTERMANN 1989, SCHIRMER 1993, 1995, ZHOU 2000, JANSEN 2001, SHALA 2001, SCHIRMER et al. 2005).

Fluviatile Aktivitätsphasen beruhen auf klimatischer Steuerung und auf anthropogener Modifikation der klimatischen Wirkung (SCHIRMER 1983) und führten zur Um- und Ablagerung von Fluss- und Auensedimenten und dabei zur Flussbettverlagerung. Ruhephasen fluviatilen Geschehens zeichnen sich durch hohe Flussbettkonstanz, nur geringe Umlagerungen und Sedimentation aus und ermöglichen in der Aue die Bildung von fossilen Auenböden, welche wiederum als gliedernde Elemente der Auensedimentdecke dienen können.

Bekanntlich ist durch Rodungstätigkeit an Höhen und Hängen vor allem die Feinsedimentfracht im Fluss sehr gesteigert worden (vgl. REICHELT 1953), weshalb deren Erhöhung ein wesentlicher Anzeiger menschlichen Eingriffes in den Talhaushalt darstellt.

---

<sup>1</sup> Adressen: Dr. H. Kels, Bahlenstr. 141, 40589 Düsseldorf, [kels@uni-duesseldorf.de](mailto:kels@uni-duesseldorf.de), Prof. Dr. W. Schirmer, 91320 Wolkenstein 24, [schirmer@uni-duesseldorf.de](mailto:schirmer@uni-duesseldorf.de)

Umgekehrt lässt sich an zeitlich differenzierter Auensedimentfracht im Tal der Eingriff des Menschen in den Talhaushalt ablesen.

## 1.2 Das Untersuchungsgebiet Unterer Niederrhein

Zum Untersuchungsgebiet Unterer Niederrhein wurde der Bereich von Neuss/Düsseldorf bis zur niederländischen Grenze gewählt (vgl. Abb. 1.1).

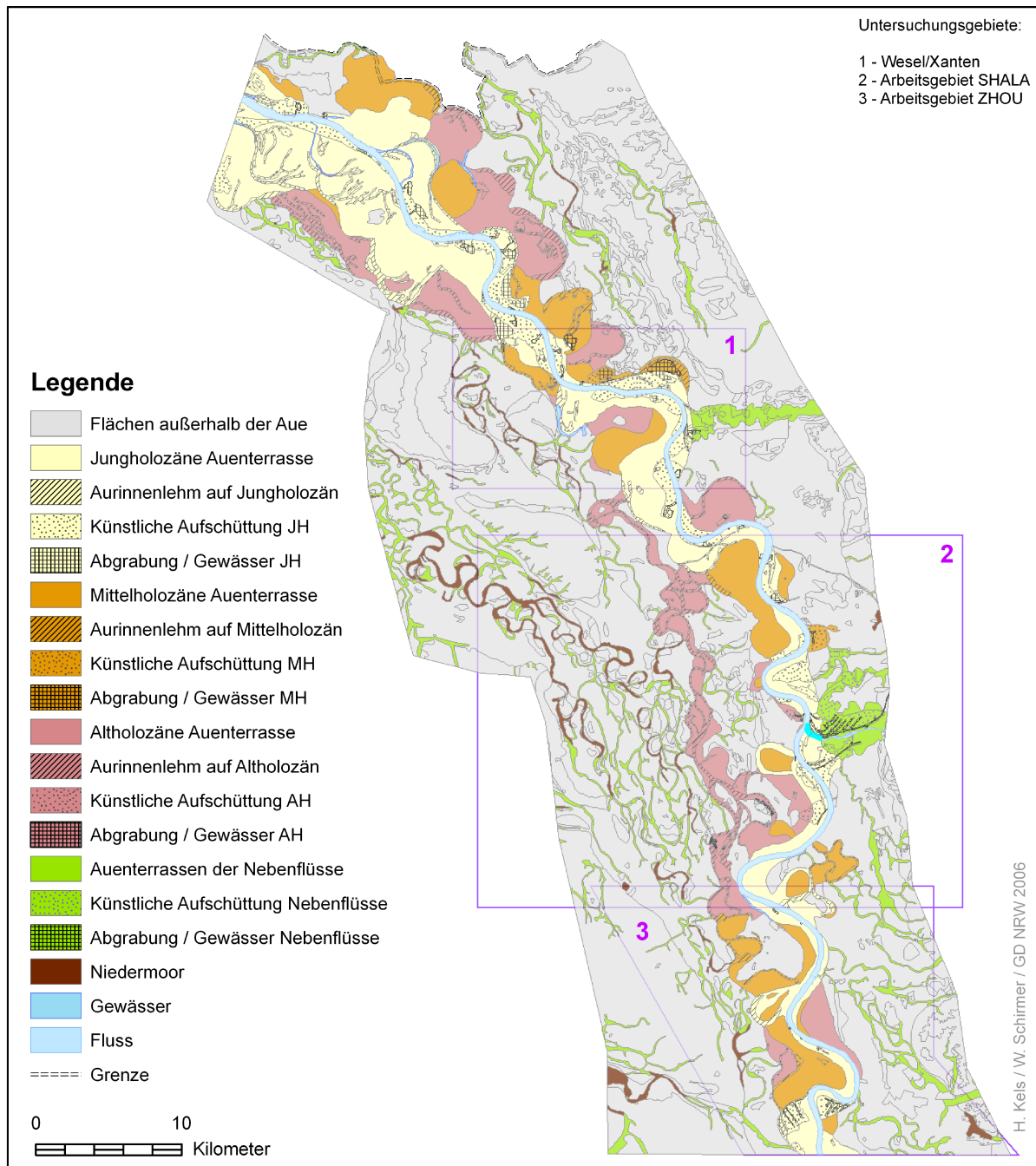


Abb. 1.1 Untersuchungsgebiet Unterer Niederrhein. Ausschnitt 1 ist das Detailgebiet Wesel-Xanten.

Morphologisch liegt die holozäne Auenfläche im oberen Gebietsabschnitt deutlich tiefer (im Meterbereich) als angrenzende Terrassenflächen, die in der Regel pleistozäne Niederterrassenkörper enthalten. Der Höhenunterschied zwischen den verschiedenen

Holozänterrassen liegt demgegenüber nur im Dezimeterbereich. Flussabwärts nähern sich dann holozäne Terrassen und pleistozäne Terrassen in der Höhe zum Teil an.

In der Mesoskale werden die sieben holozänen Terrassen zu drei holozänen Auenterrassengruppen zusammengefasst: Diese Gruppierung weicht jedoch von den Karten des Geologischen Dienstes wie folgt ab:

- Altholozäne Auenterrasse (11.560 - ca. 7.500 BP)
- Mittelholozäne Auenterrassengruppe (ca. 7.500 - 2.750 BP)
- Jungholozäne Auenterrassengruppe (2.750 BP - heute)

Grob betrachtet umfasst das Altholozän die Zeitspanne des Mesolithikums, das Mittelholozän die Zeit des Neolithikums und der Bronzezeit, und das Jungholozän den Zeitraum seit der Eisenzeit. Ab dem Mittelholozän sollten sich spürbare Veränderungen der Sedimentationsraten in der Aue bemerkbar machen, die zu einem großen Anteil auf den Menschen, seine Rodungstätigkeit und Landnutzung zurückgehen (SCHIRMER 1993). Auch wenn sich das Forschungsprojekt auf diese Zeitspanne der landwirtschaftlichen Nutzung konzentriert, muss natürlich, aus Gründen des Vergleichs zwischen der Prä-Siedlungszeit und der Siedlungszeit, der vorneolithisch-holozäne Zeitraum in die Bilanzierung mit einbezogen werden.

### 1.3 Detailstudie: Auensedimentmasse im Bereich Wesel/Xanten

Als Gebiet der Detailstudie wurde der Bereich der Rheinaue auf den Blättern Wesel und Xanten gewählt. Sie liegen etwa inmitten des Bearbeitungsgebietes Unterer Niederrhein, so dass die Mittelstellung auch grob mittlere Werte für das Gesamtgebiet beinhalten sollte. Basis für die Flächenbilanzierung war die Digitalisierung der geologischen Kartenblätter 4304 Xanten und 4305 Wesel, die in Teilbereichen im Gelände korrigiert wurden (Abb. 1.2), sowie die Auswertung von 407 Einzelprofilen und Bohrungen der Literatur, des Geologischen Dienstes NRW und unpublizierter Aufnahmen der Abt. Geologie der HHU Düsseldorf.

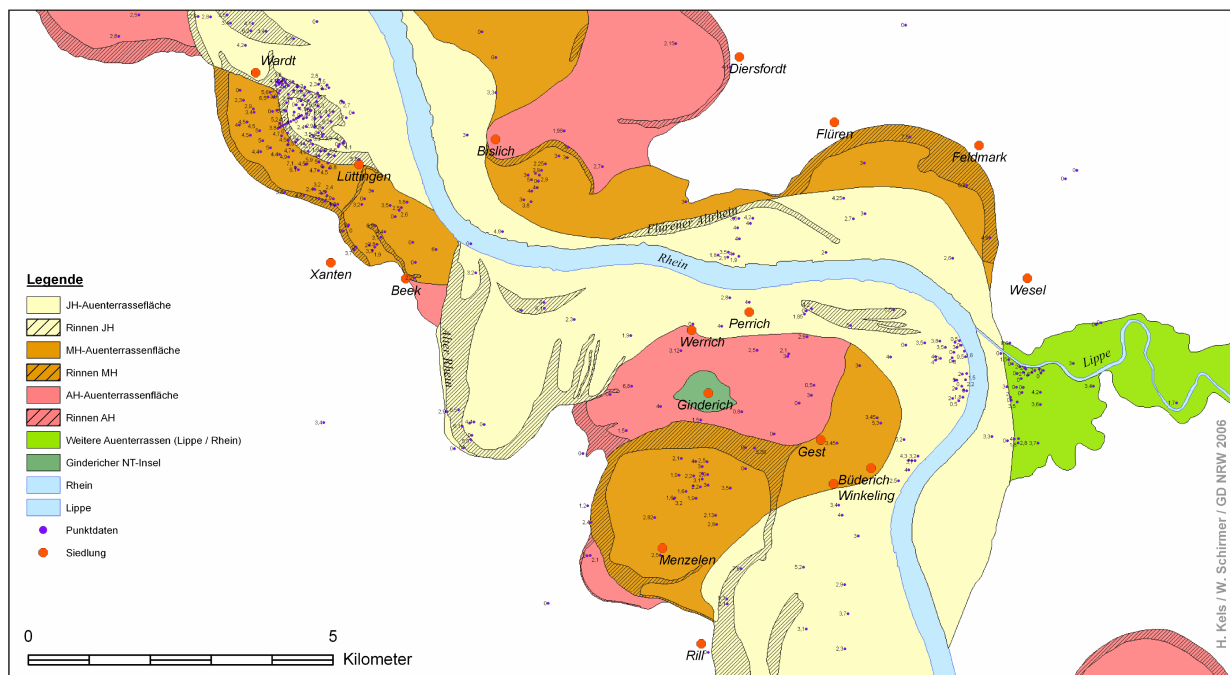


Abb. 1.2 Detailuntersuchungsgebiet Wesel-Xanten

Die Auenfläche beträgt rund 86 km<sup>2</sup>. Zu Berechnung ihres Sedimentbudgets wurde der floodplain deposit thickness index (FTI) (Auensedimentmächtigkeitsindex) nach SCHIRMER verwendet. Dieser berücksichtigt und kombiniert die sehr unterschiedlichen Mächtigkeiten der Auensedimentdecken und zugehörigen Aurinnensedimentfüllungen. Die Berechnungen der genannten Teilfelder wurden in Tab. 1.1 aufsummiert.

Tab. 1.1: Auensedimentvolumen für jung-, mittel- und altholozäne Auenterrassen im Detailuntersuchungsgebiet Wesel/Xanten

| Terrasseneinheit             | Fläche (m <sup>2</sup> ) | FTI (m) | Vol. Auensediment (m <sup>3</sup> ) | %     |
|------------------------------|--------------------------|---------|-------------------------------------|-------|
| Altholozäne Auenterrassen    | 16.635.179               | 2,71    | 45.081.335                          | 16,1  |
| Mittelholozäne Auenterrassen | 24.325.955               | 3,75    | 91.222.331                          | 32,5  |
| Jungholozäne Auenterrassen   | 44.942.082               | 3,21    | 144.264.083                         | 51,4  |
| Gesamtaue                    | 85.903.216               |         | 280.567.749                         | 100,0 |

Der FTI der altholozänen Auenterrassen mit nur 2,71 m ist deutlich geringer als der der mittel- und jungholozänen Auenterrassen mit 3,75 m und 3,21 m. Im Untersuchungsgebiet liegen durchschnittlich pro m<sup>2</sup> Auenfläche 3,27 m<sup>3</sup> bzw. 0,003 km<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> sandiges und siltiges Auensediment.

#### 1.4 Auensedimentvolumen am Unteren Niederrhein

Der bilanzierte Bereich ist in Abb. 1.2 dargestellt. Als Grundlage der Flächenbilanzierung der Auen des Unteren Niederrheins diente ein Auszug aus der Digitalen Geologischen 2m-Basis-Karte im Maßstab 1:100.000, welche gemäß der Dreigliederung neu modelliert wurde. Unter Übertragung der FTI der Detailstudie auf die Großfläche ergeben sich in Tab. 1.2 die Auensedimentvolumina der drei Auenterrassengruppen Alt- Mittel- und Jungholozän. Damit ergeben sich für den unteren Niederrhein durchschnittlich pro m<sup>2</sup> Auenfläche 2,96 m<sup>3</sup> bzw. 0,00296 km<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> sandiges und siltiges Auensediment.

Tab. 1.2: Auensedimentvolumen am Unteren Niederrhein

| Einheit                      | Fläche (m <sup>2</sup> ) | Fläche (%) | Auensedimentvolumen (m <sup>3</sup> ) | Auensedimentvolumen (%) |
|------------------------------|--------------------------|------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Altholozäne Auenterrassen    | 164.610.810              | 28,33      | 446.095.295                           | 24,0                    |
| Mittelholozäne Auenterrassen | 135.486.763              | 23,32      | 508.075.361                           | 27,4                    |
| Jungholozäne Auenterrassen   | 280.958.110              | 48,35      | 901.875.533                           | 48,6                    |
| Übrige Flächen: Flüsse       | 46.391.244               | ---        | --                                    | --                      |
| Summe                        | 627.146.390              | 100,00     | 1.856.046.189                         | 100                     |

#### 1.5. Paläo-Auensedimentvolumina

Die vorliegenden Werte, sowohl diejenigen für die Detailstudie als auch für den Raum Unterer Niederrhein, sind Ist-Werte. Natürlich sind die Flächen des Altholozäns und Mittelholozäns als Restflächen seitlicher Flusserosion mit denen des Jungholozäns nicht vergleichbar, da die jeweils älteren Flächen grobenteils ausgeräumt sind. Daher wurde eine Rekonstruktion der Paläo-Auenflächen im Detailgebiet Wesel/Xanten durchgeführt, und zwar anhand der vorhandenen Terrassenreste und der Laufrichtungen ihrer Aurinnen.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass sich die mittelholozänen Auensedimente auch über die altholozänen Flächen legen und die jungholozänen auf die älteren beiden (s. Ziff. 1.1).

Solchermaßen rekonstruiert ergibt sich ein Paläo-Auensedimentvolumen zu bestimmten Zeiten, hier für die Stadien 7.500 BP, 2.750 BP und rezent (Tab. 1.3.).

Tab. 1.3: Paläo-Auensedimentvolumina (AT = Auenterrassen)

| Zeitpunkt | rekonstruierte Auenterrassen | Flussbetsediment-Fläche (m <sup>2</sup> ) | gesamtes Auensedimentvolumen (m <sup>3</sup> ) | Auensedimentvolumen anteilig (%) | Auensedimentvolumen (km <sup>3</sup> ) /km <sup>2</sup> |
|-----------|------------------------------|---|--|----------------------------------|---|
| 7.500 BP  | Altholozäne AT               | 70.373.236                                | 105.559.854                                    | 23,60                            | 0,0015  |
| 2.750 BP  | Mittelholozäne AT            | 68.204.967                                | 140.027.379                                    | 31,30                            | 0,002   |
| rezent    | Jungholozäne AT              | 45.144.353                                | 201.727.367                                    | 45,10                            | 0,0045  |
|           | Summe                        |   | (447.314.600)                                  | 100,00                           |   |

Am anteiligen Auensedimentvolumen zeigt sich deutlich die Abhängigkeit der Rodungszunahme als Ursache für die Auensedimentzunahme bzw. erhöhtem Austrag im Flusseinzugsgebiet. Der Vergleich mit dem Rheindelta (COHEN 2005): nach 3000 Jahren 25%, 5000 Jahren 33% und 7000 Jahren 67% Ablagerung, zeigt in der Größenordnung vergleichbare Werte.

Um den anthropogenen Eintrag bilanzmäßig zu ermitteln, muss der Zeitfaktor berücksichtigt werden. Der vorneolithische Eintrag wird als Ergebnis des altholozänen Zeitablaufs betrachtet. Er wird aber nicht linear über die Nachfolgezeit extrapoliert, sondern mit dem Wert 3/5 zugunsten eingetretener theoretischer Waldverdichtung bemessen. Daraus ergibt sich eine theoretische natürliche Auensedimentmenge und eine anthropogene Auensedimentzutat (Tab. 1.4).

Tab. 1.4 Anthropogener Aueneintrag in der Zeit

| Zeit          | theoretischer natürlicher Auensedimentanteil (m <sup>3</sup> ) | anthrop. Auensedimentanteil (m <sup>3</sup> ) | % am Gesamt-Auensedimentanteil |
|---------------|--|---|--------------------------------|
| Altholozän    |  | 0   | 0                              |
| Mittelholozän |  | 64.815.983                                    | 14,5                           |
| Jungholozän   |  | 158.183.927                                   | 35,4                           |
| Gesamtholozän | 224.314.690  |   | 50,1                           |

Für die natürliche Auensedimentmenge ergibt sich ein Betrag von rund 50% des Gesamtauensediments der drei rekonstruierten Zeitfenster. Für die anthropogene Auensedimentzutat ergibt sich am Ende des Mittelholozäns, also nach dem Neolithikum und der Bronzezeit, etwa 15% und seit der Eisenzeit etwa 35% des Gesamtauensediments der rekonstruierten Zeitfenster.

## 2. Sedimentflux der Jülicher Börde: Austrag und kolluvialer Eintrag

### 2.1 Detailstudie Oberes Elsbachtal: Sedimentausttrag und -eintrag

Das Arbeitsprogramm A2 im Antrag des RheinLUCIFS-Teilprojektes war die Modellierung des kolluvialen Sedimentspeichers, das Programm A3 die der flächenhaften Bodenerosion und des Sedimentausttragsverhältnisses.

Als Berechnungsfläche wurde von uns das Lössplateau der Hauptterrasse des linken Niederrheins zwischen Maas und Rhein (Jülicher Börde) gewählt. Es gehört beiden Flussgebieten, Rhein und Maas an, aber der Sedimentflux pro Flächeneinheit ist ja im selben geomorphologischen Kontext gleichartig.

Als Detailstudie zur Gewinnung von geeigneten Parametern für die Berechnung der Oberen Mesoskala wurde das Obere Elsbach-Einzugsgebiet am Ostrand der Jülicher Börde gewählt, das vom Tagebau Garzweiler mehrfach geschnitten wurde (Abb. 2.1).

#### 2.1.1 Der kolluviale Sedimentspeicher im Detailgebiet Oberes Elsbachtal

Die Talstrecke stellte vor ihrer Abbaggerung ein Trockental mit kolluvialer Füllung dar. Sie ist durch zwei Querschnitte durch die Kolluvialfüllung dokumentiert: Elsbach-Schnitt 1995 (BOENIGK & HAGEDORN 1997; BERTHOLD 2003: 60-62) und Elsbach-Schnitt 2001 (KELS 2007).

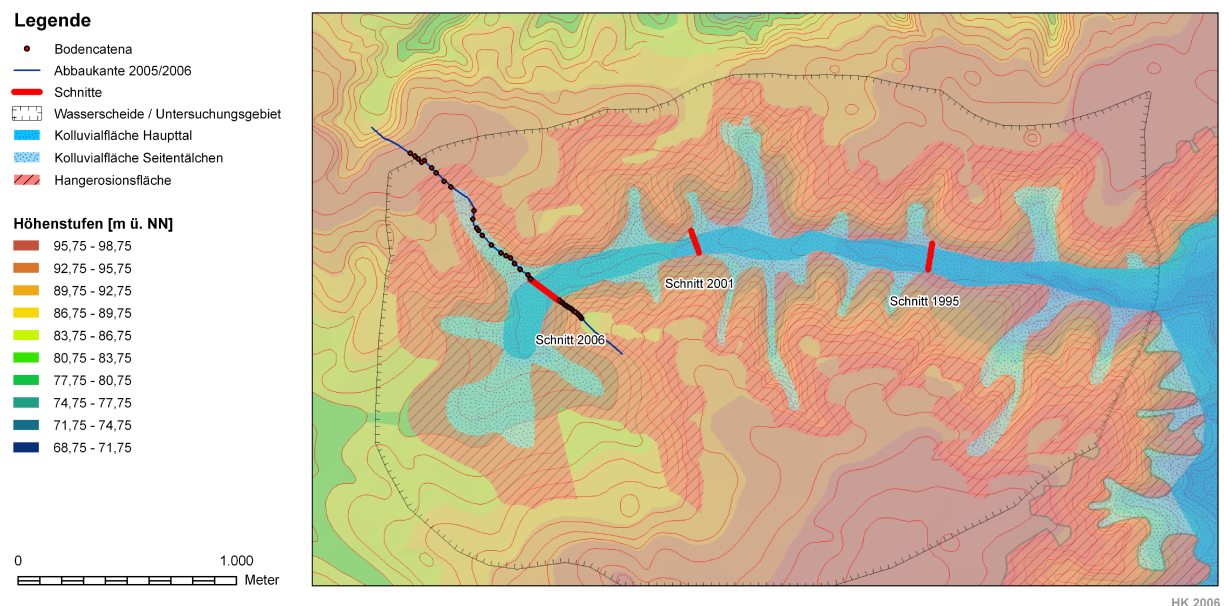


Abb. 2.1: Das Bearbeitungsgebiet Oberes Elsbachtal vor seiner Abbaggerung. Elsbach-Schnitte (rot) mit ihren Jahreszahlen.

Die Untersuchungsfläche ist die Fläche innerhalb der Wasserscheide um das Elsbachtal. Talab wurde das Gebiet durch die Öffnung des Tales an der Terrassenkante der Hauptterrassen begrenzt.

Aus den Elsbach-Schnitten 1995 (506,43 m<sup>2</sup>) und 2001 (327,32 m<sup>2</sup>) durch die Kolluvialfüllung ergibt sich eine mittlere Mächtigkeit der kolluvialen Füllung des Haupttales von 3,37 m. Mit der Mächtigkeit der Seitentälchen von durchschnittlich 2,0 Meter lässt sich das Kolluvium im abgegrenzten Untersuchungsgebiet Oberes Elsbachtal auf 2.560.741 m<sup>3</sup> bestimmen. Das sind 13,8–14,7% des Gesamtbodenvolumens des Bearbeitungsgebietes Oberes Elsbachtal oder ein durchschnittliches Kolluvialvolumen von 0,00037 km<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> des Gesamteinzugsgebietes.

### 2.1.2 Bodenerosion und Sedimentaustragsverhältnis im Detailgebiet Oberes Elsbachtal

Auf der Basis der Bodenprofilverkürzung nach SCHWERTMANN (1977) und HINTERMAIER-ERHARD & ZECH (1997) wurde ein Schema für die Verhältnisse des Elsbachtals entworfen (Abb. 2.2).

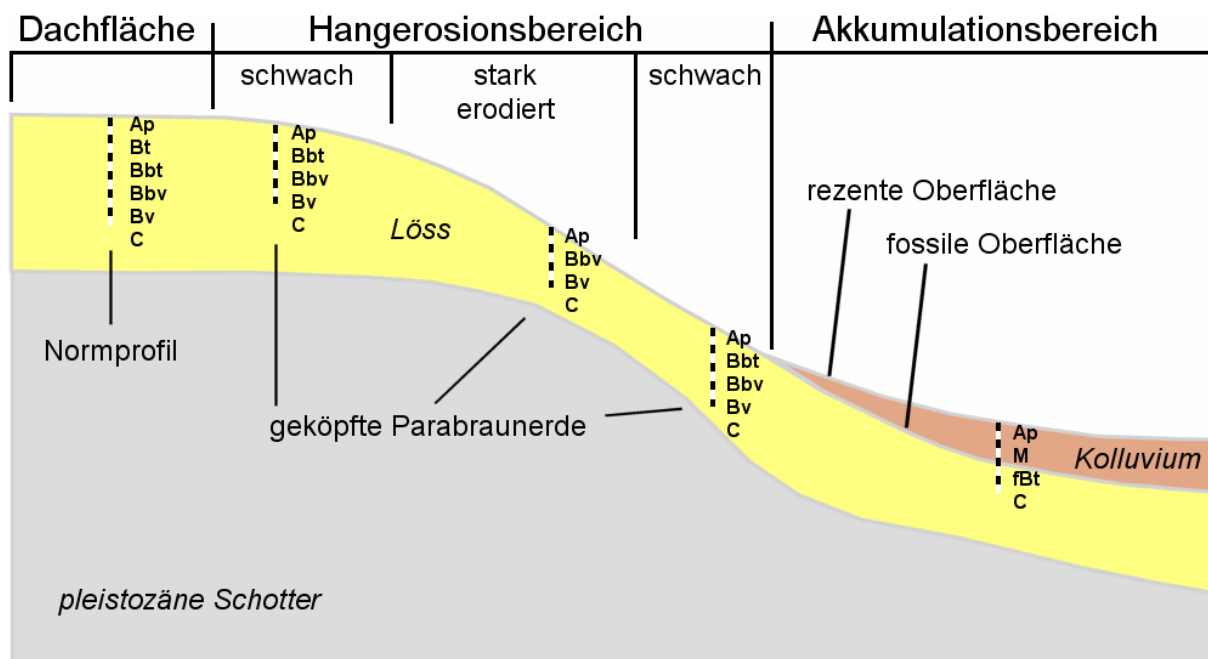


Abb. 2.2: Prinzip der Bodenprofilverkürzung am Hang

Auf dem Ausgangssubstrat Löss bildet sich eine Bänder-Parabraunerde, die in ebener Lage (Dachfläche) bis zu einer Entwicklungstiefe von 2,35 Metern erhalten ist (vgl. Abb. 2.2 links; hier als Normprofil bezeichnet).

Die Horizontabfolge der Bänder-Parabraunerde ist als Ap-Bt-Bbt-Bbv-Bv-C-Profil entwickelt, wobei der Al-Horizont aufgrund der intensiven Pflugtätigkeit in diesem agrarisch stark geprägten Raum nicht mehr vorhanden ist, der Bt-Horizont verkürzt wurde und beide zum Teil in den Pflughorizont Ap (mittlere Mächtigkeit 35 cm im Untersuchungsgebiet) eingearbeitet worden sind.

Um die Abtragung im Bodenprofil zu studieren, wurde eine Bodencatena quer zum Elsbachtal entlang des Elsbach-Schnittes 2006 im Detail studiert. Sie überstreicht den Nordwest- und Südosthang des Elsbachtals (SE-Hang in Abb. 2.3). Im weiteren Verlauf der vom Südosthang nach Süden anschließenden Plateaufläche blieb auf den nächsten 80 Metern die Entkalkungstiefe mit 2,35 Metern gleich. Daher wurde Profil 1 als Normprofil der dortigen Parabraunerde in ebener, von linearem Abtrag weitgehend geschützter Lage gewählt.

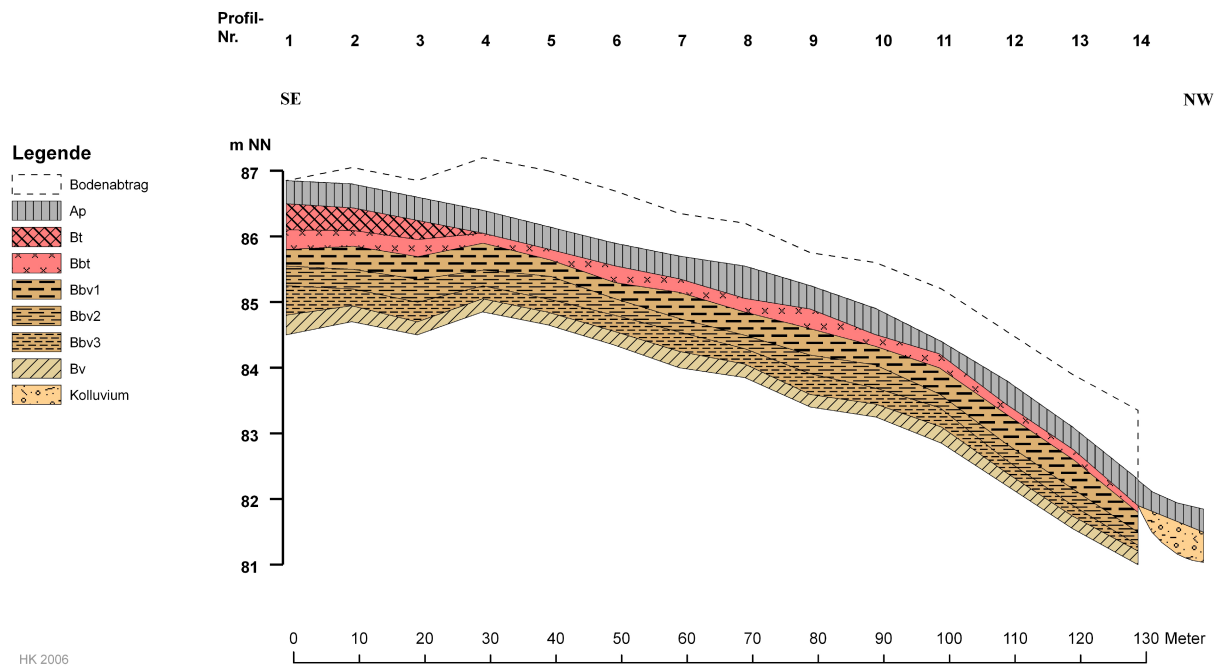


Abb. 2.3 Elsbach-Schnitt 2006 Südosthang

Die durch die gestrichelte Linie in Abb. 2.3 abgegrenzte Fläche oberhalb der Geländeoberfläche stellt einen Bodenabtrag dar, und zwar den Gesamtverlust an Mächtigkeit eines jeden Profils bezogen auf das Normprofil (Profil 1) mit 2,35 Metern Entkalkungstiefe. Ab Profil 4 ist bereits der Bt-Horizont erodiert, hangabwärts dünnt auch der Bbt-Horizont aus. Auf der Gesamtstrecke von 130 Metern gehen ca. 27 % Bodenmasse (bezogen auf das Normprofil) verloren.

Zur Übertragung der Massenbilanz dieser Catena Elsbach-Schnitt 2006 auf das gesamte Obere Elsbach-Einzugsgebiet (Abb. 2.1) wurden dort Kolluvialfläche, Hangerosionsfläche und Dachfläche ausgliedert. Die Hangerosionsfläche beginnt allgemein bei 1° Hangneigung.

Die Kolluvialmasse ergab sich aus Ziff. 2.1.1. Die Bodenabtragsmasse orientiert sich an den Werten aus dem Elsbach-Schnitt 2006. Für die Gesamtfläche wurde zudem ein Verlust des Al/Bt-Horizontes von 0,2 (minimal)–0,35 m (maximal) angesetzt.

Tab. 2.1 Anteile Abtragsmasse–Kolluvium–Austragsmasse an der Gesamtbodenmasse des Oberen Elsbach-Einzugsgebiets bei minimalem (0,2 m) und maximalem (0,35 m) Al/Bt-Horizont-Verlust

|                  | Masse m <sup>3</sup> (0,20) | %    | m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> | Masse m <sup>3</sup> (0,35) | %    | m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> |
|------------------|-----------------------------|------|---------------------------------|-----------------------------|------|---------------------------------|
| Gesamtvol. Boden | 17.479.862,4                | 100  |                                 | 18.508.089,6                | 100  |                                 |
| Abtrag           | 3.453.553,6                 | 19,8 | 503.811,84                      | 4.481.780,8                 | 24,2 | 653.811,84                      |
| Eintrag          | 2.560.741,0                 | 14,7 |                                 | 2.560.741,0                 | 13,8 |                                 |
| Austrag          | 892.812,6                   | 5,1  | 130.245,43                      | 1.921.039,8                 | 10,4 | 280.245,43                      |

Daraus ergibt sich gemäß Tab. 2.1 ein Abtrag von 20–25% des Gesamtbodenvolumens bzw. ein durchschnittliches Abtragsvolumen von 0,0005–0,0007 km<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>. Dem gegenüber steht ein Austrag von 5–10% des Gesamtbodenvolumens bzw. ein durchschnittliches Austragsvolumen von 0,00013–0,0003 km<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>. Das Sedimentausttragsverhältnis (SDR) schwankt gemäß den eingesetzten geschätzten Parametern in Tab. 2.1 zwischen 0,74–0,57.



## 2.2 Mesoskalen-Studie Jülicher Börde: Modellierung von Kolluvialmasse, Bodenerosion und des Sedimentaustragsverhältnisses

### 2.2.1 Kolluvialer Sedimenteintrag in der Jülicher Börde

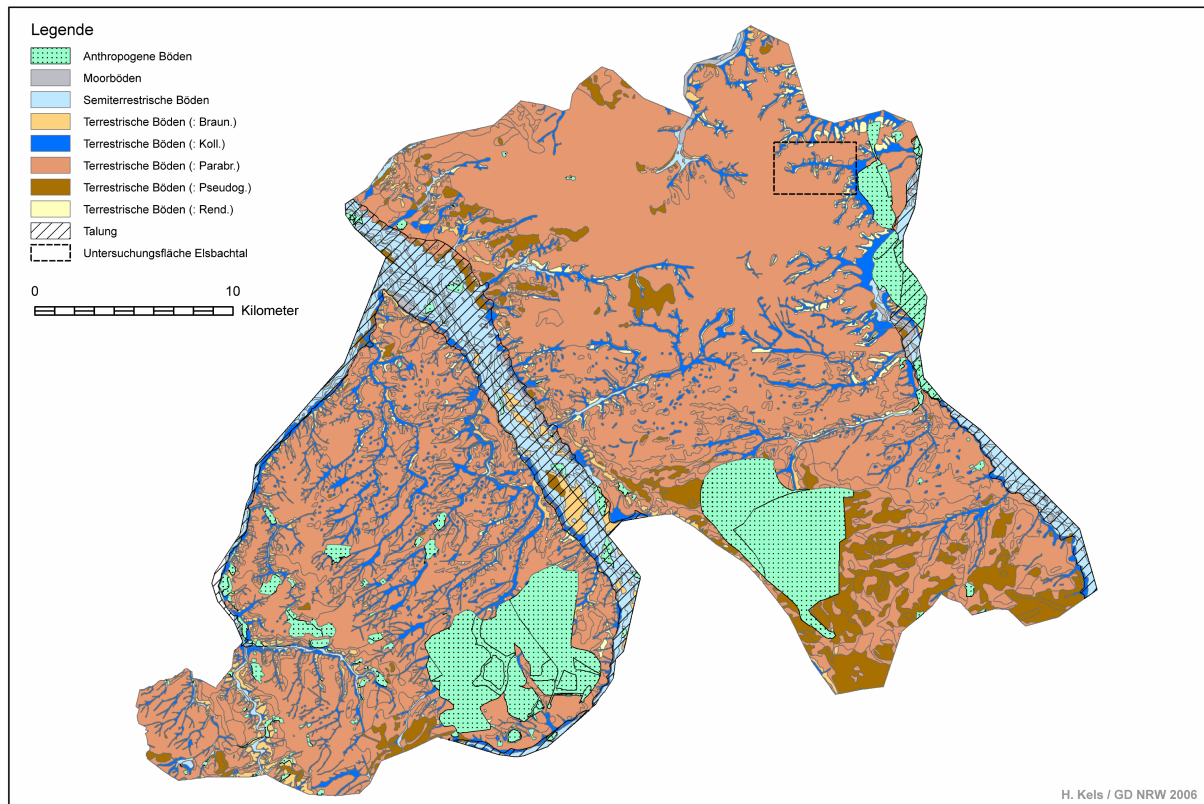


Abb. 2.4 Bodenkarte der Jülicher Börde auf der Grundlage der amtlichen BK 50 zugeschnitten für eine Sedimentbilanzierung. Rechts oben im Kasten das Detail-Gebiet Oberes Elsbachtal.

Für eine Abschätzung der flächenhaften Verbreitung des Kolluviums in der Jülicher Börde dienten als Grundlage die örtlichen Bodenkarten 1:50.000 (Abb. 2.4).

Verglichen mit der Kartierung der BK 50 beträgt der Flächenanteil des kartierten Kolluviums im Oberen Elsbach-Einzugsgebiet 32,4 % Mehrfläche im Vergleich zur der amtlichen BK 50. Durch Übertragung der Werte des Oberen Elsbachtal-Gebietes auf die Gesamtfläche ergab sich ein Kolluvialspeichervolumen von 323.445.925 m<sup>3</sup>. Das sind rund 15% des Gesamtbodenvolumens der Jülicher Börde oder ein durchschnittliches Kolluvialvolumen von 0,0004 km<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (vgl. Tab. 2.2).

### 2.2.2 Bodenabtrag und Sediment-Austrag in der Jülicher Börde

Die Ergebnisse aus dem Oberen Elsbach-Einzugsgebiet waren wesentliche Basis, um sie auf die Mesoskala, die Jülicher Börde, übertragen zu können. Folgende Parameter waren zu berücksichtigen: Die anthropogen veränderten Gebiete wurden ausgeklammert. Die unterschiedliche Tälchendichte zwischen Testgebiet und Gesamtgebiet wurde anhand der Kolluviendichte berücksichtigt. Die Kolluvienvergrößerung (Ziff. 2.2.1) bedingt entsprechende Verkleinerung der Abtragsfläche. Die Pararendzina-Flächen als stark erosionsbetroffene Flächen wurden extra berechnet.

Daraus ergab sich für die Fläche der Jülicher Börde von rund 820 km<sup>2</sup> (Tab. 2.2) ein Bodenabtrag von 21-27% des Gesamtbodenvolumens bzw. ein durchschnittliches Abtragsvolumen von 0,00055–0,0007 km<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>. Dem gegenüber steht ein Austrag von 5,5–11% des des Gesamtbodenvolumens bzw. ein durchschnittliches Austragsvolumen von 0,00015–0,0003 km<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>. Das Sedimentaustzugsverhältnis (SDR) schwankt gemäß den eingesetzten geschätzten Parametern zwischen 0,73–0,57 (s. Ziff. 2.2.1).

Tab. 2.2 Anteile Abtragsmasse–Kolluvium–Austragsmasse an Gesamtbodenmasse

|                  | Masse m <sup>3</sup> (0,20) | %    | m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> | Masse m <sup>3</sup> (0,35) | %    | m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> |
|------------------|-----------------------------|------|---------------------------------|-----------------------------|------|---------------------------------|
| Gesamtvol. Boden | 2.091.415.626,36            | 100  |                                 | 2.214.440.074,97            | 100  |                                 |
| Abtrag           | 440.446.007,55              | 21,1 | 537.022,53                      | 563.470.456,15              | 25,4 | 687.022,53                      |
| Eintrag          | 323.445.925,11              | 15,5 | 394.367,86                      | 323.445.925,11              | 14,6 | 394.367,86                      |
| Austrag          | 117.000.082,44              | 5,6  | 142.654,67                      | 240.024.531,04              | 10,8 | 292.654,67                      |

Der Vergleich der Werte des Testgebietes Oberen Elsbachtal und des Gesamtgebietes Jülicher Börde zeigt sehr ähnliche Größenordnung. Die Werte der Jülicher Börde liegen tendenziell etwas höher. Allerdings wurden ja auch etliche – wenngleich nicht alle – Parameter des Testgebiets auf das Gesamtgebiet übertragen.

### 2.3 Zeiträumen des Sedimentfluxes

Die angetroffene Kolluvialfüllung im Elsbachtal datiert ab der Eisenzeit (BOENIGK & HAGEDORN 1997). Nach SCHULZ (2007) begann gemäß Untersuchung dreier Testflächen der Jülicher Börde flächenhafte Kolluviation um 4000 BP und besteht aus 5 Eintragsphasen. Gemäß dem Rodungsbeginn auf der Jülicher Börde und dem Sedimenteintrag in die umgebenden Täler muss aber das Kolluvium allgemein mit dem Neolithikum beginnen. Ihr Auftreten ist demnach örtlich – je nach Besiedelung – sehr unterschiedlich. Was für den Eintrag gilt, gilt auch für den Austrag. Es ist also ohne Vermehrung stichprobenhafter Detailuntersuchungen schwer, einen einigermaßen gültigen Parameter für die zeitliche Aufteilung der Gesamt-Kolluvialmasse festzulegen.

## 3. Einschätzung der Ergebnisse

3.1 Es handelt sich bei den Ergebnissen um Erhebungen im Gelände und aus Archiven von nur einem Jahr. Gelände- wie Archiverhebungen im Rheintal und auf der Jülicher Börde bedürften der Erweiterung zur statistischen Absicherung. Die Schließung der räumlichen Lücke zwischen Jülicher Börde und Rheinebene würde weitreichendere Modellierungen erlauben.

3.2 Der natürliche Auensedimentanteil am Unteren Mittelrhein erscheint hoch angesichts der herrschenden Vorstellung, dass die Auensedimente weitgehend anthropogen verursacht sind. Rechnerisch kann sich an diesem Anteil sicherlich etwas verändern, wenn die verwendeten Parameter quantitativ aus mehreren gut datierten Profilen des Alt- und Mittelholozäns des Unteren Niederrheins besser gestützt würden. Bei der Übertragung dieser Berechnung auf den gesamten Unteren Niederrhein aber sind eher noch höhere Werte zu erwarten, da das Altholozän im Detailgebiet geringer verbreitet ist im Verhältnis zu dem des gesamten Unteren Niederrheingebietes.

Wie aus Ziff. 2 dieser Untersuchung zu ersehen ist, sind an den Elsbachtal-Kolluvien nur jungholozäne Sedimente beteiligt. Auch in Gebieten mit Auftreten mittelholozäner Kolluvien (z. B. SCHIRMER 1971 in LÜNING et al., SCHULZ 2007) herrschen jungholozäne Kolluvien vor. In den fluviatilen Oberläufen des Rheineinzugsgebietes wie auch benachbarter Einzugsgebiete herrschen ebenfalls jungholozäne Auensedimente weitaus vor (vgl. z. B. ROMMENS et al. 2006, SCHIRMER 2007). Das bedeutet, dass die große Menge des anthropogenen Sedimentaustrages sich mangels Abtransportmöglichkeit im obersten Flusseinzugsgebiet anhäuft (ROMMENS et al. 2006, HOUBEN et al. 2007, SCHIRMER 2007).

Unser Untersuchungsgebiet liegt im unteren Flusseinzugsgebiet. Dort akkumulierte reicher vorrodungszeitlicher Sedimenteintrag infolge der weit ausgebreiteten und flachen Aue bestückt mit gutem Vegetationssedimentfänger. Dagegen ist im gerodeten Zustand – trotz erhöhtem Materialandrang – bei viel heftigerem Hochwasserdurchzug der Sedimentdurchtransport wesentlich höher als im voranthropogenen Zustand. Das würde die anthropogen verursachte Vermehrung von nur 50% des Gesamtauensedimentanteils der drei Zeitausschnitte erklären.

Das ermittelte Sedimentaustragsverhältnis (SDR) im Elsbachtal von 5–10% macht Sinn im Vergleich zu dem von HOUBEN et al. (2007) für die Wetterau-Umrahmung angegebenen Wert von 29% beim flacheren Relief der Jülicher Börde.

#### 4. Literatur

- BERTHOLD, J. (2003): Das Elsbachtal im Mittelalter und der frühen Neuzeit. Archäologie einer Kulturlandschaft. – Inaug.-Diss. Uni Bonn: 138 S., 1 Katalog (285 S.); Bonn.
- BOENIGK, W. & HAGEDORN, E.-M. (1997): Das Profil FR 125: Holozäne Sedimente im Elsbachtal und ihre Schwermetallgehalte. Archäol. Rheinld., **1996**: 169–172; Köln (Rheinland-Verlag).
- COHEN, K.M. (2005): 3D geostatistical interpolation and geological interpretation of paleo-groundwater rise in the Holocene coastal prism in the Netherlands. – SEPM Special Publication **83**: 341–64.
- HINTERMAIER-ERHARD, G. & ZECH, W. (1997): Wörterbuch der Bodenkunde. – 338 S.; Stuttgart (Enke).
- HOUBEN, P., BURGGRAFF, P., HOFFMANN, T., KLEEFELD, K., ZIMMERMANN, A. & DIKAU, R. (2007): Reconstructions of Holocene land-use change and sediment budgets in the Rhine system: Focus 4 PHAROS programme 'Past Climate-Human-Environment Interactions'. – Pages News, **15**(1): 17–18.
- JANSEN, F. (2001), mit Beitr. von DROZDZEWSKI, G., HOLL-HAGEMEIER, C., KRAHN, L. & PAAS, W.: Erläuterungen zu Blatt Wesel. – Geol. Karte von NRW, Erl., Nr. **4305**: 195 S.; Krefeld.
- KELS, H. (2007): Bau und Bilanzierung der Lössdecke am westlichen Niederrhein. – Inaug.-Diss. Univ. Düsseldorf: 206 S., Düsseldorf. <http://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DocumentServlet?id=3628>
- KLOSTERMANN, J. (1989), mit Beitr. von NÖTTING, J., PAAS, W. & REHAGEN, H.-W.: Erläuterungen zu Blatt Xanten. – Geol. Karte von NRW, Erl., Nr. **4304**: 195 S.; Krefeld.
- LÜNING, J., SCHIRMER, W. & JOACHIM, H.-E. (1971): Eine Stratigraphie mit Funden der Bischheimer Gruppe, der Michelsberger Kultur und der Urnenfelderkultur in Kärlich, Kr. Koblenz. – Praehist. Z., **46** (1): 37–101, Beil. 1–4; Berlin.
- REICHEL, G. (1953): Über den Stand der Auelehmforschung in Deutschland. – Peterm. Geogr. Mitt., **97**: 245–261; Gotha.

- ROMMENS, T., VERSTRAETEN, G., BOGMAN, P., PEETERS, I., POESEN, J., GOVERS, G., ROMPAEY A., VAN & LANG, A. (2006): Holocene alluvial sediment storage in a small river catchment in the loess area of central Belgium. – *Geomorphology*, **77**: 187–201.
- SCHIRMER, W. (1983): Die Talentwicklung an Main und Regnitz seit dem Hochwurm. – *Geol. Jb.*, **A 71**: 11–43; Hannover.
- SCHIRMER, W. (1993): Der menschliche Eingriff in den Talhaushalt. – *Kölner Jb.*, **26**: 577–584; Berlin.
- SCHIRMER, W. (1995): Valley bottoms in the late Quaternary. – *Z. Geomorph., Suppl.-Bd.* **100**: 27–51; Berlin.
- SCHIRMER, W. (2007): Der Naturraum Main-Regnitz im ersten Jahrtausend n. Chr. – (in Druckvorber.)
- SCHIRMER, W., BOS, J. A. A., DAMBECK, R., HINDERER, M., PRESTON, N., SCHULTE, A., SCHWALB, A. & WESSELS, M. (2005): Holocene fluvial processes and valley history in the River Rhine catchment. – *Erdkunde*, **59** : 199–215; Bonn.
- SCHULZ, W. (2007): Die Kolluvien der westlichen Kölner Bucht. Gliederung, Entstehungszeit und geomorphologische Bedeutung. – Inaug.-Diss. Univ. Köln: 218 S.; Köln.
- SCHWERTMANN, U. (1977): Bodenerosion. – *Geol. Rundschau*, **66**: 770–782; Stuttgart.
- SHALA, B. (2001): Jungquartäre Talgeschichte des Rheins zwischen Krefeld und Dinslaken. – Diss. Univ. Düsseldorf: 231 S., 2 Beil.; Düsseldorf. <http://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DocumentServlet?id=2085>
- ZHOU, D. (2000): Jungquartäre Talgeschichte des mittleren Niederrheins. – Inaug.-Diss. Düsseldorf: 249 S., 5 Beilagen, 34 Profile; Düsseldorf. <http://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DocumentServlet?id=2019>