

# Sedimentation in einem aufgeweiteten Abschnitt des TULLASchen Rheinbettes bei Kleinkems

Helmut Saurer, Jan Reindl, Ulrike Pfarr, Manfred Brendel

## Kurzfassung

Die Flussbaumaßnahmen des 19. und 20. Jahrhunderts haben am Rhein zwischen Basel und Mannheim zu einer erheblichen Verkleinerung der Überflutungsflächen und zu einem Anstieg der Hochwasserrisiken in flussabwärts gelegenen Bereichen geführt. Zur Reduktion dieser Risiken werden Retentionsflächen neu geschaffen. Das TULLASche Rheinbett zwischen Weil und Breisach wird dazu in einzelnen Abschnitten erweitert. In einer bereits fertiggestellten und ungesteuert an den Rhein angeschlossenen Teilfläche wurden über Geländevermessungen die Folgen fluvialer Morphodynamik betrachtet. In der Untersuchungsfläche wurde bereits bei der Auskiesung eine flache Abflussrinne (Schlute) angelegt. Der Verlauf dieser Schlute ist durch autotypische morphodynamische Prozesse zwischenzeitlich zum Teil verändert worden. Es zeigte sich, dass von wenigen kleinräumigen Bereichen abgesehen, ein Sedimentauftrag auf die vormodellierte Überflutungsfläche erfolgte. Der Auftrag betrug nach der Anbindung an den Rhein von Juli 2011 bis Juni 2013 aufgrund häufiger Hochwasserereignisse durchschnittlich etwa 30 cm. Das abgelagerte Substrat stellt aufgrund der Korngrößenzusammensetzung und des Nährstoffangebots eine günstige Grundlage für eine rasch ablaufende Besiedlung der Standorte durch Pflanzen und einer Sukzession hin zu einer differenzierten Auenvegetation dar.

## Stichwörter

Flussbettaufweitung, Retentionsraum, Sedimenteintrag, Hochwasser

# Sedimentation in a widened sector of the channelized Rhine river bed near Kleinkems

## Abstract

Various remodellings of the Rhine river bed during the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries in the section between Basel and Mannheim led to a significant reduction of floodplain areas, and to a growth of flooding risks in downstream regions. To reduce these risks new flood retarding structures have to be created. It is foreseen to widen the artificial Rhine river bed, which was mainly planned by Johann Gottfried Tulla, between Weil and Breisach and to create a small margin of a near-natural floodplain. A small sector close to the village of Kleinkems, some kilometers north of Basel, has already been opened in 2011. By means of a topographical survey we observed fluvial morphodynamics, and its effects on plant succession. In the test site a small initial drainage channel has been modelled. This initial drainage channel is still existing, but has been subject to a slight modification by floodplain dynamics. It is shown that on average 30 cm of mainly sandy sediments have been deposited between July 2011 and June 2013. Grain-size distribution and nutrient content of these sediments are important factors for a rapid succession of floodplain species.

## Keywords

River bed widening, flood storage, sediment input, flooding

## Anschrift der Verfasser:

Dr. Helmut Saurer, Jan Reindl  
Albert-Ludwigs-Universität  
Institut für Umweltsozialwissenschaften und Geographie  
Abteilung Physische Geographie

Dr. Ulrike Pfarr  
Regierungspräsidium Freiburg  
Referat 53.3. Integriertes Rheinprogramm

Manfred Brendel  
Fa. Unger Ingenieure  
Freiburg

## 1. Hintergrund und Fragestellung

Überflutungsbereiche natürlicher Flussläufe weisen aufgrund der jahreszeitlichen und wetterlagenabhängigen Schwankungen von Abfluss und Frachtmengen kleinräumig eine erhebliche geomorphologische und ökologische Dynamik auf. Technische Veränderungen der Flusssysteme im 19. und 20. Jahrhundert, wie beispielsweise die Begradigung und der Ausbau des Rheins durch TULLA und HONSELL, führten zu Festlegung des Strombettes, Gewinnung von kulturfähigem Land, Hochwasserschutz in direkt anschließenden Bereichen und zur besseren Schiffbarkeit. Zugleich waren diese Maßnahmen die Grundlage für die ab 1928 ausgebaute energetische Nutzung des Rheins. Allerdings stellen solche Maßnahmen einen enormen Eingriff ins fluviale Ökosystem dar und reduzieren die fluviale und ökologische Dynamik auf wesentlich kleinere Flächen. Dadurch haben sich die Gefahr von wirtschaftlichen Schäden und die Gefährdung der Bevölkerung bei großen Hochwasserereignissen vor allem in flussabwärts gelegenen Gebieten erheblich vergrößert. Als Gegenmaßnahmen wurden zunächst technische Maßnahmen umgesetzt, die wie auch die anfänglichen Eingriffe zu einem weiteren Verlust an Auenhabitaten führten. Gerade diese besitzen jedoch hohe Retentionsfähigkeiten und weisen eine Vielzahl weiterer ökologischer Funktionen auf, womit sie für Mensch und Natur unabdingbar sind. Den Flüssen muss also wieder mehr Raum zugesprochen werden, um natürliche Überschwemmungsflächen zu schützen und zurück zu gewinnen und somit die Retentionswirkung zu reanimieren (siehe z.B. PATT 2005: 279, SCHOLZ et al. 2012: 22).

Vor diesem Hintergrund wurden in der Oberrheinregion auf politischer Ebene zu Beginn der 1990er Jahre Beschlüsse gefasst, auf deren Grundlage bei weiteren Planungen zum Hochwasserschutz auch ökologische Aspekte berücksichtigt werden müssen. Zu nennen sind die Ergebnisse des deutsch-französischen Umweltrates vom 31.8.1992 (GEWÄSSERDIREKTION SÜDLICHER OBERRHEIN/HOCHRHEIN 1999: 8) oder die Beschlüsse der Ministerkonferenz für Raumordnung von 1993 und 1995. In den letztgenannten wurden langfristige Ziele formuliert, die die Sicherung und Rückgewinnung natürlicher Überschwemmungsflächen, Risikovorsorge und flächenhaften Wasserrückhalt im Gesamteinzugsgebiet beinhalten. Besonders das Hochwasser 2002 an der Elbe machte die Notwendigkeit länderübergreifender Konzepte zur Hochwasservorsorge noch einmal besonders deutlich (DIKAU & POHL 2011: 1147) und hat zu einer breiteren Akzeptanz entsprechender Maßnahmen geführt.

Am Oberrhein wurden und werden im Rahmen des Integrierten Rheinprogramms (IRP) ebenfalls umfangreiche Maßnahmen zum ökologisch verträglichen Hochwasserschutz geplant und umgesetzt. Im südlichsten Abschnitt des IRP, dem Hochwasserrückhalteraum Weil-Breisach, werden Retentionsflächen durch Auskiesung und Verbreiterung des TULLASchen Rheinbetts geschaffen. Aus wissenschaftlicher Sicht ergibt sich in diesem Kontext eine Vielzahl von Fragen im Hinblick auf die Auswirkungen der Maßnahmen auf die fluvialmorphologischen und ökologischen Prozesse, die sich in der Folge einstellen. Im Rahmen von Geländepraktika der Physischen Geographie an der Universität Freiburg werden seit einigen Jahren in Abstimmung mit dem Referat 53.3 des Regierungspräsidiums

Freiburg maßnahmenbegleitende Untersuchungen angestellt, die vor allem auf die Erfassung der Sukzession in den ausgekiesten Bereichen abzielen. In kleinerem Umfang werden auch fluvialmorphologische Aspekte erfasst.

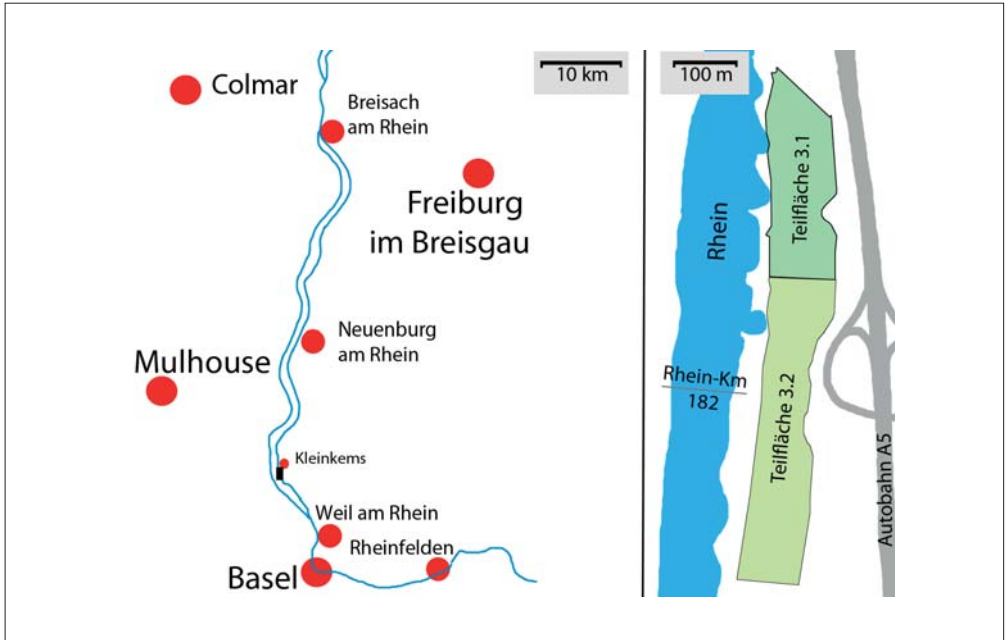
Ziel dieses Beitrages ist die exemplarische Erfassung der eingetragenen Sedimentmengen seit dem ungesteuerten Anschluss an das Abflussregime des Rheins, die sich in den ausgekiesten Bereichen des IRP-Hochwasserrückhalteraaumes Weil-Breisach einstellen. Als ungesteuert wird eine Retentionsfläche bezeichnet, die nach Erreichen eines bestimmten Wasserstands selbständig überflutet und mit zurückgehendem Wasserstand wieder entleert wird. Im Gegensatz dazu spricht man von einem gesteuerten Retentionsraum, wenn durch Dämme, Ein- und Auslassbauwerke eine Überflutung und Entleerung aktiv vom Menschen beeinflusst werden kann.

Basis der Untersuchung ist die Erhebung topographischer Daten und deren Vergleich mit dem bauseits vormodellierten Mikrorelief der Tieferlegungsfläche. Damit wird gleichzeitig eine Grundlage für ein weiteres Monitoring der Morphodynamik und für die Beantwortung der Frage geschaffen, in welchen Zeiträumen der erwartete Sedimentauftrag auf einer ungesteuerten Retentionsfläche erfolgt. Die Sedimente sind im Hinblick auf die Sukzession der Vegetation und damit auf die Regeneration der Vegetation von Bedeutung.

## 2. Untersuchungsgebiet

Am Oberrhein zwischen Weil und Breisach werden Retentionsflächen entlang des von TULLA konzipierten Rheinbetts geschaffen. Aufgrund der Verkürzung der Fließstrecke durch TULLA stellte sich in diesem Bereich eine Tiefenerosion ein. Im Zusammenwirken mit dem Rheinseitenkanal, in den eine Wassermenge von bis zu 1400 m<sup>3</sup>/sec zur Sicherstellung der Schifffahrt und der Energiegewinnung abgeleitet wird, ist eine Überflutung des ehemaligen Vorlandes – der ehemaligen Aue – nicht mehr möglich. Die benötigten Speichervolumina werden daher durch eine Aufweitung des Rheinbetts erreicht. Dabei wird durch Auskiesung ein künstlich tiefergelegtes und überflutbares Vorland geschaffen, das sich wenige Dezimeter bis Meter über dem mittleren Wasserstand des Restrheins befindet. Diese durch Kiesabbau geschaffene und modellierte Oberfläche wird als Abtragssole bezeichnet. Realisiert wird die Maßnahme durch kleinräumig differenzierte Verbreiterungen in vier verschiedenen Teilräumen. Die Baumaßnahmen unter der Steuerung des Regierungspräsidiums Freiburg sind derzeit in Gange. Sie wurden im sogenannten Teilraum I begonnen, der sich zwischen Märkt und Kleinkems erstreckt. Innerhalb dieses Teilraums wiederum erfolgt die Auskiesung abschnittsweise in drei jeweils zusammenhängenden Teilflächen.

In Kombination von Volumenvergrößerung und Reduktion der Abflussgeschwindigkeit durch die sich einstellende Vegetation wird im Hochwasserfall der angestrebte Hochwasserschutz flussabwärts erzielt. Untersucht wurden die im vorangehenden Kapitel genannten Aspekte



**Abb. 1:** Großräumige Einordnung des Untersuchungsgebietes sowie Lage der Teilflächen 3.1 und 3.2 des Hochwasserückhalterums Weil-Breisach am östlichen Rand des Tulla'schen Rheinbetts südwestlich von Kleinkems. **Fig. 1:** Sketch map showing the spatial localization of the flood storage area Weil-Breisach, as well as the subareas no. 3.1 and 3.2 at the eastern bank of the Rhine near the village of Kleinkems.

exemplarisch auf den Teilflächen 3.1 und 3.2 südwestlich von Kleinkems (Abb. 1), die als eine der ersten vollständig ausgekiesten Teilflächen des Rückhalterumes ungesteuert an den Fluss angebunden worden sind (Abb. 2). Die Fläche befindet sich etwa bei Rheinkilometer 182 in unmittelbarer Nähe der Autobahnanschlussstelle Efringen-Kirchen.

Die ungesteuerte Anbindung erfolgte von Norden her im April 2011 durch die Öffnung der nördlichen Ausflussöffnung (Tab. 1). Die erste Überflutung stellte sich am 30. Juni 2011 durch einen Rückstau aus dieser Ausflussöffnung ein. Seit Januar 2013 ist ein Durchfluss des Rückhalterums in den Teilflächen 3.1 und 3.2 durch die Herstellung eines Zuflusses im Süden möglich. Als Folge von etwa 20 (Teilfläche 3.1) beziehungsweise 15 (Teilfläche 3.2) Hochwasserständen von Juni 2011 bis Juli 2013 konnte bereits kurz nach der Anbindung des Retentionsraums eine markante Deposition auf den vormodellierten Kiesflächen einsetzen und sich damit, wie geplant, eine günstige Grundlage für eine rasche Vegetationssukzession bilden. Dabei erfolgte der Haupteintrag 2013, nachdem durch die Anbindung von Teilfläche 3.2 im Süden eine Durchströmung möglich war. Der höchste Wasserstand vor Beginn der Gelände Vermessung wurde am 1. Juni 2013 bei einem Wasserstand von ca. 770 cm am Pegel Rheinweiler erreicht (z. Vgl. MHW 1.11.1999-31.10.2009 bei 609 cm, Wert [nach [www.pegelonline.wsv.de/gast/stammdaten?pegelnr=23300130](http://www.pegelonline.wsv.de/gast/stammdaten?pegelnr=23300130) - 24.7.2014]).



**Abb. 2:** Blick in den als Teilfläche 3.1 bezeichneten nördlichen Abschnitt der Untersuchungsfläche. Links im Bild ist der temporär belassene Schutzwall zum Rhein erkennbar. Der Anschluss an den Rhein erfolgt durch je einen Durchlass im Süden und im Norden, so dass die Fläche vom Wasser durchströmt werden kann (Foto Jan Reindl, Juni 2013, Blick nach Norden).

**Fig. 2:** Northward oriented view across subarea no. 3.1 in the northern part of the test site. On the left edge of the image the temporary dam between the Rhine river and the retention area is visible. The flow through the flood storage area is ensured by two openings of the dam upstream (outside the view) and downstream (left above the image center). (Photo Jan Reindl, June 2013)

	Teilfläche 3.1	Teilfläche 3.2
Beginn Rodung	Januar 2010	Januar 2010
Beginn Bodenabtrag	Juni 2010	Februar 2011
Beginn Kiesabbau	August 2010	Mai 2011
Ausgangsniveau	ca. 232 m ü. NN	ca. 233 m ü. NN
Mittlere Höhe der Abtragssohle	ca. 224,10 m ü. NN	ca. 224,15 m ü. NN
Fertigstellung der Abtragssohle mit vormodelliertem Wall-Senken-Relief	April 2011	Januar 2012
ungesteuerter Anschluss an den Rhein über die nördliche Ausströmöffnung	April 2011	-
erste Überflutung	30.6.2011	13.6.2012
Fertigstellung der südlichen Durchflussöffnung	-	Januar 2013
Rückhaltevolumen	ca. 0,35 Mio m <sup>3</sup>	
Beginn der Überflutung durch Rückstau über die nördliche Einströmöffnung	Abfluss ca. 150 m <sup>3</sup> /sec, WSP Pegel Rheinweiler ca. 230 cm	
Beginn des Durchflusses über südliche Einströmöffnung	Abfluss ca. 320 m <sup>3</sup> /sec, WSP Pegel Rheinweiler ca. 290 cm	
Vorgesehener Rückbau des temporären Schutzwalls im Bereich des alten Leinpfades	2017	n.a.

**Tabelle 1:** Kenndaten zu den Teilflächen 3.1 und 3.2 bei Kleinkems (Gemeinde Efringen-Kirchen). **Table 1:** Characteristic data of the subareas 3.1 and 3.2 close to Kleinkems (district of Efringen-Kirchen).

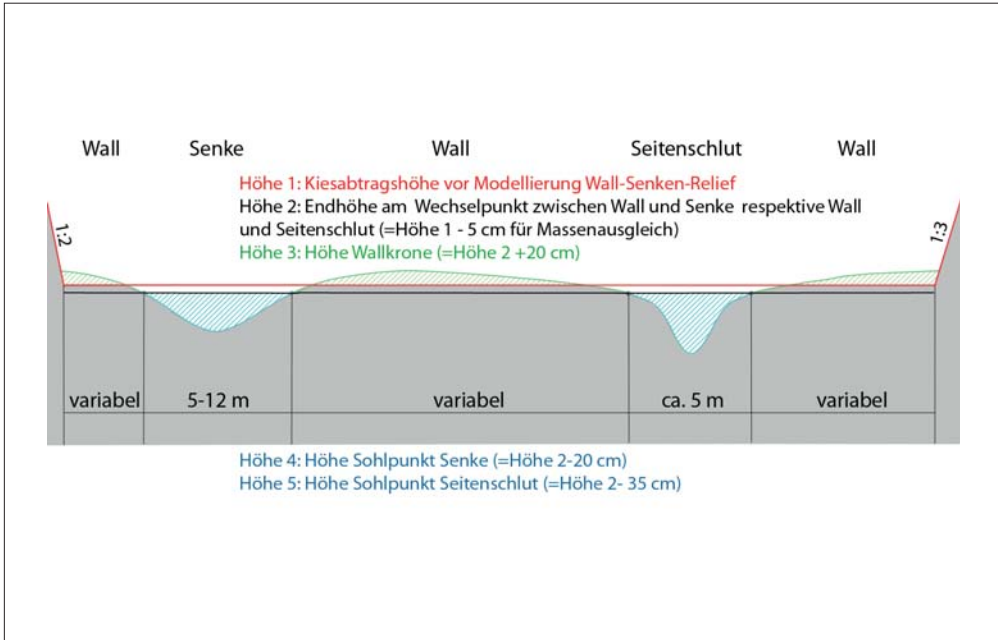
### 3. Methoden und Datenerhebung

Bei einem ungesteuerten Anschluss einer Retentionsfläche gelangen Teile der vom Fluss mitgeführten Fracht in diese Fläche und werden dort teilweise ab- und umgelagert. Mächtigkeit und Korngrößenzusammensetzung der Ablagerungen wurden durch Messungen vor Ort erfasst und im Labor analysiert.

Die hydrologischen und hydraulischen Entstehungsbedingungen von Flussablagerungen lassen sich anhand von Korngrößerverteilung und Lagerung rekonstruieren. Eine Erfassung der Sedimentmächtigkeit ermöglicht Aussagen über die Materialzufuhr in Zusammenhang mit dem Abflussregime abzuleiten. Auch können aus abgelagerten bzw. suspendierten Partikelgrößen physikalische Parameter wie die Scherspannung an der Sohle berechnet werden (ALLEN 1985). Die Zusammensetzung sedimentierter Korngrößen korreliert nur teilweise mit den in das System eingetragenen Partikeln, da die hydrologische Variabilität auch zu Unterschieden bei den sedimentierten Teilchengrößen führt. So weisen größere Überflutungsereignisse mit hohen Wasserständen und vergleichsweise schnellen Fließgeschwindigkeiten häufig einen überproportionalen Eintrag größerer Korngrößen auf, wobei vermehrt Sande abgelagert, feinere Partikel jedoch weiter transportiert werden (KONDOLF & PIÉGAY 2003: 26f.). Auch aus der Lagerung der Sedimentproben lassen sich Rückschlüsse auf die Entstehungsbedingungen ziehen, wie beispielsweise Fließgeschwindigkeiten, -richtungen und Wassertiefen (GREGORY & MAIZELS 1991). Für diese Art der Auswertung ist es nötig, ungestörte Bodenprofile zu erheben. Die Zielsetzung unserer Arbeit sieht jedoch lediglich die Erfassung der Sedimentmächtigkeiten und der räumlich, aber nicht zeitlich differenzierten Korngrößenzusammensetzung vor, so dass die Erfassung gestörter Bodenproben ausreichend ist.

Die Bestimmung der Mächtigkeit des Sedimentauftrags oder der Erosionsleistung seit dem ungesteuerten Anschluss der Überflutungsfläche im April 2011 erfolgte durch eine Einmessung der aktuellen Geländehöhe und anschließender Differenzenbildung zum bauseits modellierten Relief. Bei der Vermessung im Juni und Juli 2013 wurden 12 Querprofile durch die Retentionsfläche gelegt, die in Fließrichtung des Rheins einen Abstand von jeweils 50 m haben. Für die Messung wurde ein Lasertachymeter (Leica TCR 110) verwendet. Entlang der Profile wurden systematisch Lage- und Höhenbestimmungen vorgenommen. Die Lagebestimmung erfolgte über ein Triangulationsnetz, das an die bekannten Koordinaten von Hektometersteinen der Rhein-Kilometrierung angeschlossen wurde. Für die Modellierung der Geländeoberfläche wäre eine engere Anordnung der Profile wünschenswert gewesen. Zum Schutz der aufkommenden Vegetation konnte dies jedoch nicht realisiert werden.

Die Interpolation der eingemessenen Punkte wurde mit der Funktion „Topo to Raster“ in ArcGIS vorgenommen. Dieser Rasterdatensatz wurde anschließend zur weiteren Verarbeitung in ein TIN (triangulated irregular network) umgewandelt. Aufgrund der räumlichen Begrenzung der eingemessenen Profile erscheinen an den Rändern Artefakte, die eine sinnvolle Interpretation nur im zentralen Bereich des abgeleiteten Geländemodells, nicht jedoch in den Randbereichen zulassen.



**Abb. 3:** Schematischer Schnitt durch das angelegte Wall-Senken-Relief (verändert nach Planungsunterlagen Teilfläche 3.1, Regierungspräsidium Freiburg). **Fig. 3:** Schematic profile of the surface in the flood storage area. (Adapted from planning documents Regierungspräsidium Freiburg)

Die abgelagerten Sedimentmächtigkeiten wurden durch die Bildung der Differenz der Geländeoberfläche aus den eingemessenen Profilen und den Höhen des bauseitig vormodellierten Reliefs ermittelt. Abbildung 3 zeigt beispielhaft einen entsprechenden Profilverlauf des bauseitig angelegten Mikroreliefs.

Die Proben zur Ermittlung der Korngrößenzusammensetzung wurden ebenfalls im Juni und Juli 2013 gewonnen. In diesem Zeitraum war die Fläche aufgrund einer langandauernden Hochwasserphase zunächst noch überflutet. Dieser Hochwasserstand wie auch die vorangehenden Hochwasserereignisse seit dem Winter 2012/2013 führten zu einer Sedimentation vorwiegend sandiger Substrate im Untersuchungsraum, wobei die Ablagerungen im südlichen Bereich der Tieferlegungsfläche häufig Mächtigkeiten von über 50 cm erreichten. Die Sedimentproben wurden aus der gesamten Bodensäule bis zum unterliegenden Kies oder bis zu einer maximalen Tiefe von 50 cm entnommen. Entsprechend mächtige Feinmaterialaufschüttungen wurden nur im südlichen Bereich angetroffen. Die Probenahme erfolgte an 25 Geländepunkten, die die unterschiedlichen Mikroreliefsituationen repräsentieren (Senken, flache Wälle, Flächen). Die Zusammensetzung der Korngrößen wurde normgerecht (DIN 19683) im Labor analysiert und bestimmt (Eijkelkamp Pipette Apparatus Art. No 08.16). Zur Erfassung der Anteile von Ton- und Schlufffraktionen wurde die Pipettiermethode angewandt.



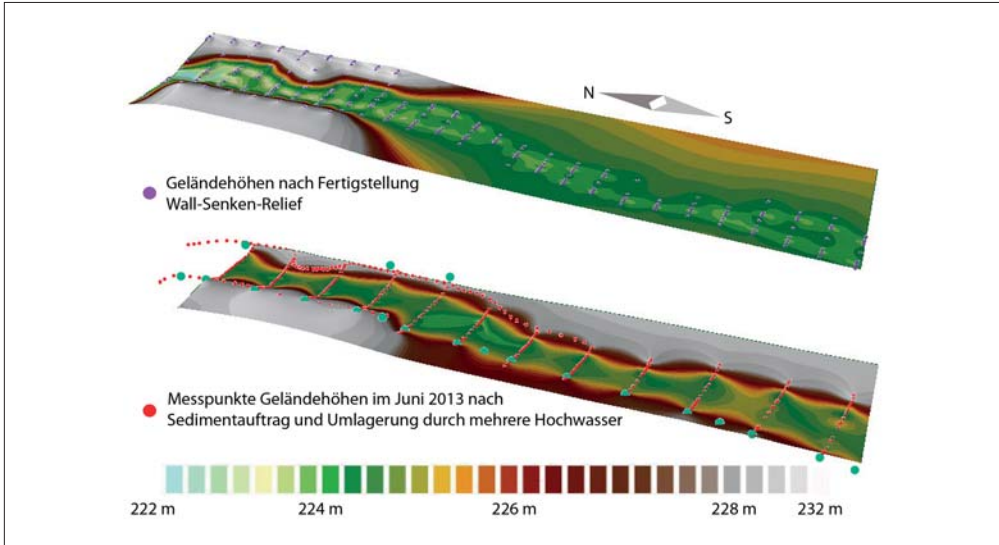
## 4. Ergebnisse

### 4.1 Modellierung der Geländeoberfläche

Die Untersuchung zeigt, dass das bauseitig vormodellierte Relief (Abb. 3) bereits nach wenigen Hochwasserereignissen deutlich überprägt wird. Die Senken sind teilweise in ihrem Verlauf verändert und im Extremfall ist der gemessene Sedimentauftrag bis über 60 cm mächtig. Infolge des großen Abstands der Profillinien, ist die Interpolation zwischen den Profilen (Abb. 3) fehlerbehaftet, weshalb auch der Verlauf der leicht in das Gelände eingeschnittenen Abflussrinnen im Geländemodell nur schlecht wiedergegeben wird. Für eine Abschätzung der mittleren Geländeerhöhung und damit der abgelagerten Volumina sind die Daten jedoch geeignet. Allgemein ist ein Ausgleich der Oberflächenform durch eine mächtige Aufschüttung sandiger Substrate im Frühjahr und Sommer 2013 festzustellen. In den meisten Bereichen ist eine Auflandung erkennbar. Der Vergleich der Höhen von Ausgangsrelief und der Situation im Sommer 2013 zeigt, dass einige kleine Bereiche bis in die Sohle hinein erodiert sind, was sich auch im Gelände an Kies zeigt, der oberflächlich ansteht. Eine großflächige Abtragung ist nicht zu beobachten. Am Schutzwall in der Teilfläche 3.1 zwischen Rhein und tiefer gelegter Fläche zeigen sich vor Ort kleine Abrisskanten. Diese sind ein Hinweis auf randliche Erosion, die jedoch insgesamt unbedeutend ist. Dominant sind Ablagerungen, die das angelegte Wall-Senken-Relief überdecken. Die Rinnenbereiche sind zwar noch erkennbar vorhanden, aber zwischenzeitlich deutlich schwächer ausgeprägt.

Ein weiterer auffallender Geländebefund betrifft den im Längsprofil angelegten verhältnismäßig großen, abrupten Höhenanstieg beim Übergang von Teilfläche 3.2 zu Teilfläche 3.1. Durch die Deposition ist dieser sprunghafte Übergang nahezu vollkommen ausgeglichen und im Gelände nicht mehr ohne Weiteres erkennbar. Hieraus ergeben sich für die südliche Teilfläche deutlich höhere durchschnittliche Sedimentmächtigkeiten, die oftmals Höhen von über 50 cm erreichen. Die Sohle der Überflutungsfläche weist eine flache Form auf, wobei der Wasserdurchfluss dennoch eine Abflussrinne modelliert hat, die stets als leichte Geländeeintiefung erkennbar ist. Diese verläuft in Teilfläche 3.2 zunächst am östlichen Rand, folgt also nur sporadisch dem bauseitig vorgegebenen Verlauf. In der nördlich anschließenden Teilfläche 3.1 wird der Lauf durch einen vorstehenden Böschungsabschnitt nach links abgelenkt, weshalb die Abflussrinne nun weiter westlich verläuft und sich ihr Verlauf deutlich mehr mit dem bauseitig angelegten Relief deckt. Inwieweit sich zukünftig die Gestalt des Überflutungsbereichs ändert, ist abzuwarten: Die Ausbildung einer bzw. mehrerer kleiner Rinnen ist bei abnehmenden Fließgeschwindigkeiten durch zunehmenden Bewuchs wahrscheinlich, kann aber nach aktuellem Kenntnisstand nur vermutet werden. Sobald südlich anschließende weitere Teilflächen ausgekieselt und die Teilflächen 3.1 und 3.2 damit stärker durchströmt werden, wird sich die Situation nochmals deutlich ändern.

Aufschüttungen von kleinen Sandbänken überlagern zum Aufnahmezeitpunkt das ansonsten flache Innere der Teilflächen, führen mitunter sogar zur Verlandung der Abflussrinne, sodass diese in der Südhälfte des Untersuchungsgebietes eher aus aneinander gereihten Senken mit

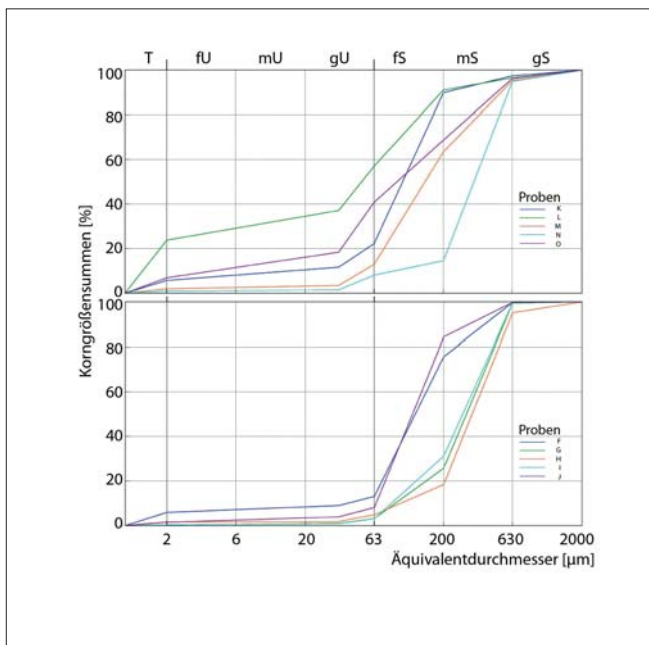


**Abb. 4:** Geländemodelle des Untersuchungsgebiets. Oben ist die bauseitig angelegte Kiesoberfläche zu sehen. Unten ist das Mikrorelief aus dem Sommer 2013 dargestellt. Der Zufluss in die ausgekieste Fläche ist rechts unten. Der Ausfluss schließt sich links außerhalb des Bildausschnittes an. Gut sichtbar ist der temporär belassene Schutzwall zwischen Rhein und Tieferlegungsfläche im Vordergrund links (graue Einfärbung) zu erkennen. (Nach Reindl, 2013).  
**Fig. 4:** Digital terrain models (DTMs) of the test site. The surface created during the construction of the flood storage is shown at the top. Floods modified this surface until June 2013 (below). The inflow is located at the lower right margin of both DTMs (in the South). The outflow is in the North, outside of the pictured section at the left. A temporary existing dam, which acts as a protective barrier between the Rhine river and the newly constructed flood storage, is visible in the lower left part of each DTM. (Adapted from Reindl, 2013).

kurzen Unterbrechungen besteht. Erst im nördlichen Teil der Überflutungsfläche ist wieder eine durchgängige Rinne erkennbar. Im Bereich dieser Rinne existiert auch eine Schneise in der Vegetationsbedeckung, da hier scheinbar die Keimung beziehungsweise das Wachsen durch höhere Fließgeschwindigkeiten bei der Durchströmung der Fläche erschwert wird beziehungsweise Keimlinge infolge der Strömung ausgerissen werden. Der Gehölzbewuchs in Teilfläche 3.1 zeichnet sich aus durch Schwarz-/Hybridpappeln und Silberweiden, die im Sommer 2013 Wuchshöhen von über einem Meter erreichten, aber deutlich von den angeschwemmten Sedimenten überlagert wurden. Bis Ende 2013 reichten die Triebe teilweise in Höhen von über zwei Metern. Weiterhin hat sich bis Ende der Vegetationsperiode auch eine lückige Krautschicht ausgebildet. In Teilfläche 3.2 ist innerhalb des Messzeitraums nur ein spärlicher Vegetationsansatz auszumachen, da diese Fläche erst später fertig gestellt wurde. Die Oberfläche der sandigen Flussablagerungen ist bedeckt von Strömungsrippeln, die auf eine Fließgeschwindigkeit von etwa 30cm/s hinweisen (Chamley 1990: 67). Diese relativ hohe Fließgeschwindigkeit konnte auch im Feld beobachtet werden. Mit zunehmendem Bewuchs ist in Zukunft zumindest lokal eine Abnahme der Geschwindigkeit zu erwarten.

## 4.2 Substratzusammensetzung

Die Bodenproben werden von Sanden dominiert. Unter den 25 Proben sind nur zwei als sandige Lehme einzuordnen, während die restlichen 23 verschiedene Arten von Sanden repräsentieren. Reiner Sand (Ss) war allein neunmal vertreten. Die häufigsten Korngrößen waren Fein- und Mittelsande, Grobsand war selten, Schluffe und Tone nur an wenigen Stellen in größeren Anteilen vertreten. Der Großteil dieser sandigen Sedimente stammt allein aus den Hochwasserereignissen im Frühjahr und Frühsommer 2013. Der hohe Wasserstand begünstigte eine überproportionale Ablagerung von Sanden (Abb. 5). Die am östlichen Hang entnommenen Proben weisen den größten Anteil an Feinstpartikeln auf. Die Ablagerung der Schluff- und Tonteilchen ist hier begünstigt, da durch den dichten krautigen Bewuchs des Hangs die Reibung deutlich erhöht ist. Die Proben sind entsprechend ihrer Standorte im Profil in verschiedene Gruppen eingeteilt: Rinnenbereiche, Tieferlegungssohle, westlicher und östlicher Böschungsbereich. Bisher ist keine signifikante Differenzierung der Korngrößen innerhalb der Gruppen feststellbar. Die mit dem lang andauernden hohen Wasserstand im ersten Halbjahr 2013 antransportierten Sande dominieren nahezu alle Proben. Für die Zukunft ist zu erwarten, dass sich die Strömungsverhältnisse in der Überflutungsfläche – zumindest bei mittleren Hochwassern – durch die Höherlegung der Geländeoberfläche und durch die Vegetationssukzession ändern und sich eine räumlich stärker differenzierte Korngrößenzusammensetzung einstellen wird.



**Abb. 5:** Kornsummenkurven von 10 der 25 erfassten gestörten Bodenproben. Die sandigen Anteile dominieren in allen Proben. Nur wenige Proben enthalten signifikante Anteile an Schluffen und Tonen. (Nach Reindl, 2013)

**Fig. 5:** Grain size distribution of 10 from 25 samples taken in the study area. Sand is dominating all samples. Just a few samples contain significant parts of silt and clay. (Adapted from Reindl, 2013).

Sämtliche Proben weisen den für die Rheinfracht typischen, relativ hohen Carbonatgehalt auf. Sie zeigen starkes Aufbrausen beim Versetzen mit verdünnter Salzsäure. Der pH-Wert aller Bodenproben hat dementsprechend generell Werte über 8. Der Gehalt an organischen Substanzen im Boden liegt im Mittel bei 2,8%, variiert zwischen den Proben jedoch erheblich. Die höchsten Anteile (bis zu 13,7%) ergeben sich punktuell in Senken der nördlichen Teilfläche. Diese Bereiche fallen auch im Gelände durch eine deutliche Streuauflage auf, die sich in erster Linie aus angeschwemmten, teilweise typisch abgerundeten Holzfragmenten zusammensetzt. Die sandigen Ablagerungen bieten damit gute Standortbedingungen für die Ansiedlung von Vegetation. Auf Grundlage der bisherigen Erkenntnisse ist zu erwarten, dass die Sukzession in den neuen Vorlandflächen des Retentionsraums Weil-Breisach generell rasch und intensiv einsetzen wird (Abb. 6).



**Abbildung 6:** Blick in den nördlichen Abschnitt der Untersuchungsfläche (Teilfläche 3.1, vgl. Abb. 2) rund 2¼ Jahre nach Fertigstellung der Abtragssohle. Dem Aufnahmezeitpunkt ging im Juli und August 2014 ein mehrere Wochen andauerndes Hochwasser voraus, in dem die Fläche überflutet war. Dennoch ist die dichte Vegetation deutlich zu erkennen. Die größten Weidentriebe haben mittlerweile eine Länge von über drei Metern erreicht (Foto Helmut Saurer, 9. September 2014, Blick nach Norden). **Fig. 6:** Northward oriented view across subarea no. 3.1 in the northern part of the study area (cf. fig. 2). 2¼ years after the relief modelling by dredges. During July and August 2014, before the picture was taken, the water storage area had been flooded for several weeks. Despite this fact the dense vegetation cover is clearly visible. The longest willow branches reached lengths of more than 3 metres. (Photo Helmut Saurer, September 9th, 2014).

### 4.3 Abschätzung der Sedimentvolumina

Die Mächtigkeit der Sedimente variiert kleinräumig erheblich. Dennoch lässt sich eine übergeordnete Abfolge erkennen. Im südlichen Abschnitt schwanken die Mächtigkeiten meist zwischen 30 und 70 cm. Sie gehen im nördlichen Abschnitt auf Werte zwischen 20 und 30 cm zurück. Die Abschätzung der Sedimentauflage aus den interpolierten Sedimentmächtigkeiten bezieht sich auf eine Fläche von ca. 22000 m<sup>2</sup>. Diese Fläche deckt den inneren Bereich der Tieferlegungsfläche zwischen dem südlichsten und nördlichsten Profil ab. Da die Datenlage an den Rändern der Tieferlegungsfläche nicht ausreicht und dementsprechend dort deutliche Interpolationsartefakte auftreten, wird dieser Bereich von der Auswertung ausgenommen. Das berechnete Volumen der Sedimente im inneren Bereich beträgt circa 6950 m<sup>3</sup>. Das entspricht einem mittleren Auftrag von etwa 31,5 cm. Dieser Wert deckt sich gut mit dem Mittelwert der 25 gemessenen Profile (29,5 cm) und kann daher für eine grobe Abschätzung der deponierten Fracht verwendet werden. Bei einer durchschnittlichen Dichte von Sand von 1,6 t/m<sup>3</sup> ergibt sich demnach eine Gesamtmasse von 11.100 t für die betrachtete Fläche beziehungsweise 0,5 t/m<sup>2</sup> bei einem angenommenen Fehler in der Größenordnung von 10%.

## 5. Fazit und Ausblick

Die Untersuchung belegt, dass der erwartete Eintrag von Feinmaterial und die Ablagerung von Dezimeter mächtigen Sedimenten auf den ausgekiesten und bauseits vormodellierten Flächen bereits bei wenigen Hochwasserereignissen erreicht wird. Aufgrund der Erhöhung der Geländeoberfläche ist davon auszugehen, dass die Depositionsrate rasch abnehmen und sich das Korngrößenspektrum räumlich stärker differenzieren wird. Diese Vermutung sollte Gegenstand künftiger Untersuchungen sein. Das abgelagerte Substrat stellt aufgrund der Korngrößenzusammensetzung und des Nährstoffangebots eine günstige Grundlage für eine rasch ablaufende Besiedlung der Standorte mit Pflanzen und einer Sukzession zu einer differenzierten Auenvegetation dar. Für weitere Untersuchungen in anderen Teilflächen ist anzuregen, dass bauseits vor der Anbindung der Flächen an das Abflussregime des Rheins Sedimentfallen, wie sie beispielsweise von SCHULTE ET AL. (2007) beschrieben werden, eingebaut und als Dauerbeobachtungspunkte eingemessen werden.

## Angeführte Schriften

- Allen, J.R.L. (1985): Principles of Physical Sedimentology. – London.
- Chamley, H. (1990): Sedimentology. – Berlin.
- Dikau, R. & Pohl, J. (2011): Hazards: Naturgefahren und Risiko. - In: Gebhardt, H., Glaser, R., Radtke, U. & Reuber, P. (Hrsg.): Geographie - Berlin, Heidelberg: 1115-1168.
- Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein (Hrsg.)(1999): Konzeption zur Entwicklung und zum Schutz der Oberrheinebene. – Materialien zum Integrierten Rheinprogramm 10. - Lahr.
- Gregory, J.J. & Maizels, J.K. (1991): Morphology and sediments: typological characteristics of fluvial forms and deposits. – In: Starkel, L., Gregory, K.J. & Thornes, J.B. (Hrsg.)(1991): Temperate Paleohydrology: fluvial processes in the temperate zone during the last 15000 years. – Chichester: 31-59.
- Kondolf, G.M. & Piégay, H. (2003): Tools in Fluvial Geomorphology. - Chichester.
- Patt, H. (2005): Hydrologische, wasserwirtschaftliche und wasserbauliche Planungsgrundlagen. – In: Jürging, P. & Patt, H. (Hrsg.)(2005): Fließgewässer- und Auenentwicklung. Grundlagen und Erfahrungen. – Berlin, Heidelberg: 250-288.
- Reindl, J. (2013): Erfassung von Sedimentationsprozessen am Oberrhein im Bereich Efringen-Kirchen nach Ausweitung des Flussbettes im Rahmen des integrierten Rheinprogramms. – Unveröffentlichte wissenschaftliche Zulassungsarbeit zum Staatsexamen Lehramt an Gymnasien, Universität Freiburg.
- Scholz, M., Mehl, D., Schulz-Zunkel, C., Kasperidus, H.-D., Born, W. & Henle, K. (2012): Ökosystemfunktionen in Flussauen. Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Treibhausgas-Senken-/Quellenfunktion und Habitatfunktion. – Schriftenreihe Naturschutz und biologische Vielfalt 124.
- Schulte, A., Wirtz, C., Bölscher, J., Ortelbach, K. & Hürdler, J. (2007): Untersuchungen zur Interaktion von Auenvegetation und Sedimenttransport am Oberrhein. – Unveröffentlichter Bericht der Freien Universität Berlin (Institut für Geographische Wissenschaften, Angewandte Geographie) für das Regierungspräsidium Freiburg, Referat 53.3.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 2014

Band/Volume: [104](#)

Autor(en)/Author(s): Saurer Helmut, Reindl Jan, Pfarr Ulrike, Brendel Manfred

Artikel/Article: [Sedimentation in einem aufgeweiteten Abschnitt des Tullaschen Rheinbettes bei Kleinkems 31-44](#)