

Dynamik fluvialer Verlagerungsprozesse

Beobachtungen an der Mulde zwischen Eilenburg und Bad Dübener

von T. Fleischhacker, Karlsruhe

Zusammenfassung

Natürliche Prozesse der Flussbettverlagerung wie Gerinnemigration oder Gerinneausbrüche sind in deutschen Flüssen aufgrund des hohen Ausbaugrades eine Seltenheit. Eine der wenigen Ausnahmen, an denen diese fluvialtypischen Verlagerungsformen noch in größerem Umfang zu beobachten sind, stellt die Mulde in Sachsen und Sachsen-Anhalt dar. Luftbilddauswertungen über die letzten zwanzig Jahre zeigen das räumliche Ausmaß solcher Prozesse an verschiedenen Beispielen zwischen Eilenburg und Bad Dübener. Durch den Abgleich mit den Hochwasserereignissen lässt sich die Prozessgeschwindigkeit einschätzen, was im Allgemeinen für das Belassen solcher Prozesse oder deren Ermöglichung durch Renaturierungen eine hilfreiche Information darstellt.

Abstract

Natural processes of river bed relocation such as channel migration or avulsions are a rarity in German rivers due to the high degree of bank protection. One of the few exceptions where these typical fluvial processes can still be observed on a larger extent is the Mulde in Saxony and Saxony-Anhalt. Aerial photo evaluations from nearly the past twenty years show the spatial extent of such processes using various examples between Eilenburg and Bad Dübener. By comparison with the flood events, the process speed can be estimated, which is in general helpful information for the continuity of such processes or enabling them through restauration.

1. Betrachtungsgegenstand

Gegenstand der Betrachtungen sind Flussbettverlagerungen an der Mulde in Sachsen zwischen Eilenburg und Bad Dübener in den letzten zwanzig Jahren. Dieser Abschnitt des Flusses zeigt vielerorts eine ausgeprägte Verlagerungsdynamik, da sich das Muldebett noch in höherem Maße innerhalb der Aue bewegen darf. Die Aue wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt, wobei Grünland dominiert. Uferverbau ist meist nur im Bereich der Prallufer vorhanden oder entlang der wenigen flussnahen Siedlungen. Als Folge dieses geringen Ausbaugrades bestehen weite Uferstrecken aus natürlich belassenen Abbruchufern oder Sedimentablagerungen (z.B. Gleituferbänken), die den natürlichen Prozessen der Erosion und Akkumulation unterliegen.

Wesentlicher Motor der Gerinneverlagerung ist, neben dem Flussbettgefälle und den anstehenden Ufermaterialien, die prägende Kraft von Hochwassern. Für unterschiedliche Hochwasserabflüsse sind graduelle Auswirkungen auf die Prozessdynamik zu erwarten. Für die Mulde liegt im Betrachtungszeitraum eine recht große Bandbreite kleinerer und größerer Hochwasser vor. Dies war auch der Anlass, die erkennbaren Prozessfortschritte in Verlagerungsbereichen der Mulde mit den Hochwasserereignissen abzugleichen, um eine qualitative Einschätzung zur Prozessdynamik zu erhalten.

Für den vorgenannten Betrachtungszeitraum liegen folgende Daten für abgelaufene Hochwasser vor (Tab. 1). Der Bezugspegel Bad Dübener befindet sich direkt flussabwärts der betrachteten Muldestrecke.

Tabelle 1: Pegel Bad Dübener - Auszug Kennwerte und jährliche Hochwasser [1] [2]

Pegel Bad Dübener																			
Lage oberhalb Mündung Flusskilometer 68,1				Einzugsgebietsgröße 6162 km ²				MQ 63,1 m ³ /s				MHQ 484 m ³ /s				HHQ 2200 m ³ /s (2002)			
HQ-Werte: Kalenderjahr und größtes Hochwasser / Jahr in m ³ /s																			
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
457	235	2200	520	390	668	636	303	480	324	603	850	391	1770	139	254	162	386	150	327

Die vorstehende Übersicht zeigt, dass drei der zehn größten aufgezeichneten Hochwasser am Pegel im Zeitraum zwischen 2000 und 2019 abliefen (2002, 2013, 2011). Drei weitere Hochwasser

(2005, 2006, 2010) lagen deutlich über dem mittleren Hochwasser MHQ und deutlich näher am zehntgrößten aufgezeichneten Extremereignis am Pegel (1968 mit 684 m³/s). Unter den zehn größten Hochwasserereignissen am Pegel Bad Dübén sind aber auch sieben Ereignisse älteren Datums (1965 – 1983), deren Wirkung hier nicht betrachtet wird.

Im Folgenden wird die Verlagerungsdynamik der Mulde an drei Beispielstandorten vorgestellt und die dortige Entwicklung mit den abgelaufenen Hochwassern seit 2000 abgeglichen. Dabei wird analysiert, wie sich Hochwasser verschiedener Größe auf die Verlagerungstendenzen einzelner Jahre auswirken, und welche Gerinneverlagerungen über den Zeitraum von fast 20 Jahren entstehen können.

2. Analytierte Verlagerungsprozesse

Ausgewählt wurden drei unterschiedliche Verlagerungsformen im Muldeabschnitt zwischen Eilenburg und Bad Dübén. Es werden Beispiele gezeigt für Verlagerung durch

- freie Krümmungserosion (Ufer unverbaut),
- eingeschränkte Krümmungserosion (Ufer gesichert) und
- Gerinneausbruch.

Zur Luftbildauswertung im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2018 wurde das Internetangebot des Staatsbetriebs Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN) genutzt. [3]

Es wurden Befliegungen der Jahre 2000, 2005, 2006, 2009, 2012, 2015 und 2018 vergleichend ausgewertet. Dabei wurden die jeweils abgelaufenen Hochwasser berücksichtigt (vgl. Kap. 1).

2.1 Freie Krümmungserosion

Zwischen den Ortschaften Wellaune und Pristäblich befindet sich ein Beispiel ungehinderter Krümmungserosion der Mulde. Hier sind die Muldeufer nicht befestigt, da das Hinterland keine schutzbedürftigen Einrichtungen aufweist und der Hochwasserdeich bis zu 500 m entfernt ist.

Ein Luftbildvergleich der Jahre 2000 und 2018 zeigt eine insgesamt erhebliche Seitenverlagerung durch ungehinderte Prallufererosion (Abb. 1). Das Muldebett hat sich hier um bis zu 96 m weiter nach Westen verlagert. Auch die Anlandungen im Innenufer folgten dieser Entwicklung, so dass sich der Lauf von 2000 heute nur noch durch die Lage einer Baumgruppe erahnen lässt.



Abbildung 1

Transparente Überlagerung der Luftbilder von 2000 und 2018. Der rechts der Bildmitte sichtbare Lauf zeigt die Lage der Mulde im Jahr 2000, der links der Bildmitte sichtbare Lauf die Lage im Jahr 2018. In 18 Jahren wanderte das Flussbett um bis zu 96 m bezogen auf das Außenufer (Prallufer). Die Bereiche des Laufes von 2000 sind inzwischen durch Sand- und Kiesablagerungen zur Gleitufersbank geworden, welche teilweise im Bild durchscheint.

Quelle: GeoSN, Datenlizenz siehe [3].

Eine Betrachtung der Seitenverlagerung über die Jahre kann Anhaltswerte für die zu erwartende Prozessdynamik liefern. Zwar liegen nicht für jedes Kalenderjahr Befliegungsdaten vor, jedoch ermöglichen die meist im Abstand von drei Jahren aufgenommenen Luftbilder eine näherungsweise Einschätzung der Dynamik. In Jahren mit vorwiegend kleineren und mittleren Hochwassern ergibt die vergleichende Betrachtung für den betrachteten Muldebogen bei Wellaune, dass eine

maximale Verlagerungstendenz um 5 m vorherrscht. Dokumentiert ist dies unter anderem mit der Befliegung 2006, welche nur ein Hochwasser gegenüber der vorherigen Befliegung 2005 abbildet (Tab. 2). Auf diesen Anhaltswert lassen auch andere Vergleiche schließen, so z.B. der Befliegungszustand 2009, der mit drei ähnlich großen Hochwassern seit der vorherigen Befliegung etwa den dreifachen Verlagerungsbetrag anzeigt (15 m).

Tabelle 2: Auswertung Prozessfortschritt Muldebogen Wellaune/Pristäblich

Befliegung* bzw. Zustand	Verlagerung max.** bezogen auf vorherige Befliegung	Abgelaufene Hochwasser zwischen vorheriger und betrachteter Befliegung
2000	0 m, Startjahr Betrachtung	Keine berücksichtigt, Startjahr Betrachtung
2005	17 m	<u>2001</u> : 235 m ³ /s; <u>2002</u> : 2.200 m ³ /s; <u>2003</u> : 520 m ³ /s; <u>2004</u> : 390 m ³ /s; <u>2005</u> : 668 m ³ /s
2006	5 m	<u>2006</u> : 636 m ³ /s
2009	15 m	<u>2007</u> : 303 m ³ /s; <u>2008</u> : 480 m ³ /s; <u>2009</u> : 324 m ³ /s
2012	22 m	<u>2010</u> : 603 m ³ /s; <u>2011</u> : 850 m ³ /s
2015	33 m	<u>2012</u> : 391 m ³ /s; <u>2013</u> : 1.770 m ³ /s; <u>2014</u> : 139 m ³ /s; <u>2015</u> : 254 m ³ /s
2018	18 m	<u>2016</u> : 162 m ³ /s; <u>2017</u> : 386 m ³ /s; <u>2018</u> : 150 m ³ /s;

* Befliegungen erfolgten zumeist in den Monaten Mai bis Juli.

** Verlagerung max. = größter Verlagerungswert in einer Flussbiegung (Scheitelwert).



Abbildung 2:

Exemplarische Darstellung Prozessfortschritt Muldebogen Wellaune/Pristäblich.

In den überlagerten Luftbildern der Jahre 2009 bis 2018 ist die jeweilige Lage des angeströmten Prallufers markiert. Gut zu sehen ist die große Dynamik im Befliegungsjahr 2015, welche wesentlich durch das sehr große Hochwasser 2013 erzeugt wurde (1.770 m³/s).

Quelle: GeoSN, Datenlizenz siehe [3], ergänzt.

Jahre mit sehr großen Hochwassern wie 2002 und 2013 zeigen im hier untersuchten Muldebogen eine uneinheitliche Dynamik. Der Befliegungszustand 2005, welcher neben dem als „Jahrhunderthochwasser“ benannten Ereignis 2002 weitere vier kleinere Hochwasser abbildet, erbrachte lediglich eine maximale Seitenverlagerung von rund 17 m gegenüber dem Referenzzustand 2000. Anscheinend ist in diesem Muldeabschnitt der Prozess der Seitenverlagerung erst nach dem Hochwasser 2002 verstärkt in Gang gekommen, was aus den Zahlen in Tabelle 2 geschlossen wird.

Beim ebenfalls großen Ereignis 2013 kann der Prozessfortschritt auf etwa 15 m rückgeschlossen werden, wenn man den zuvor benannten Anhaltswert für kleinere und mittlere Hochwasser (ca. 5 m) ansetzt. Dass der Verlagerungsprozess insgesamt stärker wird, ist in der Abfolge der Luftbilder erkennbar. Belegt wird dies auch über die in Tabelle 2 genannten Werte der Verlagerung. Während für den Zeitraum vor 2009 ein rechnerischer Durchschnitt von rund 4 m pro Jahr resultiert, ergibt sich für die Jahre nach 2009 bereits ein theoretischer Mittelwert von rund 8 m pro Jahr. Abbildung 2 veranschaulicht exemplarisch die starke Pralluferverlagerung nach 2009.

Zu beachten ist aber, dass die in Tabelle 2 angegebenen Maximalverlagerungen sich immer auf die vorherige Befliegung beziehen und oft an unterschiedlichen Stellen im Laufbogen liegen, da ein

ungleichmäßiger Seitenschurf auftrat. Daher ist deren Summe auch nicht identisch mit dem eingangs genannten Verlagerungswert von 96 m, der im direkten Vergleich der Jahre 2000 und 2018 an einer Messstelle ermittelt wurde.

2.2 Eingeschränkte Krümmungserosion

Gegenüber dem vorherigen Beispiel soll nachfolgend gezeigt werden, dass auch ein gesichertes Prallufer (Steinschüttung) einer Entwicklungsdynamik unterliegt, wenn man den Prozess nicht unterbindet. Bei der Ortschaft Laußig befindet sich eine starke Flussbiegung der Mulde, deren Veränderung von 2000 bis 2018 die nachfolgende Abbildung 3 zeigt.



Abbildung 3: Verlagerungstendenz im gesicherten Prallufer bei Laußig, z.T. mit Hilfslinien zum Vergleich. Quelle: GeoSN, Datenlizenz siehe [3], ergänzt.

Im Startjahr der Betrachtung (2000) bestand in dieser Flusskurve bereits ein kleinerer Uferschaden durch eine Ausspülung hinter der Steinschüttung. Das wenige Zeit danach folgende größte Hochwasser von 2002 mit $2.200 \text{ m}^3/\text{s}$ hätte hier aufgrund der Schadenslage einen Ansatzpunkt für eine weitere Ufererosion gehabt, dennoch zeigt die Folgebefliegung von 2005 nur eine gemäßigte Erweiterung der Schadensstelle.

Das Luftbild von 2009, welches dem von 2006 weitgehend entspricht, belegt einen weiteren Ausraum im Bereich des Uferschadens. Deutlich wird auch, dass die Mulde beginnt einen neuen

Mäanderbogen anzulegen. Dabei wirkt die hinterspülte Prallufersicherung bzw. deren Reste sogar mit, denn diese behindert offenbar zeitweise die Rückströmung ins Bestandsbett. Dies ist im Luftbild von 2009 erkennbar: An der Rückstromstelle ins alte Flussbett zeichnet sich im Fluss die teils aus dem Wasser ragende, teils überströmte Prallufersicherung als Linienelement ab. In der Folge wird dadurch auch die Mäanderausdehnung flussabwärts begünstigt, was im Vergleich der Jahre 2009 und 2012 gut ersichtlich ist (Abb. 3).

In den Folgejahren schritt die Ausrundung des Laufbogens rasch voran, was an der Baumreihe ermessen werden kann, welche den benachbarten Acker begrenzt (Abb. 3: links und rechts des Pralluferbogens). Die nachfolgenden Luftbilder zeigen eine weitere Seitenverlagerung, so dass das Prallufer landeinwärts und flussabwärts „wandert“ (siehe Hilfslinien in Abb. 3, Jahre 2015 + 2018).

Interessant ist bei dieser Entwicklung, dass die abgelaufenen Hochwasser bis 2005, einschließlich dem „Jahrhunderthochwasser“ 2002, nicht von gleicher Prägekraft waren, wie die Hochwasser ab 2006. Auch das zweitgrößte Hochwasserereignis von 2013 mit $1.770 \text{ m}^3/\text{s}$ spielt nicht die prägende Rolle bei dieser Prozessdynamik. Vielmehr sind es die Ereignisse der Jahre 2010 und 2011, in denen zwar große Hochwasser auftraten, deren Abfluss allerdings maximal halb so groß wie 2013 war (2010: $603 \text{ m}^3/\text{s}$; 2011: $850 \text{ m}^3/\text{s}$). Zusammen mit der weiter oben beschriebenen, zeitweisen Einflussnahme der hinterspülten Prallufersicherung wurde dabei die Anlage eines ausgedehnten neuen Laufbogens eingeleitet.

Der Prozess der Seitenverlagerung trotz Ufersicherung wurde bei Laußig also nicht durch die größten Muldehochwasser ausgelöst, sondern erhielt v.a. mit den Hochwassern 2010/2011 den maßgeblichen Initialisierungsschub. Selbst die nach 2015 abgelaufenen, eher kleineren Hochwasser (2016: $162 \text{ m}^3/\text{s}$; 2017: $386 \text{ m}^3/\text{s}$; 2018: $150 \text{ m}^3/\text{s}$) brachten noch eine Bewegung des neu entstandenen Laufbogens seitwärts um 16 m und flussabwärts bis zu 19 m zustande. Dies ist umso beachtlicher, als in der Vorperiode (Befliegung 2012 zur Befliegung 2015), in welcher u.a. das sehr große Ereignis 2013 lag, eine maximale Verlagerung von rund 25 m erreicht worden ist.

Es zeigt sich also, dass die Prozessdynamik im Beispiel Laußig nach dem wesentlichen Entwicklungsschub 2010/2011 auch mit kleineren Hochwassern (unter MHQ) in ähnlicher Ausprägung weiterläuft, und die beiden größten Extremereignisse (2002, 2013) eher eine untergeordnete Rolle gespielt haben.

2.3 Gerinneausbruch

Eine weitere Verlagerungsform der Mulde ist im Bereich der ehemaligen Kiesgrube südlich Bad Düben zu beobachten. Dort fand ein Ausbruch aus dem Gewässerbett statt. Dessen Entwicklung seit dem Jahr 2000 ist in Abbildung 4 nachvollziehbar.

Die Mulde umfließt hier mit einer S-Kurve den stillgelegten Kiessee. Unmittelbar westlich der Kiesgewinnung verläuft der linksseitige Hochwasserdeich, welcher den Überflutungsraum bei Hochwasser begrenzt. Um den Kiessee herum verlief noch 2000 eine Verwallung, welche direkt an den linken Deich anschloss. Ältere Karten vor dem zweiten Weltkrieg verzeichnen im Bereich der heute noch sichtbaren Abbaugrube einen früheren Muldelauf.

Im Jahr 2000, dem Startjahr der Beobachtung, ist der zuvor beschriebene Zustand anhand Abbildung 4 (oben links) wiedergegeben. Das 2002 abgelaufene, größte aufgezeichnete Muldehochwasser ($2.200 \text{ m}^3/\text{s}$) hat die Verwallung um den Kiessee überströmt und ist in nördlicher Richtung abgeflossen. Auch die wesentlich kleineren Hochwasser 2005 ($668 \text{ m}^3/\text{s}$) und 2006 ($636 \text{ m}^3/\text{s}$) haben den Wall zumindest an zwei Stellen überströmt, was im Luftbild 2006 durch einen größeren und einen kleinen hellen Erosionsbereich am südöstlichen Wall zu erkennen ist. Dennoch blieben die Verhältnisse bis auf den Durchbruch am nordwestlichen Ende des Sees (vgl. Abb. 4, Luftbild 2006) weitestgehend wie im Jahr 2000.

Erst die Befliegung 2009 verdeutlicht, dass die Mulde hier einen neuen Weg sucht. Der schon 2006 erkennbare, größere Erosionsbereich am südöstlichen Wall ist durch rückschreitende Erosion in einen Durchbruch verwandelt worden. Die Mulde nimmt hier den kürzeren Weg im Vergleich zum Laufbogen, welcher den See umfließt. Sie bricht aus ihrem bisherigen Gewässerbett aus, da das Gefälle auf direktem Weg durch den Kiessee günstiger ist, als im längeren

Mäanderbogen. In der weiteren Entwicklung wird der neue Lauf schnell zum Hauptlauf, der bisherige Lauf verlandet zunehmend, wie die Befliegungen 2012 bis 2018 zeigen.

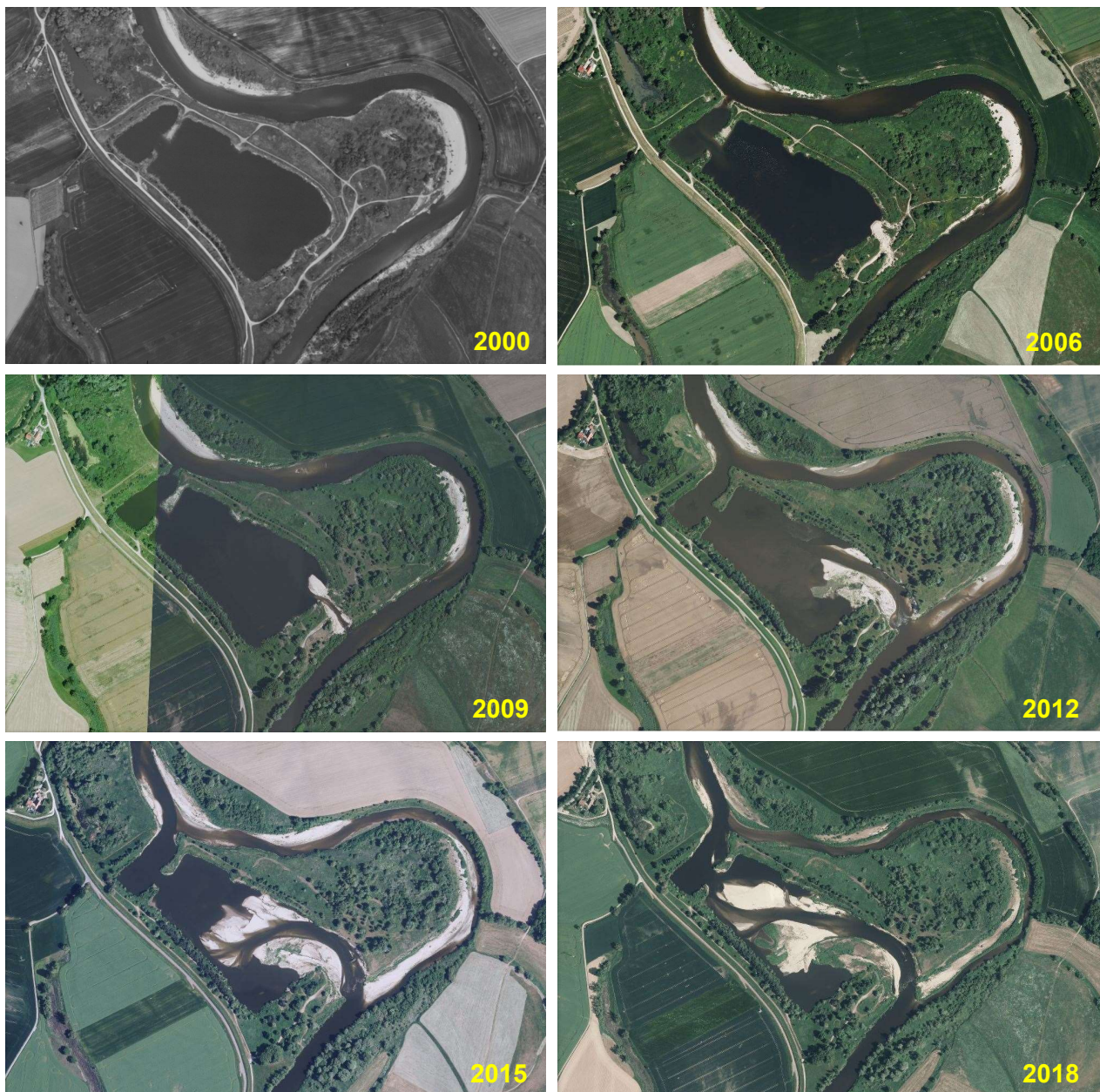


Abbildung 4: Gerinneausbruch südlich Bad Dübener. Quelle: GeoSN, Datenlizenz siehe [3], ergänzt.

Gerinneausbrüche sind in der internationalen Literatur vielfach beschrieben. Oft reichen Geländedepressionen oder alte Laufreste aus, damit dem flächig in der Überschwemmungsaue abfließenden Wasser Ansatzstellen für rückschreitende Erosion geboten werden. Im vorliegenden Fall war für die Mulde nur die Verwallung zu überströmen, der dazwischenliegende Bereich war durch die Auskiesung sowieso schon tiefer als die Gewässersohle des Muldebettes. Nachdem ein Durchbruch am nordöstlichen Seeende geschaffen war, bestand das letzte Hindernis zu einer Wegverkürzung durch den See nur noch aus der Verwallung am Südostende der ehemaligen Kiesgewinnung.

Nach erfolgtem Durchbruch am Südostende wurde der tiefere Auskiesungsbereich schnell mit dem Geschiebe der Mulde gefüllt. Es entwickelte sich ein typischer Sedimentationsbereich wie in einem Flussdelta. Der Kiessee stellt wie das Meer eine große Ablagerungshohlform dar, welche der „einmündenden“ Fluss mit einem sich ständig vorschiebenden Delta auffüllt. Beim Kiessee Bad Dübener wird dieser Prozess eines Tages zum Erliegen kommen, sobald diese Seefüllung abgeschlossen ist.

Aufgrund der günstigeren Verhältnisse im neuen Hauptlauf durch den See wird der bisherige Mäander weniger durchströmt. Es kommt im ehemaligen Muldebett wegen der geringeren Wassermenge und Strömungsgeschwindigkeit zu vermehrter Sedimentation. Dies ist insbesondere im Jahr 2015 sehr gut sichtbar (Abb. 4). Inzwischen folgt dieser schlechteren Durchströmung bereits die Vegetation. Im Einlaufbereich des alten Mäanders nehmen Gehölze auf den neuen Sedimentablagerungen eine Fixierung dieser Strukturen vor und sorgen zudem für eine weitere Geschwindigkeitsreduzierung bei größeren Abflüssen (größere Rauheit). Dies verstärkt die Ablagerungstendenz, so dass typischerweise mit der vollständigen Verlandung und Abkopplung des alten Mäanders zu rechnen ist.

Die Prozessdynamik ist bei diesem Beispiel zu Beginn ungleich höher als in den vorangegangenen Beispielen. Der Begriff Gerinneausbruch beschreibt hier gut die schlagartige Änderung des Laufes, die zur großräumigen Verlagerung des Laufes führen kann. Dem abrupten Wechsel (Ausbruch) folgt dann wieder ein stetiger Prozessablauf mit vergleichsweise geringerer Dynamik, welche zur Ausformung des Neulaufes und Verlandung des Altlaufes ausreicht. Im hier gezeigten Beispiel besteht die Neubettgestaltung allerdings in einer eher ungewöhnlichen Seefüllung durch das ankommende Geschiebe, welches hier sehr günstige Ablagerungsbedingungen erfährt.

Betrachtet man auch hier wieder den Hochwassereinfluss, sind es die vergleichsweise kleineren Ereignisse von 2007 bis 2009, die den entscheidenden Durchbruch beginnen (unter bis etwa in Höhe MHQ). Die nachfolgenden größeren Ereignisse 2010/2011 (2010: 603 m³/s; 2011: 850 m³/s) leiten dann den Wechsel des Hauptbettes sowie den Beginn der Seeverlandung ein. Die größten gemessenen Extremereignisse haben entweder keine erkennbare Auswirkung (2002) oder stellen nur eine Prozessverstärkung dar (2013), besonders hinsichtlich der Sedimentationsdynamik im See und im Altlauf.

3. Rückschlüsse zur Prozessdynamik

Ziel der Betrachtung war zunächst, anhand einzelner Beispiele verschiedene Verlagerungsprozesse an einem wenig verbauten Fluss zu beschreiben, da diese in Deutschland kaum mehr zu beobachten sind. Soweit per Fernerkundung möglich, sollten daraus qualitative Rückschlüsse auf die Prozessdynamik erfolgen.

Anhand der dargestellten Beispiele kann sehr gut der unterschiedliche Dynamikverlauf bei den Verlagerungsprozessen nachvollzogen werden:

Bei **Seitenverlagerung** in einer starken Biegung, egal ob frei oder durch Ufersicherungen eingeschränkt, war die Dynamik im Prozessverlauf mehr oder minder stetig. Beobachtbar war zum Teil, dass mit zunehmender Krümmung des sich entwickelnden Mäanders auch die Verlagerungstendenz größere Werte annahm, wie im Beispiel der Flusskurve bei Wellaune/Pristäblich.

Dies erfolgt zudem weitestgehend unabhängig von der Größe der abgelaufenen Hochwasser. So sind die sehr großen Ereignisse von 2002 und 2013 in den vorgestellten Beispielen nicht oder nur wenig in den Vordergrund getreten. Das größte Hochwasser von 2002 zeigte in bestehenden und ausgewerteten Mäanderbögen keine herausragende Prägekraft, während das zweitgrößte beobachtete Hochwasser 2013 sich meist nur über größere Verlagerungswerte durchpauste.

Vielmehr konnten auch Jahre mit durchweg kleineren Hochwassern (z.B. 2016-2018) ähnliche Prägekräfte entwickeln, wie größere Hochwasser der Vorjahre. Gerade das Beispiel der Flusskurvenentwicklung bei Laußig zeigt, dass der einmal angelaufene Prozess aufgrund des zwischenzeitlich erreichten großen Windungsgrades selbst mit eher kleineren Hochwassern in ähnlicher Stärke weiterlief.

Beim **Gerinneausbruch** hingegen geschieht die größte Dynamik zu Prozessbeginn mit dem schlagartigen Verlassen des angestammten Laufes. Nach dem Ausbruch geht der Verlagerungsprozess in einen Ausformungs- (Neulauf) und einen Verlandungsprozess (Altlauf) über, der im Vergleich zum Ausbruch deutlich gemäßiger abläuft. Hier ist also der Dynamikverlauf, anders als bei der relativ stetigen Seitenverlagerung, ähnlich einer Hochwasserabflusskurve mit einer Spitze in der Frühphase und einem langen Auslaufen in mäßiger Stärke.

Auch beim vorgestellten Gerinneausbruch bedurfte es nicht der größten Hochwasserereignisse, um den Prozess einzuleiten. Der weitere Verlauf der Neubettgestaltung und Altlaufverlandung lief bzw. läuft nach dem Ausbruch mit kleineren Hochwassern kontinuierlich weiter.

Welche **Dynamikunterschiede** zwischen der Seitenverlagerung / Mäandermigration und dem Gerinneausbruch bestehen, zeigt auch ein Vergleich der Laufverlängerung bzw. –verkürzung: Mäandermigration erbrachte in der Strecke Eilenburg bis Bad Dübener See oft Werte zwischen 100 und 200 m Laufverlängerung im Zeitraum 2001 bis 2018 (Mittelwert 151 m). Dem steht die abrupte Laufverkürzung um 438 m beim Gerinneausbruch Bad Dübener See gegenüber, welcher in sehr kurzer Zeit erfolgte, vermutlich während weniger Hochwasser um 2010.

Was die Prozessdynamik angeht, kann also die relativ stetig ablaufende Mäandermigration, trotz zum Teil deutlicher Schwankung der Verlagerungswerte, nicht mit dem hier vorgestellten Gerinneausbruch mithalten. Ähnlich kurz und heftig in der Dynamik und in der Laufwegsänderung wäre nur noch ein Mäanderkopfdurchbruch, welcher oft in einem Hochwasser geschieht, und ebenfalls schlagartig den Laufweg um einen Mäanderbogen verkürzt.

Für die **praktische Anwendung**, also z.B. dem Belassen einer laufenden Seitenverlagerung oder der Initiierung derselben in einer Renaturierung, zeigen die dargestellten Beobachtungen an der Mulde zumindest eines deutlich: Mäandermigration ist ein relativ stetiger Prozess, dessen Entwicklungsraum zumindest näherungsweise einschätzbar bleibt¹. Ein Gerinneausbruch ist auch bei nicht so prägnanten Entwicklungskorridoren wie im gezeigten Beispiel (vorhandene Auskiesung) heftiger in der Prozessdynamik und der möglichen Laufänderung. Damit stellt ein Ausbruch immer einen deutlich weniger einschätzbaren Verlagerungsprozess dar.

Dennoch sind beide Prozesse, die Mäandermigration wie der Gerinneausbruch, unverzichtbare Bestandteile einer natürlichen Eigendynamik und damit der Wandlungsfähigkeit eines Flusslaufes. Deren Ermöglichung sollte daher, wo immer Raum zur Verfügung steht, belassen oder initiiert werden.



Abbildung 5: Mulde bei Eilenburg, Lauf im Jahr 2001 (TK) und 2018 (Luftbild), überlagert. Quelle: GeoSN, Datenlizenz siehe [3].

¹ Die betrachteten Mäanderentwicklungen zwischen Eilenburg und Bad Dübener See ergaben eine rechnerisch ermittelte Seitenverlagerung von rund 4 bis 6 m pro Jahr (Durchschnitt aus 18 Jahren).

Quellen

- [1] DGJ - Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Elbegebiet, Teil 1: Von der Grenze zur CR bis zur Havelmündung, Stand 2015, <http://www.dgj.de/>
- [2] iDA – interdisziplinäre Daten und Auswertungen, Datenportal Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen, <https://www.umwelt.sachsen.de>
- [3] GeoSN - Geoportal Sachsenatlas, Datenportal Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen, <https://geoportal.sachsen.de>
Luftbilder werden unter Nennung der Datenquelle und folgender Lizenz frei zur Verfügung gestellt: <https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>.

Autor

Thomas Fleischhacker, Karlsruhe
muldedynamik (bei) e.mail.de