



Wirksamkeit von WRRL-Maßnahmen

Schriftenreihe, Heft 25/2016



Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie
in Sachsen –
Wirksamkeit von WRRL-Maßnahmen
– Makrozoobenthos

Jürgen Neumann, Norbert Große, Kristin Berg

1	Anlass der Untersuchungen und Aufgabenstellung	8
2	Maßnahmen an den Gewässern und Untersuchungsziele	8
2.1	Hoyerswerdaer Schwarzwasser	8
2.2	Schwarze Elster	9
2.3	Zwönitz	11
2.4	Bobritzsch	13
2.5	Zschopau	14
2.6	Wuischker Wasser	18
3	Untersuchte Gewässer	19
4	Ergebnisse der Gewässeruntersuchungen	20
4.1	Hoyerswerdaer Schwarzwasser	20
4.1.1	Beschreibung der Untersuchungsstellen	20
4.1.2	Ergebnisse	21
4.1.3	Schlussfolgerungen	25
4.2	Schwarze Elster	26
4.2.1	Beschreibung der Untersuchungsstellen und Gewässersystem	26
4.2.2	Ergebnisse	31
4.2.3	Schlussfolgerungen	35
4.3	Zwönitz	35
4.3.1	Beschreibung der Untersuchungsstellen	35
4.3.2	Ergebnisse	37
4.3.3	Schlussfolgerungen	39
4.4	Bobritzsch	40
4.4.1	Beschreibung der Untersuchungsstellen	40
4.4.2	Ergebnisse	43
4.4.3	Schlussfolgerungen	46
4.5	Zschopau	47
4.5.1	Beschreibung der Untersuchungsstellen	47
4.5.2	Ergebnisse	48
4.5.3	Schlussfolgerungen	50
4.6	Wuischker Wasser	51
4.6.1	Beschreibung der Untersuchungsstellen	51
4.6.2	Ergebnisse	53
4.6.3	Schlussfolgerungen	55
5	Auswirkung von Maßnahmen	56
6	Zusammenfassung	57
6.1	Hoyerswerdaer Schwarzwasser	57
6.2	Schwarze Elster	59
6.3	Zwönitz	60
6.4	Bobritzsch	62
6.5	Zschopau	63
6.6	Wuischker Wasser	65
6.7	Vergleich der Auswirkungen von Maßnahmen an den Gewässern	66
	Literaturverzeichnis	68

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Untersuchungsbereich der Schwarzen Elster	9
Abbildung 2:	Abschnitt der Schwarzen Elster vor (links) und nach der Profilaufweitung durch Sedimententnahmen (rechts).....	10
Abbildung 3:	Ingenieurbioologische Bauweisen zur Ufersicherung Initialstadium (links); deutlicher Weidenaufwuchs (rechts).....	11
Abbildung 4:	Lageplan der Maßnahme zum Umbau des Wehres in der Zwönitz	12
Abbildung 5:	Wehr vor dem Umbau (links) und Zwönitz nach dem Umbau des Wehres in eine Riegelrampe (rechts) ...	13
Abbildung 6:	Wehr vor dem Umbau (links) und Abschnitt der Bobritzsch nach dem Rückbau des Wehres (rechts)	13
Abbildung 7:	Planskizze der Gesamtmaßnahme inkl. Legende	17
Abbildung 8:	Gewässerabschnitte oberstrom (links) vor Baubeginn und nach Bauende (rechts); Schwergewichtswände (rechter Bildrand) mit HWS-Aufsatz und Stahlbetonwände mit vorgelagerter Böschung aus großformatigen Natursteinblöcken (linker Bildrand).....	18
Abbildung 9:	Gewässerabschnitte unterstrom (links) vor Baubeginn und nach Bauende (rechts); Winkelwand mit vorgesetzter Böschung (linker Bildrand)	18
Abbildung 10:	Hoyerswerdaer Schwarzwasser (HWSW_4) entgegen der Fließrichtung 2012 (links), 2015 (rechts)	20
Abbildung 11:	Hoyerswerdaer Schwarzwasser (HWSW_5) entgegen der Fließrichtung 2012 (links), 2015 (rechts)	20
Abbildung 12:	Hoyerswerdaer Schwarzwasser (HWSW_6) in Fließrichtung 2013 (links), 2015 (rechts).....	21
Abbildung 13:	Mittelwerte und Streuungen von Saprobien- und multimetrischen Indices.....	22
Abbildung 14:	Dendrogramm für die Biozönosen (Originaltaxaliste) des Hoyerswerdaer Schwarzwassers	24
Abbildung 15:	Dendrogramm für die Biozönosen des Hoyerswerdaer Schwarzwassers (bearbeitete Taxaliste)	24
Abbildung 16:	Abschlag der Schwarzen Elster mittels Rohr vor der Wehrsanierung (links); Beginn der Wudra am Wehr oberhalb von Wittichenau (rechts)	27
Abbildung 17:	Schwarze Elster, SE_1, Krautung; in Fließrichtung 2012 nach Krautung (links); in Fließrichtung 2013 nach Ufermahd, aber noch vor der Grundberäumung mit Krautung (rechts)	27
Abbildung 18:	Schwarze Elster, SE_1, Grundräumung; in Fließrichtung 2014 nach Grundräumung (links); in Fließrichtung 2015 mit Weidenaustrieb und Rückstau (rechts)	28
Abbildung 19:	Schwarze Elster, SE_2, Grundräumung; in Fließrichtung 2012 vor Grundräumung (links); in Fließrichtung 2014 nach Grundräumung mit Profilaufweitung (rechts).....	28
Abbildung 20:	Schwarze Elster SE_3 entgegen Fließrichtung; 2013 (links) und 2015 (rechts) nach Grundberäumung....	29
Abbildung 21:	Schwarze Elster, SE_4 in Fließrichtung; im Jahr 2012 (links), im Jahr 2013 (rechts)	29
Abbildung 22:	Schwarze Elster, SE_5 in Fließrichtung (links); entgegen der Fließrichtung (rechts).....	30
Abbildung 23:	Dendrogramm der Biozönose der Schwarzen Elster	32
Abbildung 24:	Zwönitz (ZW_1) in Fließrichtung: 2013 (links); 2015 (rechts)	36
Abbildung 25:	Zwönitz (ZW_1) entgegen der Fließrichtung: 2013 (links); 2014 (rechts).....	36
Abbildung 23:	Zwönitz (ZW_2) entgegen der Fließrichtung: 2013 (links); 2015 (rechts).....	37
Abbildung 24:	Zwönitz (ZW_3) entgegen der Fließrichtung: 2013 (links); 2015 (rechts).....	37
Abbildung 28:	Mittelwerte und Streuungen von Saprobien- und multimetrischen Indizes.....	38
Abbildung 29:	Zweidimensionale NMDS und Dendrogramm für die Biozönosen der Zwönitz	39
Abbildung 30:	Bobritzsch (BOB_1) in Fließrichtung: 2013 (links); 2015 (rechts).....	41
Abbildung 31:	Bobritzsch (BOB_2) entgegen der Fließrichtung: 2013 (links); 2015 (rechts)	41
Abbildung 32:	Bobritzsch, BOB_3: in Fließrichtung (links), entgegen der Fließrichtung (rechts)	42
Abbildung 33:	Bobritzsch (BOB_4) in Fließrichtung: 2013 (links); 2015 (rechts).....	42
Abbildung 34:	Bobritzsch (BOB_4) entgegen der Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)	43
Abbildung 35:	Bobritzsch (BOB_5) entgegen der Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)	43
Abbildung 36:	Mittelwerte und Streuungen von Saprobien- und multimetrischen Indizes.....	45
Abbildung 37:	Zweidimensionale NMDS und Dendrogramm für die Biozönosen der Bobritzsch.....	45
Abbildung 38:	Zschopau (ZSCH_1) entgegen der Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)	47
Abbildung 39:	Zschopau (ZSCH_2) entgegen der Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)	47
Abbildung 40:	Zschopau (ZSCH_3) in Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)	48

Abbildung 41: Zschopau (ZSCH_4) entgegen der Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)	48
Abbildung 42: Mittelwerte und Spannweiten von Saprobien- und multimetrischen Indizes.....	49
Abbildung 43: Zweidimensionale NMDS und Dendrogramm für die Biozönosen der Zschopau.....	50
Abbildung 44: Wuischker Wasser (WUI_1) in Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)	51
Abbildung 45: Wuischker Wasser (WUI_2) entgegen der Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts).....	52
Abbildung 46: Wuischker Wasser (WUI_3) in Fließrichtung (links); entgegen der Fließrichtung (rechts)	52
Abbildung 47: Mittelwerte und Spannweiten von Saprobien- und multimetrischen Indizes.....	54
Abbildung 48: Zweidimensionale NMDS und Dendrogramm für die Biozönosen des Wuischker Wassers	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Untersuchte Gewässer und Gewässertyp nach LAWA (2008)	19
Tabelle 2:	Vergleich des ökologischen Zustands an den Untersuchungsstellen des Hoyerswerdaer Schwarzwassers 2009–2015	21
Tabelle 3:	Veränderungen der Schwarzen Elster an den Messstellen vor den Probenahmen der Jahre 2012 bis 2015	30
Tabelle 4:	Ökologischer Zustand der Schwarzen Elster Messstelle 2012–2015	31
Tabelle 5:	Auswirkungen der Veränderungen der Schwarzen Elster im Untersuchungszeitraum auf die verschiedenen Indizes bzw. Messwerte mit besonderer Indikatorfunktion.....	33
Tabelle 6:	Vergleich des ökologischen Zustandes von Makrozoobenthos an den Untersuchungsstellen der Zwönitz 2013–2015	38
Tabelle 7:	Vergleich des ökologischen Zustandes von Makrozoobenthos an den Untersuchungsstellen der Bobritzsch 2013–2015	44
Tabelle 8:	Vergleich des ökologischen Zustandes von Makrozoobenthos an den Untersuchungsstellen der Zschopau 2013–2015	49
Tabelle 9:	Vergleich des ökologischen Zustandes von Makrozoobenthos an den Untersuchungsstellen des Wuischer Wassers 2013–2015	53

Abkürzungsverzeichnis

BACI	Before-After Control-Impact
cf.	(lat. confer = vergleiche) Artbestimmung unsicher
CPOM	grobes partikuläres organisches Material
FPOM	feines partikuläres organisches Material
GK	Güteklasse
karb.	karbonatisch
LF	elektrische Leitfähigkeit
LfUG	Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (bis Juli 2008)
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (seit August 2008)
Mdg.	Mündung
MKZ	Messstellenkennzahl
MP	Messpunkt, Messstelle
MZB	Makrozoobenthos
n. a.	nicht analysiert
n. b.	nicht bestimmbar
oh.	oberhalb
OWK	Oberflächenwasserkörper
QK	Qualitätsklasse
POM	partikuläres organisches Material
sil.	silikatisch
uh.	unterhalb
UP	Unterprobe
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
ZK	Zustandsklasse

1 Anlass der Untersuchungen und Aufgabenstellung

Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sieht vor, dass alle Maßnahmen, die in den Maßnahmenprogrammen der Bewirtschaftungspläne vorgesehen waren, spätestens bis Ende 2012 in die Praxis umgesetzt sein müssen. Weiterhin wird in der Aktualisierung der Bestandsaufnahme und in der Überprüfung und Aktualisierung der Bewirtschaftungspläne bis Ende 2014 eine Abschätzung notwendig werden, welche Oberflächenwasserkörper (OWK) in Sachsen die Umweltziele nach Art. 4 WRRL bis 2021 erreichen werden und welche aufgrund von signifikanten Belastungen nicht. Weil das Wissen über die Wirkungen von Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands von OWK immer noch lückenhaft ist, sollen in dem vorliegenden Projekt ausgewählte Maßnahmen mit einem biologischen Monitoring über einen Zeitraum begleitet werden, der zumindest erste Anhaltspunkte über die Wirksamkeit der Maßnahmen zulässt. Das Probenahmeschema orientierte sich am BACI-Verfahren (Before-After Control-Impact). Die Wirksamkeit der Maßnahmen wird dabei direkt an der Stelle der Maßnahnumsetzung überprüft und verglichen mit Erhebungen, die in Gewässerabschnitten oberhalb (ohne zu erwartende Auswirkung der Maßnahme) und unterhalb (um mögliche weiter reichende Auswirkungen der Maßnahmen feststellen zu können) durchgeführt werden. Im Ergebnis des Projektes sollen die Wirksamkeit der jeweiligen Maßnahmen unter Berücksichtigung von möglichen weiteren Einflussparametern (z. B. Landnutzung im Einzugsgebiet) bewertet und Schlussfolgerungen für die Wirksamkeit ähnlicher Maßnahmen in anderen Gewässern gezogen werden.

Die IDUS GmbH wurde im August 2012 beauftragt, diese Aufgabenstellung in den Jahren 2012 bis einschließlich 2015 an einigen vom LfULG vorgegebenen Gewässern zu untersuchen. Die Untersuchung und Bewertung von Hoyerswerdaer Schwarzwasser, Zwönitz, Bobritzsch, Zschopau und Wuischker Wasser erfolgte durch die IDUS GmbH. Die Schwarze Elster wurde im Unterauftrag von Norbert Große (Sachverständigenbüro LIMNOSA) untersucht. Er übernahm auch die Auswertung der Makrozoobenthosuntersuchungen und die textliche Fassung der Ergebnisse für dieses Gewässer.

2 Maßnahmen an den Gewässern und Untersuchungsziele

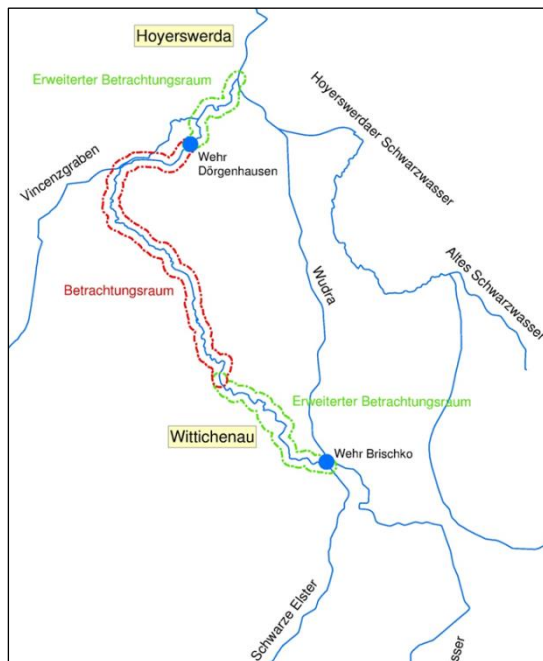
2.1 Hoyerswerdaer Schwarzwasser

Am Hoyerswerdaer Schwarzwasser wurde im Jahr 2010 eine angepasste ökologische Unterhaltung (Krautung nur, wenn notwendig und dann wechselseitig) und der Einbau von Sohlriegeln zur Strukturierung der Gewässersohle durchgeführt. Ziel war es darzustellen, ob die kleineren Unterhaltungsmaßnahmen im Bereich Kleinholscha (Sohlriegel, Befestigung eines Uferabbruches mit einem Buschleitwerk etc.) langfristige positive Wirkung zeigen. Die Ergebnisse der Voruntersuchung aus dem Jahr 2011 zeigten eine deutliche Verbesserung der Biozönose der Makroinvertebraten im Vergleich zur ersten Erhebung von 2009 vom „mäßigen“ bzw. „unbefriedigenden“ ökologischen Zustand auf einen jeweils „guten“ ökologischen Zustand an den Messstellen. Dabei waren allerdings die Auswirkungen des Herbsthochwassers 2010 schwierig einzuschätzen. Die Entwicklung sollte daher weiter dokumentiert werden. Die umgesetzten Maßnahmen wurden bereits dokumentiert in LfULG (2013).

2.2 Schwarze Elster

In der Schwarzen Elster war es, aufgrund der Ableitung von Hochwasser über die Wudra oberhalb von Wittichenau, über die letzten Jahre durch stark gedrosselte und vergleichmäßigte Durchflüsse zu massiven Auflandungen von Feinsedimenten gekommen. Im Oktober 2012 wurde mit der Umsetzung der Maßnahmen (Sedimentberäumung, Profilanpassung an höhere Durchflüsse, Makrophytenmanagement) begonnen. Langfristig soll durch die Rekonstruktion und Steuerung des Teilungswehres wieder ein dynamischer Durchfluss im natürlichen Gewässerbett der Schwarzen Elster hergestellt und nur noch gefährdende Hochwässer über den Entlastungskanal abgeleitet werden.

Alle umgesetzten Maßnahmen im Untersuchungsbereich sind Bestandteil des Pflege- und Entwicklungsplans für die Schwarze Elster – Mündung Hoyerswerdaer Schwarzwasser bis Wehr Brischko –, der im Auftrag der Landestalsperrenverwaltung erstellt wurde.



Das am Wehr Brischko steuerbare Abflussregime der Gewässerverzweigung bildet einen wichtigen Schlüssel bei der Zielerreichung eines guten ökologischen Zustandes. Sowohl die Überstellung des ökologischen Mindestabflusses als auch die Überleitung von für die Gewässer- und Auendynamik relevanten Hochwasserwellen sind nicht allein vom hydrologischen Verlauf im Einzugsgebiet, sondern zum großen Teil auch von der Steuerungsverhalten am Wehr Brischko abhängig (Abbildung 1).

Abbildung 1: Untersuchungsbereich der Schwarzen Elster

Die bisherige Steuerung begünstigt eine ökologisch zunehmend problematische Sedimentakkumulation im Gewässerzweig der Schwarzen Elster. Der eingetretene Zustand begrenzt wiederum die schadlos überstellbare Durchflussmenge. Die Zumessung des Durchflusses muss künftig neben dem ökologischen Mindestabfluss als auch ein angemessenes Regime morphologisch wirksamer Starkdurchflüsse angestrebt werden.

Die ersten Maßnahmen umfassen die hydraulische Anpassung des Gerinnes (Abtrag von Verlandungsüberschüssen, Beseitigung von Engstellen und Gefahrenpotenzialen) sowie die Vorbereitung der hydrologischen Voraussetzungen an der Gewässerteilung (Umbau/Anpassung des Wehres Brischko, hydrologische Bemessung der Durchflussparameter) und ggf. lokale Hochwasserschutzmaßnahmen/Objektschutz in den Ortslagen außerhalb des Plangebietes.

Als Ziel des Sedimentabtrags ist ein weitgehender Abtrag der organischen Muddeschicht vorgesehen, die den Charakter als Sandfluss derzeit überlagert. Die Sandschicht wird nicht komplett abgetragen, sondern nach ökologischen Kriterien mit günstigen Breiten- und Tiefenvarianzen profiliert. Die Sandschicht soll im Mittel

etwa zu zwei Dritteln der angetroffenen Stärke erhalten bleiben. Der typische Gesamtabtrag liegt demnach in den Ortslagen und Bauwerksbereichen des Plangebietes bei 0,5 bis 0,8 m in den naturnahen Strecken bei 0,5 bis 1,0 m.

Die Bilanz der Sedimententnahmen von 2011 bis 2016 stellt sich wie folgt dar:

- 2011 = 40 m³
- 2012/2013 = 12.000 m³
- 2013/2014 = 2.530 m³
- 2014/2015 = 3.150 m³
- 2015/2016 = 2.265 m³

Die Gesamtmenge der entnommenen Sedimente in der Vorbereitungsphase liegt somit bei rund 20.000 m³.



Abbildung 2: Abschnitt der Schwarzen Elster vor (links) und nach der Profilaufweitung durch Sedimententnahmen (rechts)

Nach erfolgter Mahd des Hochwasserprofils Dörghausen im vorstehenden Bereich wurden Sohle und Mittelwasserböschungen einmal jährlich einer technischen Krautung unterzogen. Das Mittelwasserprofil wird insgesamt gekrautet, wobei die Krautbestände dicht über den Deckwerken abzuschneiden sind.

Ingenieurbiologische Bauweisen wurden zur Stabilisierung erosionsanfälliger Ufer oder zur Herstellung ökologischer Strukturen eingesetzt. Aktive Maßnahmen (Pflanzungen und ingenieurbiologischen Bauweisen) erfolgten auf rund 1,1 km Uferlänge. Bei ingenieurbiologischen Maßnahmen kam ausnahmslos heimisches Weidenmaterial zum Einsatz (Abbildung 3).



Abbildung 3: Ingenieurbiologische Bauweisen zur Ufersicherung Initialstadium (links); deutlicher Weidenaufwuchs (rechts)

Durch die Untersuchungen soll kurzfristig eine Überprüfung der Auswirkungen von Sedimentberäumungen in der Schwarzen Elster erfolgen. Dazu wird ein Vergleich von Probenahmestellen, an denen eine Sedimentberäumung durchgeführt wurde, mit Stellen, an denen keine Beräumung stattfand, durchgeführt. Langfristig dienen sie als vorbereitende Untersuchungen für spätere Unterhaltungsmaßnahmen bis ggf. zur Steuerung eines naturnäheren Abflussregimes in der Schwarzen Elster.

2.3 Zwönitz

Für die Umsetzung der Hochwasserschutzmaßnahmen im Stadtgebiet von Chemnitz wurde das Wehr am Wasserwerkspark als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme durchgängig gestaltet. Weil es aber auf Wunsch der Stadt Chemnitz galt, eine durch die Ausleitung gespeiste Teichanlage der Stadt Chemnitz dauerhaft zu erhalten, wurde als Vorzugsvariante die Herstellung einer Riegelrampe herausgearbeitet.

Der Umbau eines Querbauwerks erfolgte durch die Herstellung einer Riegelrampe auf ca. 55 m. Neben der Riegelrampe wurde außerdem noch ein Entnahgebauwerk mit Schützenanlage errichtet (Abbildung 4 und Abbildung 5).

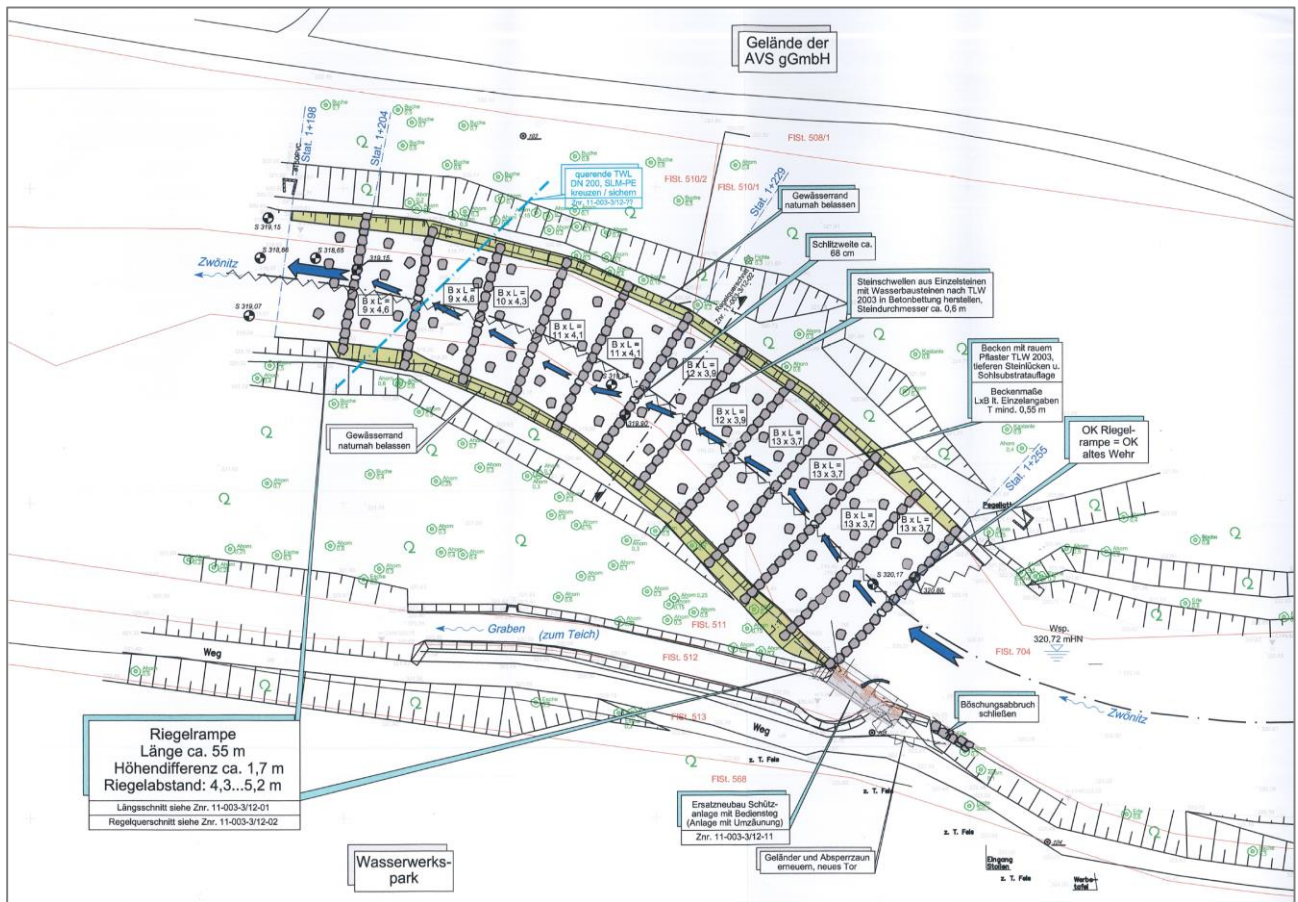


Abbildung 4: Lageplan der Maßnahme zum Umbau des Wehres in der Zwönitz

Der Bau der Maßnahme erfolgte im Zeitraum von November 2012 bis April 2014, wobei das Hochwasserereignis im Juni 2013 zu erwähnen ist, weil Auswirkungen auf die Ergebnisse der Probenahmen nicht vollständig ausgeschlossen werden können. Der Finanzumfang der Maßnahme betrug ca. 430.000 €.

Vor Umsetzung der Maßnahme lag ZW_1 in einem durch leichten Aufstau beeinflussten Abschnitt oberhalb des Querbauwerks. Die Untersuchungsstelle ZW_2 liegt in einer Ausleitungsstrecke und ZW_3 befindet sich unterhalb der Wiedereinleitung.

Durch die Untersuchungen sollte ein Vergleich einer durch leichten Aufstau beeinflussten Stelle zu frei fließenden Stellen erfolgen. Ferner war zu prüfen, ob durch Ausleitung zur Teichspeisung eine Beeinträchtigung der Wasserqualität hervorgerufen wird. Die Auswirkungen dieser Maßnahme sollten mit einer weiteren Maßnahme an der Bobritzsch (kompletter Wehrrückbau an einer Stelle im Jahr 2013) verglichen werden.



Abbildung 5: Wehr vor dem Umbau (links) und Zwönitz nach dem Umbau des Wehres in eine Riegelrampe (rechts)

2.4 Bobritzsch

Veranlassung war die Umsetzung der WRRL an Gewässern 1. Ordnung von Seiten der LTV. Es handelte sich um eine ungenutzte Wehranlage, für die es keinen Eigentümer bzw. Wasserrechtsinhaber mehr gab. Die LTV hat im Rahmen der Gewässerunterhaltung die Wehranlage zur Verbesserung der linearen Durchgängigkeit im November 2013 ersatzlos zurückgebaut (Abbildung 6). Die Kosten der Maßnahme betragen ca. 1.600,00 €.

Der Komplett-Rückbau des zweiten Querbauwerks (Abschnitt BOB_4) mit Herstellung eines annähernd natürlichen Abflussregimes im bisher bestehenden Staubereich erfolgte im Zeitraum vom 11.11.2013 bis 19.11.2013. Ort der Maßnahme ist der Gewässerabschnitt nahe Krummenhennersdorf unterhalb der Salzbrücke. Ziel der Untersuchungen ist der Vergleich einer durch Aufstau beeinflussten Stelle zu frei fließenden Stellen, oberhalb und unterhalb bzw. die Entwicklung nach Rückbau des Querbauwerks. Ein benachbartes Querbauwerk ca. 280 m oberhalb wurde nicht zurückgebaut und durch die Untersuchung von zwei zusätzlichen Messstellen (jeweils eine im Aufstaubereich und im frei fließenden Bereich oberhalb) beobachtet. Die Entwicklung an den Messstellen in der Bobritzsch soll so dokumentiert und ein Vergleich mit der Entwicklung an der Zwönitz (Querbauwerk „Wasserwerkspark“) durchgeführt werden.



Abbildung 6: Wehr vor dem Umbau (links) und Abschnitt der Bobritzsch nach dem Rückbau des Wehres (rechts)

2.5 Zschopau

Resultierend aus den Schäden und Auswertungen zum Augusthochwasser 2002 hat die LTV die Hochwassersicherheit in den Einzugsgebieten der Gewässer I. Ordnung Mulden und Weiße Elster im Regierungsbezirk Chemnitz untersuchen lassen. Hierzu gehört auch das Teilprojekt an der Zschopau bis Pegel Hopfgarten mit Sehma, Pöhlbach und Preßnitz. Daraus entstand 2004 die Studie zur Entwicklung eines zukunftssicheren und nachhaltigen Hochwasserschutzkonzeptes.

Ziel der Studie ist es, aufbauend auf einer Überprüfung der hydrologischen und wasserbaulichen Grundlagen in dem vom Hochwasser betroffenen Einzugsgebiet (maßgeblich Gewässer I. Ordnung) ein nachhaltiges Hochwasserschutzkonzept zu entwickeln, das in ökonomischer, technischer, sozialer und ökologischer Sicht das realisierbare Optimum darstellt. Auf der Grundlage dieser Hochwasserschutzkonzeption erfolgte die Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen im betroffenen Bereich der Zschopau für den Bemessungsfall HQ100 (Schutzgrad eines statistisch gesehenen alle 100 Jahre wiederkehrenden Hochwasserereignisses).

Vor der Hochwasserschutzmaßnahme trat die Zschopau in Wiesa bereits bei einem HQ25 über die Ufer. Bei einem HQ100 war demzufolge die Überflutung des gesamten Tales zu erwarten, wobei der Wasserspiegel über die Talstraße Richtung Thermalbad Wiesenbad oberhalb der Klemmmühlenbrücke ausuferte. Im Überflutungsgebiet eines HQ100 liegen, bis auf wenige Ausnahmen, die gesamten Flächen beidseitig der Zschopau bis zum natürlich ansteigenden Gelände.

Unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte wurden in Wiesa Hochwasserschutzmaßnahmen realisiert, die zum Ziel haben, die Wohn- und Gewerbegebäude, Verkehrswege und Grundstücke vor der schädlichen Überflutung durch ein Hochwasser zu schützen. Im Ergebnis der Maßnahmen kommt es zu einer deutlichen Reduktion des Schadenspotenzials an der Zschopau. Die komplette Maßnahme wurde im Zeitraum vom 19.03.2014 bis 03.11.2015 durchgeführt. Die Kosten für die ökologischen Aufwertungsmaßnahmen in der Gewässersohle betragen ca. 365.000 €.

Folgende technischen Bauweisen wurden im Maßnahmenbereich in Wiesa an der Zschopau zu Hochwasserschutzzwecken ausgeführt (Abbildung 7, Abbildung 8 und Abbildung 9):

Schwergewichtswände

In Bereichen mit begrenzter Flächenverfügbarkeit wurden Hochwasserschutzwände in Massivbauweise als Schwergewichtswände errichtet. Die Gründung erfolgt mit einem Fundament aus bewehrtem Beton mit einer Mächtigkeit von i. M. 1,15 m und einer Breite von 2,50 m. Die Gründungssohle liegt mindestens 1,20 m unter der Flusssohle. Die aufgehende Wand besteht aus Beton mit konstruktiv erforderlicher Bewehrung, wobei die Dicke des erdberührten Bauteils mindestens 1 m beträgt. Das über Gelände aufragende Bauteil wurde aufgrund der beengten Verhältnisse im Bereich der Bebauung mit einer verminderten Dicke von 30 cm ausgeführt. Absturzsicherungen in Form von Geländern wurden in den erforderlichen Bereichen montiert.

An der Rückseite der Wand ist eine Dränage zur Ableitung von Sickerwasser eingebaut. Für die Ableitung von Oberflächenwasser des direkt hinter der Mauer liegenden Geländes ist eine Entwässerungsrinne aus Muldensteinen mit Einläufen vorgesehen. Entlang der Hochwasserschutzmauer ist ein Wartungsweg zur Unterhaltung der Anlage angelegt. Zur Erosionssicherung der flusseitigen Gründung ist eine Fußvorlage aus großformatigen Natursteinblöcken hergestellt worden. Alle Durchlässe durch die Hochwasserschutzmauer wurden mit Rückstausicherungen versehen.

Stahlbetonwinkelwände

In Bereichen mit höherer Flächenverfügbarkeit wurden Stahlbetonwände mit vorgelagerter Böschung aus großformatigen Natursteinblöcken errichtet. Die Konstruktionsdicke der Winkelwände beträgt 30 cm. Die Gründung erfolgt mit einem 40 cm dicken Fundament aus bewehrtem Beton, dessen Breite ebenfalls bis ca. 2,50 breit ist. Die vorgelagerte Böschung wird als ungebundener Blocksatz aus großformatigen Wasserbausteinen ausgeführt. Die Ausführung von Drainage, Oberflächenentwässerung, Absturzsicherung sowie Wartungsweg und Rückstausicherung werden analog den Schwergewichtswänden errichtet.

Hochwasserschutzaufsätze

An der Talstraße und dem Uferweg befanden sich bereits Straßenstützwände, die aber nicht dem Hochwasserschutz mit Schutzziel eines HQ100 entsprachen. Deshalb wurden diese Stützmauern erhöht. Auf die vorhandenen Mauern der Talstraße und des Uferweges wurden Hochwasserschutzaufsätze aufgebracht. Zwischen senkrecht auf die Kappen montierten und verankerten Stahlstützen aus U-Profilen wurden Stahlbeton-Fertigteileplatten eingeschoben und eingedichtet. Zur Sicherung der Absturzhöhe wurden auf die Hochwasserschutzaufsätze ein durchgängiges Geländer bzw. ein Handlauf befestigt.

Mobile Elemente

Im Bereich der Fußgänger-Gitterbrücke im Bereich der Straße „Am Graben“ erfolgte der Verschluss beidseits der Brücke mit einem mobilen Hochwasserschutzsystem. Das System besteht aus Aluminiumbalken mit Dichtungen, die zwischen zwei fest montierte Endstützen eingeschoben werden. Somit kann bei Hochwassergefahr das Wasser der Zschopau nicht über die Zugänge der Brücke ins Hinterland gelangen.

Gleichzeitig wurden zum Erhalt bzw. zur Verbesserung des Lebensraumangebotes und der Strukturvielfalt im Gewässer Maßnahmen mit dem Ziel der ökologischen Aufwertung der Gewässersohle und der unmittelbaren Uferbereiche umgesetzt:

Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung

Bei der Zschopau im Planungsabschnitt handelt es sich um einen stark beeinflussten Gewässerlauf innerhalb der Ortslage. Die Bebauung reicht an vielen Stellen unmittelbar an das Gewässer.

Die Gewässerstrukturgütekartierung führt im gesamten Planungsabschnitt eine „deutliche bis vollständige Veränderung“ auf. Eine technische Überprägung der Flussbegrenzung ist damit bisher bereits vorhanden. Zur Erreichung der Ziele der WRRL (guter ökologischer Zustand) wurden Maßnahmen berücksichtigt, die den ökologischen Gewässerzustand verbessern sollen.

Bei dem beplanten Fließabschnitt der Zschopau im Vorhabengebiet handelt es sich nur um einen kurzen Abschnitt von ca. 1,20 km im Vergleich zur Gesamtlänge von ca. 53 km des gesamten Oberflächenwasserkörpers Zschopau-2. Aus diesem Grund wurden neben den Maßnahmen im unmittelbaren Baubereich auch Maßnahmen außerhalb des Planungsabschnittes, aber an oder in der Zschopau berücksichtigt.

Maßnahmen zur Herstellung der linearen Durchgängigkeit:

- linksseitiger Rückbau der verbliebenen Wehrwange des ehemaligen Hornwehres im unteren Bauabschnitt
- sohgleiche Anbindung des Dreigüterbachs rechtsseitig im mittleren Bauabschnitt
- Wiederherstellung der gewässerbiologischen Durchgängigkeit des Wehres Geräte- und Werkzeugbau Wiesa und der Staustufe Wiesa/Schönfeld außerhalb und oberstromig des Bauabschnittes

Maßnahmen zum Initiieren/Zulassen einer eigendynamischen Gewässerentwicklung und zur Vitalisierung des Gewässers (Sohle, Varianz, Substrat) innerhalb des vorhandenen Profils:

- baubegleitende Wiederherstellung der Gewässerstruktur
- Ausbildung von Kolken unter Berücksichtigung einer natürlichen Sohlgestaltung
- gezieltes Einbringen von Störsteinen, Buhnen
- Setzen von Weidenstecklingen in Böschungsbereiche aus Großblöcken

Maßnahmen zur Verbesserung von Habitaten im Uferbereich:

- Uferstrukturverbesserungen und Gehölzanpflanzungen
- Auengestaltung im Bereich der Insel zwischen Zschopau und Mühlgraben
- Aufwertung des Gehölzbestandes in der Zschopaukrümme

Weitere Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen außerhalb des Baubereiches:

- Aufforstung der Zschopauaue in Schönbrunn auf einer Fläche von ca. 5.500 m² mit standortgerechten Laubgehölzen

Ziel der Untersuchungen

Im Rahmen einer Hochwasserschutzmaßnahme (Ertüchtigung von Ufermauern) wurde an der Zschopau in der Ortslage Wiesa (Erzgebirgskreis) die Wirksamkeit von Strukturelementen (Steine/Buhnen), die eine Erhöhung der Habitatdiversität im Bereich der Gewässersohle bewirken sollen, überprüft. Gegenstand der Untersuchungen war es, die Auswirkung dieser (kleineren) Verbesserungsmaßnahmen zur Sohlgestaltung bzw. -entwicklung über Strömunglenker und Störelemente im Rahmen einer notwendigen Hochwasserschutzmaßnahme zu erfassen. Dazu sollten primär eine Probenahmestelle oberhalb und zwei Probenahmestellen im Bereich der Maßnahme untersucht werden. Eine vierte Stelle wurde als Vergleichsstelle mit „natürlichem Abflussregime“ nach Wiedereinleitung aus einer Ausleitung (Betriebsgraben einer WKA) in die Untersuchungen einbezogen.

Bei den Probenahmen im Juli 2015 war die Baustraße im Gewässer zurückgebaut.

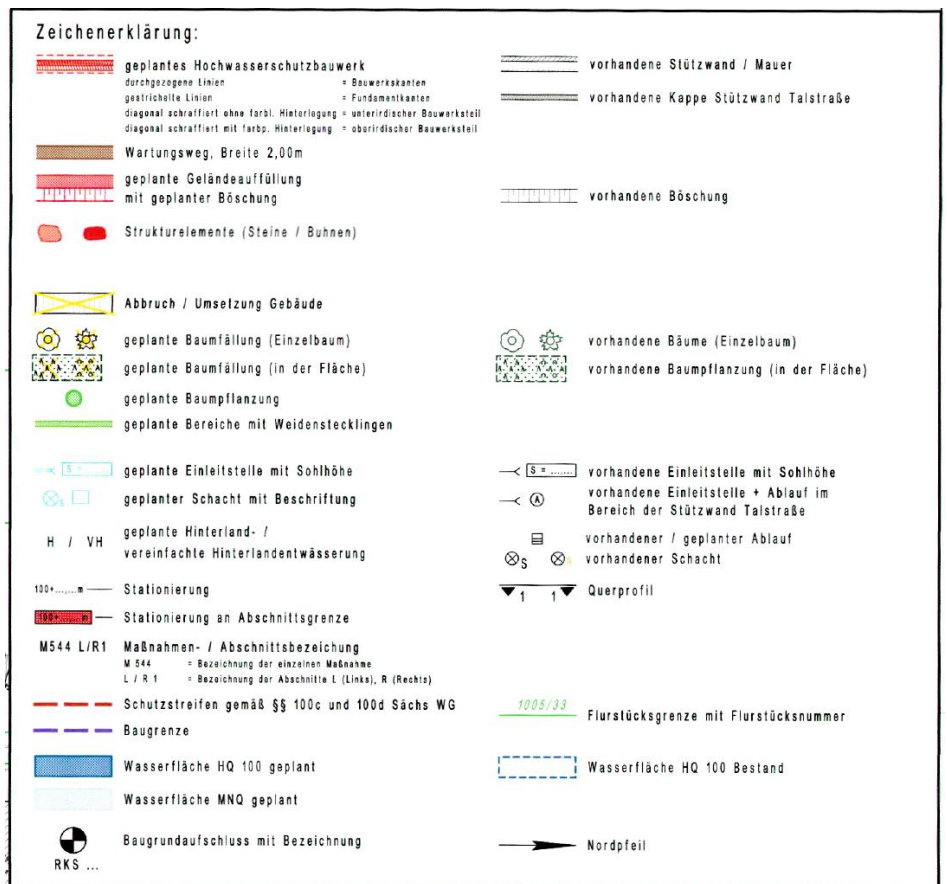
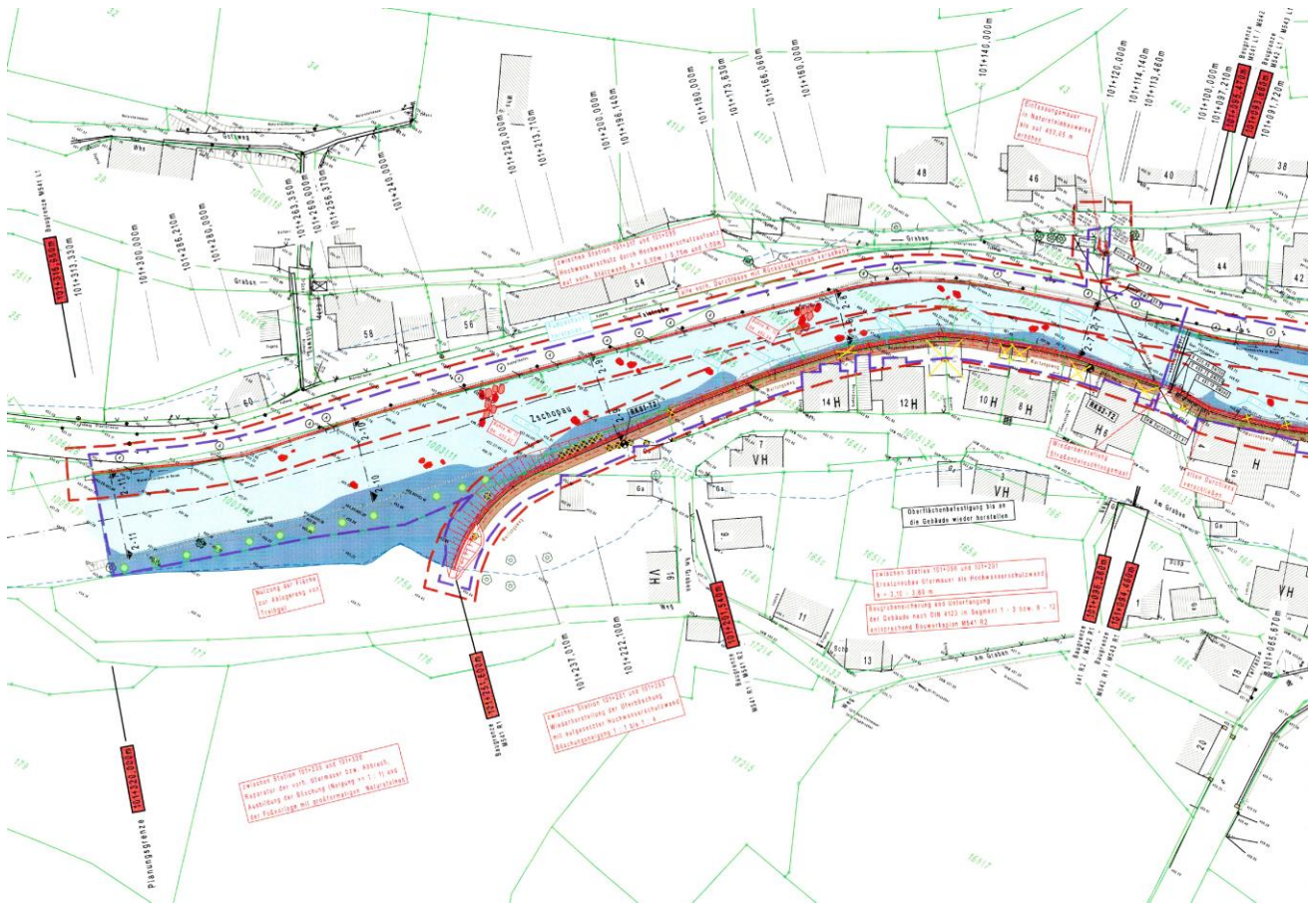


Abbildung 7: Planskizze der Gesamtmaßnahme inkl. Legende



Abbildung 8: Gewässerabschnitte oberstrom (links) vor Baubeginn und nach Bauende (rechts); Schwergewichtswände (rechter Bildrand) mit HWS-Aufsatz und Stahlbetonwände mit vorgelagerter Böschung aus großformatigen Natursteinblöcken (linker Bildrand)



Abbildung 9: Gewässerabschnitte unterstrom (links) vor Baubeginn und nach Bauende (rechts); Winkelwand mit vorgesetzter Böschung (linker Bildrand)

2.6 Wuischer Wasser

In der Ortslage Jenkwitz nahe Bautzen (Landkreis Bautzen) war am Wuischer Wasser der Rückbau von drei Wehrstandorten zur Wiederherstellung eines annähernd natürlichen Abflussregimes geplant. Das Wehr Jenkwitz 1 wurde bereits 2012 zurückgebaut. Der Rückbau des Staubalkenwehrs Jenkwitz 2 war für Juni/Juli 2013 geplant.

Die Untersuchungen oberhalb Kleinjenkwitz sollten einen Vergleich einer durch Aufstau beeinflussten Stelle (WUI _2) zu frei fließenden Stellen ober- (WUI _1) und unterhalb (WUI _3 = RB-Messstelle WRRL) des Maßnahmenbereiches ermöglichen. Weiterhin sollten die Auswirkungen dieser Maßnahme mit denen an den Wehren in der Zwönitz und der Bobritzsch verglichen werden.

Die Maßnahme wurde aber leider im Projektzeitraum nicht begonnen, sodass die Probenahmen den vorherrschenden Istzustand über drei Jahre dokumentieren. Die Auswertung der Ergebnisse ermöglicht somit nur einen Vergleich der Schwankungen in der Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos zwischen den Jahren unter gleichbleibenden gewässerstrukturellen Rahmenbedingungen.

3 Untersuchte Gewässer

Tabelle 1 zeigt die untersuchten Gewässer, die zugehörigen Fließgewässertypen und die Untersuchungsstellen.

Tabelle 1: Untersuchte Gewässer und Gewässertyp nach LAWA (2008)

Wasserkörper	OWK_ID	Gewässertyp LAWA	Kurzbezeichnung	Untersuchungsstelle Bezeichnung
Hoyerswerdaer Schwarzwasser-2	DESN_53814-2	17	HWSW_4	Alte Schanze, Luga
	DESN_53814-2	17	HWSW_5	Kleinholtscha, Mühlenstück
	DESN_53814-2	17	HWSW_6	Neschwitz, Tiergarten
Schwarze Elster-3	DESN_538-3	15	SE_1	uh. KA_Wittichenau
	DESN_538-3	15	SE_2	oh. Brücke_Neudorf
	DESN_538-3	15	SE_3	uh. Brücke_Neudorf
	DESN_538-3	15	SE_4	nahe Altarm
	DESN_538-3	15	SE_5	oh. Doergenhausen
Zwönitz-2	DESN_5418-2	9	ZW_1	oh. Querbauwerk
	DESN_5418-2	9	ZW_2	uh. Querbauwerk, RB-WRRL_Messstelle
	DESN_5418-2	9	ZW_3	uh. Zufluss aus Teich
Bobritzsch-2	DESN_5422-2	9	BOB_1	frei fließend vor 1. Querbauwerk
	DESN_5422-2	9	BOB_2	Staubereich vor 1. QB
	DESN_5422-2	9	BOB_3	frei fließend zwischen QB
	DESN_5422-2	9	BOB_4	Staubereich vor 2. QB
	DESN_5422-2	9	BOB_5	frei fließend nach 2. QB
Zschopau-2	DESN_5426-2	9	ZSCH_1	oh. Maßnahmenbereich
	DESN_5426-2	9	ZSCH_2	1. MS im Maßnahmenbereich
	DESN_5426-2	9	ZSCH_3	2. MS im Maßnahmenbereich
	DESN_5426-2	9	ZSCH_4	uh. Ausleitungsstrecke
Wuischker Wasser	DESN_5822884	5	WUI_1	oh. Maßnahmenbereich
	DESN_5822884	5	WUI_2	im Maßnahmenbereich
	DESN_5822884	5	WUI_3	uh. Maßnahmenbereich

4 Ergebnisse der Gewässeruntersuchungen

4.1 Hoyerswerdaer Schwarzwasser

4.1.1 Beschreibung der Untersuchungsstellen

Das Hoyerswerdaer Schwarzwasser verläuft im Untersuchungsgebiet in der Nähe von Neschwitz in einem vorwiegend landwirtschaftlich geprägten Umfeld (Abbildung 10 und Abbildung 11). Die Nutzung reicht meist direkt bis an die Böschung des Gewässers. Ein durchgehender beidseitiger Gehölzsaum ist nur an der Untersuchungsstelle HWSW_6 vorhanden (Abbildung 12).



Abbildung 10: Hoyerswerdaer Schwarzwasser (HWSW_4) entgegen der Fließrichtung 2012 (links), 2015 (rechts)

Im Bereich der Probestelle HWSW_4 weist das Hoyerswerdaer Schwarzwasser einen begradigten Lauf und ein eingetieftes Trapezprofil auf. Das Gewässer hat hier nur auf der rechten Seite einen Gehölzsaum (v. a. Weiden, Erlen). Linksseitig wird das Gelände bis an den Böschungsrand als Acker bzw. Grünland genutzt.

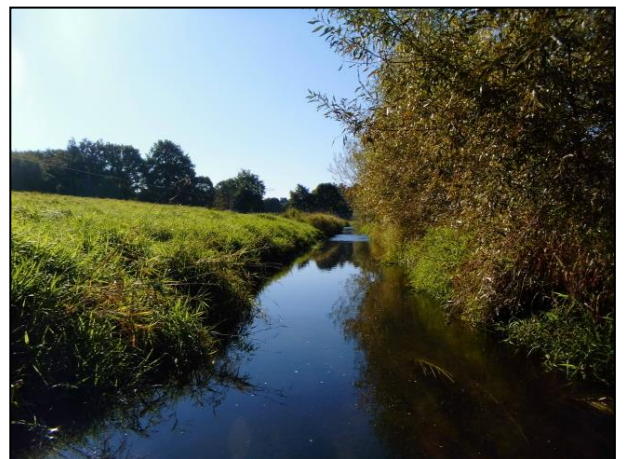


Abbildung 11: Hoyerswerdaer Schwarzwasser (HWSW_5) entgegen der Fließrichtung 2012 (links), 2015 (rechts)

An der Stelle HWSW_5 wurden die strukturverbessernden Maßnahmen durchgeführt. Auf der gesamten Gewässersohle sind Steinschüttungen (Mesolithal, kantig) vorhanden und abschnittsweise sind Störsteingruppen (Makrolithal) als Sohlriegel eingebracht worden. Darüber hinaus wurde einseitig ein Gehölzsaum angelegt.



Abbildung 12: Hoyerswerdaer Schwarzwasser (HWSW_6) in Fließrichtung 2013 (links), 2015 (rechts)

An der Stelle HWSW_6 weist das Hoyerswerdaer Schwarzwasser im Gegensatz zu den beiden anderen Probestellen im Oberlauf einen deutlich naturnäheren, geschwungenen Verlauf mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit auf. Der Maßnahmenbereich im Abschnitt der Messstelle HWSW_5 liegt ca. 2.400 m oberhalb dieses relativ naturnahen Bereiches. Auf beiden Seiten des Gewässers findet sich ein Gehölzsaum aus Büschen und Bäumen, deren Wurzeln teilweise am Ufer bis ins Gewässer reichen.

4.1.2 Ergebnisse

Überschreitungen der Orientierungswerte für den Fließgewässertyp 17 (Hoy. Schwarzwasser-2) waren durchgehend für Gesamtphosphat, Nitrit- und Ammoniumstickstoff sowie lediglich einmal 2009 für Eisen und 2010 für den gesamten organischen Kohlenstoff festzustellen. Auch hier war der Gehalt an Phosphat und Ammonium ab 2011 geringer. Weitere Trends einzelner Parameter waren nicht sichtbar. Für das Makrozoobenthos sind vor allem die Überschreitungen bei Ammonium und Nitrit bedeutsam. Weil die leichte Entspannung der Belastungssituation bereits vor Umsetzung der Maßnahme erfolgte, hatte sie keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Makrozoobenthosuntersuchungen 2013–2015. Die von VOIGT et al. (2012) gegenüber dem Zustand vor der Durchführung der Maßnahmen im Jahr 2009 dokumentierten Verbesserungen im Jahr 2011 hatten auch bis ins Jahr 2015 Bestand (Tabelle 2). Von VOIGT et al. (2012) wurde ebenfalls festgestellt, dass der bessere ökologische Zustand des Hoyerswerdaer Schwarzwassers nicht allein auf die Maßnahmen zur strukturellen Verbesserung zurückgeführt werden konnte.

Tabelle 2: Vergleich des ökologischen Zustands an den Untersuchungsstellen des Hoyerswerdaer Schwarzwassers 2009–2015

Hoy. Schwarzwasser	2009	08/2011	10/2011	10/2012	10/2013	10/2014	05/2015	10/2015
HWSW_4	Typ 17: Kiesgeprägte Tieflandflüsse							
Ökol. Zustandsklasse	unbefr.	gut	gut	gut	gut	gut	mäßig	gut
Allg. Degradation	unbefr.	gut	gut	gut	gut	gut	mäßig	gut
Saprobie	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut
Status	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert

Hoy. Schwarzwasser	2009	08/2011	10/2011	10/2012	10/2013	10/2014	05/2015	10/2015
HWSW_5	Typ 17: Kiesgeprägte Tieflandflüsse							
Ökol. Zustandsklasse	unbefr.	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut
Allg. Degradation	unbefr.	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	gut	gut
Saprobie	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut
Status	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert
Hoy. Schwarzwasser	2009	08/2011	10/2011	2012	2013	2014	05/2015	10/2015
HWSW_6	Typ 17: Kiesgeprägte Tieflandflüsse							
Ökol. Zustandsklasse	mäßig	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut
Allg. Degradation	gut	gut	gut	gut	sehr gut	gut	gut	gut
Saprobie	mäßig	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut
Status	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert

In Abbildung 13 sind die Ergebnisse von Saprobienindex und dem multimetrischen Index (Allgemeine Degradation) der Voruntersuchung 2009 und die Ergebnisse der sieben Untersuchungen 2011–2015 nach Fertigstellung der Maßnahme mit ihren Mittelwerten und Spannweiten dargestellt.

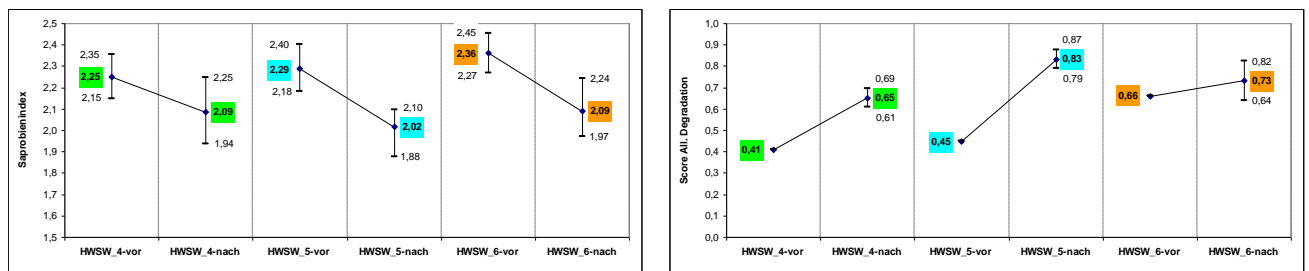


Abbildung 13: Mittelwerte und Streuungen von Saprobien- und multimetrischen Indices

Der ökologische Zustand (v. a. Allgemeine Degradation) an der unbeeinflussten Referenzstelle HWSW_4 hatte sich nämlich ebenfalls verbessert. Als weiterer Einflussfaktor, der den Effekt der Maßnahmen überlagerte, wurde die Verringerung der Menge an Feinsedimenten auf der Gewässersohle durch die Hochwasserereignisse 2010 angeführt. Damit verbunden gingen Arten zurück, die schlammige Bereiche bevorzugen und/oder stärkere Strömung meiden. Diese Arten (v. a. Chironomidae, Tubificidae, *Asellus aquaticus*, *Lymnaea stagnalis*) wurden ab 2011 an allen Untersuchungsstellen in geringerer Individuenzahl nachgewiesen oder verschwanden vollständig. Diese Feststellung behielt auch 2015 ihre Gültigkeit. Allerdings stieg 2014 die Zahl der Oligochaeten wegen der höheren Verbreitung von abgelagertem FPOM zumindest zeitweilig wieder deutlich an. Sie blieb auch im Mai 2015 noch recht hoch und war dann im Oktober 2015 wieder geringer.

Die gegenüber der Voruntersuchung 2009 festgestellte Verbesserung des Saprobienindex ab 2011 war an HWSW_4 nicht signifikant. Der Anstieg des multimetrischen Index lag dagegen außerhalb des Streuungsbereiches. Die Verbesserung kann aber wegen der Lage der Untersuchungsstelle (vor Maßnahmenbereich) nicht mit der Maßnahme zusammenhängen.

Hinsichtlich der Zusammensetzung der Artengemeinschaften auf Grundlage der bearbeiteten Taxalisten zeigten sich signifikante Unterschiede an der Referenzmessstelle HWSW_4 zwischen einzelnen Jahren. Zunächst waren an dieser Messstelle die Besiedlungsstrukturen signifikant verschieden zwischen den Jahren 2009 und

2011, was für 2011 als Einfluss des Hochwassers gedeutet werden kann. In den Jahren 2012 und 2014 waren sich die Artenzusammensetzungen sehr ähnlich. Ebenfalls sehr ähnlich waren die Besiedlungsstrukturen 2013 und im Oktober 2015 zueinander, wobei sich bei letzterer Untersuchung ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zur Messstelle HWSW_6 zeigten. Heraus sticht die Untersuchung im Mai 2015, in der die Besiedlungsstruktur der Messstelle lediglich große Ähnlichkeit zur Untersuchungsstelle OBF28000 des LfULG aufwies. Die Gemeinschaftsstrukturen an dieser Probestelle erwiesen sich als sehr variabel.

An der **Untersuchungsstelle HWSW_5** im Bereich der Maßnahmen war die Verbesserung beim Modul „Allgemeine Degradation“ von „unbefriedigend“ in 2009 zu „sehr gut“ ab 2011 am deutlichsten. Hier haben sich die durchgeführten Maßnahmen auch über mehrere Jahre bewährt. Insbesondere das Einbringen von Steinen und einzelnen Blöcken am Gewässergrund bewirkte eine Zunahme der besiedelbaren Oberfläche von lagestabilen Hartsubstraten. Weil im Maßnahmenbereich auch die Strömungsgeschwindigkeit durch eine Gefällestufe erhöht ist, hielt sich die Ablagerung von Feinmaterial in Grenzen. So fanden gewässertypische, strömungsliebende und an Hartsubstrate gebundene Arten wie Flussnapfschnecke *Ancylus fluviatilis*, Köcherfliegen der Gattung *Hydropsyche*, die Grundwanze *Aphelocheirus aestivalis* und Eintagsfliegen aus der Familie Heptageniidae (*Ecdyonurus*, *Heptagenia*) bessere Lebensbedingungen vor. Sie erreichten höhere Individuendichten, während strömungsmeidende Arten und Besiedler von Feinsedimenten zurückgedrängt wurden. Die Besiedlung mit submersen Makrophyten trägt hier noch zur Erhöhung der Habitatvielfalt bei. Der Abschnitt HWSW_5 kann im Gewässer als Trittstein für die Ausbreitung von gewässertypischen Taxa dienen. An HWSW_5 war die Verbesserung von Saprobien- und multimetrischem Index deutlicher ausgeprägt als an HWSW_4 (oh. Maßnahme). An HWSW_5 lagen die Werte des Saprobien- und multimetrischen Index nach Abschluss der Maßnahme zudem außerhalb des Schwankungsbereiches, sodass zumindest ein Teil der Verbesserungen eindeutig auf die Maßnahmen zurückgeführt werden kann.

Die Besiedlungsstruktur an HWSW_5 zeigte ab 2012 ein zu den Untersuchungen 2009 und 2011 signifikant verschiedenes und stabiles charakteristisches Bild, das sich von allen anderen Untersuchungsstellen deutlich unterschied. Wird das Jahr 2011 aufgrund des vorangegangenen Hochwasserereignisses nicht so stark gewichtet, zeigt sich die Auswirkung der Maßnahmen in der Etablierung einer für diese Messstelle charakteristischen Artengemeinschaft, die nur in sehr geringem Maße jährlichen Variabilitäten unterlag.

Die **Untersuchungsstelle HWSW_6** unterhalb des Maßnahmenbereiches weist eine deutlich naturnähere Gewässerstruktur auf als die beiden anderen Abschnitte im Oberlauf. Allerdings entspricht das Sohlsubstrat (v. a. Sand und schluffig/toniges aber wenig bzw. kein freiliegendes, kiesiges Material) nicht dem Gewässertyp. Die Veränderungen des ökologischen Zustandes zwischen 2009 und 2011/2012 waren hier relativ gering. Lediglich das Modul Saprobie zeigte, vor allem infolge des Rückgangs der Individuendichte bei *Asellus aquaticus* und den Tubificidae, gegenüber 2009 eine bis 2015 stabile Verbesserung vom „mäßigen“ zum „guten“ Zustand. Hier kommt wiederum der hochwasserbedingte Rückgang von (organischem) Feinmaterial als Ursache in Frage. Ende Mai 2013 gab es wieder ein starkes Hochwasser am Hoyerswerdaer Schwarzwasser, das an HWSW_6 gegenüber der Voruntersuchung 2012 zu Veränderungen des Sohlmaterials (Erhöhung des Sand- und Kiesanteils, Verminderung des Lehmannteils) führte. Dementsprechend verbesserte sich 2013 die Bewertung des Moduls „Allgemeine Degradation“. Allerdings waren eine Reihe der gefundenen gewässertypischen Taxa nur in geringer Anzahl vorhanden und sehr jung, sodass vermutet wurde, dass die Verbesserung wohl nicht dauerhaft sein dürfte. Dies bestätigte sich bei der Untersuchung 2014, bei der die „Allgemeine Degradation“ mit „gut“ wieder um eine Stufe schlechter zu bewerten war als 2013. Im Gegensatz zur unbeeinflussten Referenz HWSW_4 blieb der „gute“ Zustand an HWSW_6 aber auch im Mai 2015 erhalten. Im Oktober 2015 war die Bewertung der Core-Metrics der „Allgemeinen Degradation“ mit Ausnahme der Anzahl der Trichopteren taxa dann sogar noch eine Stufe besser als im Mai. Weil die Verbesserung des Saprobienindex

von „mäßig“ zu „gut“ an HWSW_6 nach Durchführung der Maßnahme an HWSW_5 nun über fünf Jahre stabil geblieben ist und der Saprobienindex der Voruntersuchung außerhalb des Schwankungsbereiches nach Abschluss der Maßnahme lag, kann man von einer gewissen Strahlwirkung der Verbesserungen an HWSW_5 ausgehen. Beim multimetrischen Index fiel der positive Trend allerdings schwächer aus als an der Referenzstelle und das Ergebnis der Voruntersuchung liegt im Streuungsbereich der Werte der Nachuntersuchungen. Es ist somit nicht sicher, ob die bessere Bewertung des multimetrischen Index an HWSW_6 auf die Strahlwirkung der Maßnahme oder den allgemeinen Trend zu einer Verbesserung des Zustandes bereits im Oberlauf zurückgeht.

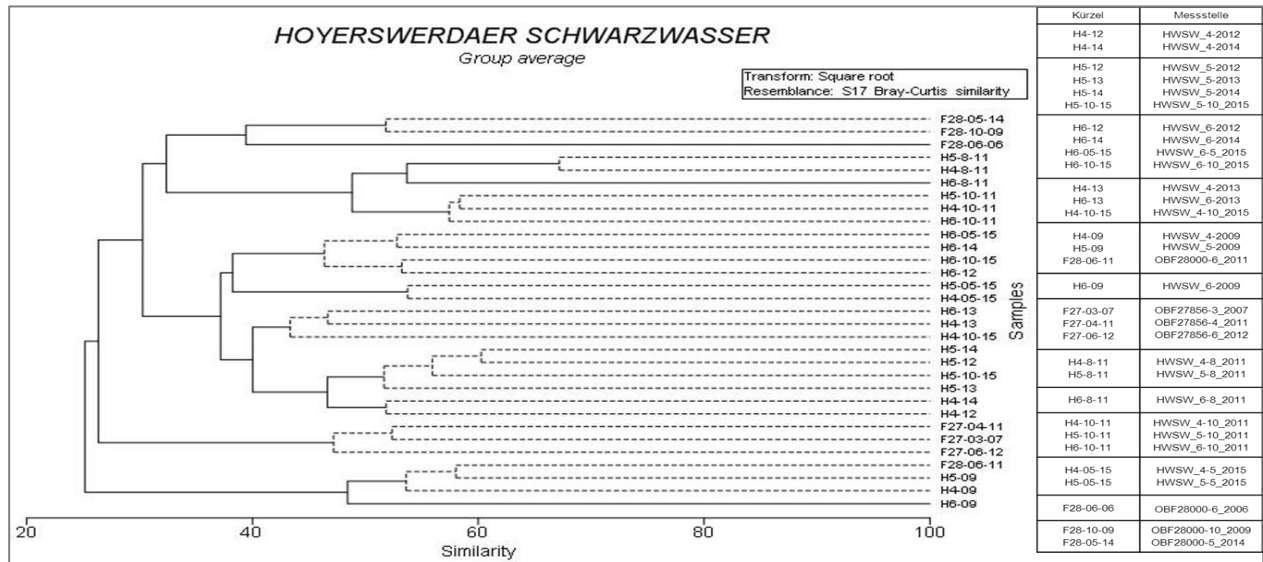


Abbildung 14: Dendrogramm für die Biozönosen (Originaltaxaliste) des Hoyerswerdaer Schwarzwassers

durchgezogene Linie: signifikant verschieden, gestrichelte Linie: nicht signifikant verschieden

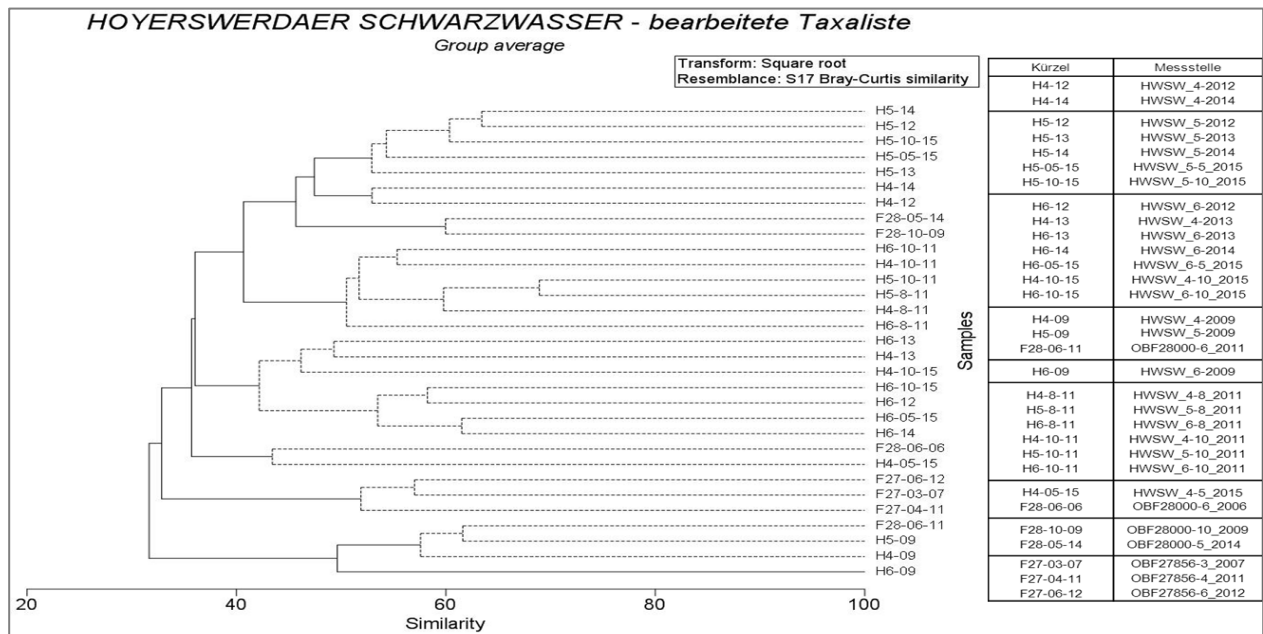


Abbildung 15: Dendrogramm für die Biozönosen des Hoyerswerdaer Schwarzwassers (bearbeitete Taxaliste)

durchgezogene Linie: signifikant verschieden, gestrichelte Linie: nicht signifikant verschieden

Im Falle des Hoyerswerdaer Schwarzwassers wurden zwei verschiedene Taxalisten analysiert, um herauszufinden, ob eine Vereinheitlichung von Taxa (z. B. *Hesperocorixa*, *Micronecta*, *Paracorixa*, *Sigara* zu Corixidae Gen. sp.) eine bessere Trennung der Artengemeinschaften ermöglicht. Einmal wurde die Originaltaxaliste für die statistische Analyse verwendet, die sich bei der Bestimmung ergeben hat. Die Vereinheitlichung erfolgte mit der Filterfunktion von ASTERICS Ver. 4.04. Die sich hier ergebende gefilterte Taxaliste war die Basis für die andere statistische Bearbeitung.

Die Auswertung der Taxalisten mittels multivariater Statistik bestätigt die beschriebenen Ergebnisse. In der Voruntersuchung 2009 unterschied sich die Artenzusammensetzung an der Messstelle signifikant zu den beiden stromaufwärts gelegenen Messstellen, wies aber im Vergleich zu Untersuchungen ab 2011 relativ große Ähnlichkeit zu ihnen auf. Waren 2011 die Unterschiede der Besiedlungsstrukturen zwischen den drei Messstellen nicht signifikant verschieden, so ergab sich für die Untersuchungsstelle HWSW_6 ab 2012 eine stabile charakteristische Besiedlungsstruktur, die kaum jährliche Unterschiede aufwies (Abbildung 14 und Abbildung 15).

4.1.3 Schlussfolgerungen

Zwar traten an der repräsentativen Messstelle OBF28000 des LfULG auch für das Makrozoobenthos bedeutende Überschreitungen der Orientierungswerte der LAWA (2015) bei Ammonium und Nitrit auf. Signifikante Veränderungen der Wasserbeschaffenheit im Untersuchungszeitraum, die Einfluss auf die Makrozoobenthosbiozönose haben könnten, waren aber auf Basis der bis 2014 vorliegenden Untersuchungsergebnisse nicht erkennbar.

Die Ergebnisse der Makrozoobenthosuntersuchungen ab 2009 zeigten, dass im Zeitraum nach Durchführung der Maßnahme im Abschnitt HWSW_5 ab 2011 an allen Untersuchungsstellen bei den Makrozoobenthosuntersuchungen bessere Ergebnisse erzielt wurden als bei der Voruntersuchung. Weil die Verbesserungen aber auch an der unbeeinflussten Referenzstelle HWSW_4 oberhalb des Maßnahmenbereiches zu beobachten waren, blieb zunächst für die Autoren des Vorprojektes (VOIGT et al. 2012) bis ins Jahr 2011 unklar, ob die durchgeführte Maßnahme oder die Hochwasserereignisse 2010 zu den Verbesserungen an HWSW_5 und HWSW_6 geführt haben. An der Untersuchungsstelle HWSW_5 direkt im Maßnahmenbereich zeigten sich im Zeitraum 2011–2015 die deutlichsten Verbesserungen von Saprobien- und multimetrischem Index. Weiterhin lagen an HWSW_5 die Werte des Saprobien- und multimetrischen Index nach Abschluss der Maßnahme außerhalb des Schwankungsbereiches. An HWSW_4 war dagegen die gegenüber der Voruntersuchung 2009 festgestellte Verbesserung des Saprobienindex ab 2011 nicht signifikant. Dies ist ein Hinweis auf positive Einflüsse der Maßnahme auf die Saprobie. Zumindest ein Teil der festgestellten Verbesserungen der Besiedlungsstruktur an HWSW_5 ist somit sicher auf die Maßnahme zurückzuführen.

Entscheidend war dabei, dass durch die Maßnahme die besiedelbare Oberfläche von lagestabilen Hartsubstraten zunahm. Weil im Maßnahmenbereich auch die Strömungsgeschwindigkeit durch eine Gefällestufe erhöht ist, hielt sich die Ablagerung von Feinmaterial in Grenzen. So fanden gewässertypische, strömungsliebende und an Hartsubstrate gebundene Arten bessere Lebensbedingungen vor. Sie erreichten höhere Individuendichten, während strömungsmeidende Arten und Besiedler von Feinsedimenten zurückgedrängt wurden. Der Abschnitt HWSW_5 kann somit im Gewässer als Trittstein für die Ausbreitung von gewässertypischen Taxa dienen.

An HWSW_6 (uh. Maßnahme) fiel der positive Trend allerdings schwächer aus. Es ist somit weiterhin nicht auszuschließen, dass die besseren Bewertungen an HWSW_6 nicht nur auf die Strahlwirkung der Maßnah-

me, sondern auf den allgemeinen Trend zu einer Verbesserung des Zustandes bereits im Oberlauf zurückgehen.

Die Ergebnisse des LfULG waren hinsichtlich der Auswirkungen der Maßnahme auf die Verhältnisse an der repräsentativen Untersuchungsstelle OBF28000, die ca. 2 km stromabwärts von HWSW_6 liegt, widersprüchlich. Im Jahr 2011 (nach Maßnahme) war die Bewertung schlechter als 2006 (vor Maßnahme). 2014 war die Bewertung schließlich wieder deutlich besser. Dies legt nahe, dass die Verhältnisse an OBF28000 nicht von der Maßnahme beeinflusst wurden und andere Faktoren für die Veränderungen verantwortlich waren. Es ist somit nur von kleinräumigen Verbesserungen der Besiedlungsstruktur auszugehen.

In der Voruntersuchung 2009 waren die Unterschiede der Besiedlungsstrukturen zwischen den drei Messstellen gering, einzig HWSW_6 zeigte signifikante Unähnlichkeit. Große Unterschiede zeigten sich zwischen der Voruntersuchung und allen nach der Maßnahme durchgeführten Untersuchungen, allerdings gilt dies ebenfalls für die unbeeinflusste Messstelle HWSW_4 oberhalb der Maßnahme. Im Untersuchungsjahr nach der Maßnahme (2011) zeigten sich bei der zweimaligen Beprobung keine Unterschiede zwischen den drei Messstellen, was durch Auswirkungen des Hochwasserereignisses bedingt sein kann. Ab 2012 entwickelten sich für die Untersuchungsstellen im Maßnahmenbereich (HWSW_5) und unterhalb (HWSW_6) jeweils charakteristische Besiedlungsstrukturen, die nur in sehr geringem (nicht signifikantem) Maß jährlichen Variabilitäten unterlagen. Die Artenzusammensetzungen an der Referenzstelle HWSW_4 wiesen hingegen deutliche Variabilitäten zwischen den Jahren auf.

Die Messstelle OBF28000 scheint nicht von der Maßnahme beeinflusst zu sein, weil sich keine Unterschiede der Besiedlungsstruktur zwischen 2009 und 2014 zeigten. Die Messstelle OBF27856, deutlich im Oberlauf gelegen, zeigte eine charakteristische Besiedlungsstruktur, die kaum jährlichen Variabilitäten unterlag, jedoch deutlich unähnlich zu den Besiedlungsstrukturen im Maßnahmenbereich war.

Die Bearbeitung der Taxalisten führte bei der multivariaten statistischen Auswertung zur Zunahme der Ähnlichkeit zwischen verschiedenen Datensätzen und somit zur Reduzierung der Anzahl signifikant verschiedener Cluster. Grundsätzliche Aussagen wie die signifikante Unähnlichkeit der Artenzusammensetzungen ab 2012 gegenüber der Voruntersuchung 2009 und den Probenahmen 2011 veränderten sich durch die Bearbeitung der Taxalisten nicht. Im Fall des Hoyerswerdaer Schwarzwassers führte die Auswertung bearbeiteter Taxalisten zur stringenteren, jährlich weniger variierenden Clusterbildung der Besiedlungsstrukturen an den Messstellen HWSW_5 und HWSW_6 für alle Untersuchungen ab 2012.

4.2 Schwarze Elster

4.2.1 Beschreibung der Untersuchungsstellen und Gewässersystem

Die Untersuchungen an der Schwarzen Elster fanden zwischen Wittichenau und Dörghausen statt. Oberhalb von Wittichenau teilt sich das Gewässer in die Wudra (Hochwasserentlastung) und in die Schwarze Elster, deren Wassermenge durch einen Rohrdurchlass (siehe Abbildung 16 [links]) bis zum Jahr 2013 stark begrenzt war. Der Umbau in eine flexible Ableitung von bis zu 3,5 m³/s in die Schwarze Elster erfolgte im Jahr 2014 und war zum Zeitpunkt der Herbstprobenahme bereits fertiggestellt. Eine Abflussdynamisierung konnte bis einschließlich der Herbstprobenahme 2015 wegen Steuerungsproblemen noch nicht erreicht werden. In die Schwarze Elster münden zwischen diesem Abzweig bis zur Messstelle SE_1 noch zahlreiche Zuflüsse.



Abbildung 16: Abschlag der Schwarzen Elster mittels Rohr vor der Wehrsanierung (links); Beginn der Wudra am Wehr oberhalb von Wittichenau (rechts)

Die Messstelle SE_1 war im gesamten Untersuchungszeitraum stark besonnt und nur kleinräumig durch Einzelgehölze beschattet (Abbildung 17). Bis zum Frühjahr 2014 wurden beidseitig neue Einzelgehölze gepflanzt und rechtsseitig am Prallhang Weidenfaschinen eingebracht, die gut austrieben. Mit einer deutlich stärkeren Beschattung durch die eingebrachten Weiden und die weitere Uferbepflanzung ist zu rechnen.



Abbildung 17: Schwarze Elster, SE_1, Krautung; in Fließrichtung 2012 nach Krautung (links); in Fließrichtung 2013 nach Ufermahd, aber noch vor der Grundberäumung mit Krautung (rechts)

Im November und Dezember 2013 erfolgte eine Grundräumung mit erheblicher Profilaufweitung (komplette Entfernung des linken verschlammten Gleithangbereichs) und leichter Eintiefung (Abbildung 18). Im rechtsseitigen, steilen Prallhangbereich wurden anschließend austriebsfähige Weidenfaschinen eingebaut. Der Umbau führte dazu, dass bei der Untersuchung im Herbst 2014 vermehrt Unterwasserpflanzen in der Gewässermitte und deutlich weniger schwimmende bis flutende Ufervegetation auftraten. Das deutlich größere Gewässerprofil führte bei gleichbleibendem Durchfluss zu einer erheblichen Verringerung der Fließgeschwindigkeit und diese wiederum örtlich zu neuen Schlammablagerungen und zu einem Rückgang des Anteils unverschlammter, sandiger Bereiche im Vergleich zu den Vorjahren.



Abbildung 18: Schwarze Elster, SE_1, Grundräumung; in Fließrichtung 2014 nach Grundräumung (links); in Fließrichtung 2015 mit Weidenaustrieb und Rückstau (rechts)

Im Bereich der Messstelle SE_2 kamen in allen Untersuchungsjahren überwiegend weiche, schwer begehbare Gewässersedimente vor. Es dominierte (Faul-)Schlamm als Sediment, der stellenweise von grobpartikulärem organischem Material (CPOM, überwiegend Falllaub und kleinere Aststücke) bedeckt war. Der Bereich war im Untersuchungszeitraum halbschattig bis absonnig und somit weniger stark besonnt als die Messstelle SE_1. Größere Gehölze sind vor allem entlang des linken Ufers vorhanden (Abbildung 19).



Abbildung 19: Schwarze Elster, SE_2, Grundräumung; in Fließrichtung 2012 vor Grundräumung (links); in Fließrichtung 2014 nach Grundräumung mit Profilaufweitung (rechts)

Die Sohlberäumung im Spätherbst 2012 führte dazu, dass bei der Probenahme im Jahr 2013 die Gewässerbreite und -tiefe deutlich größer und die Fließgeschwindigkeit erheblich verringert war (sehr starker Rückstau, nicht erkennbar fließend) im Vergleich zur Ausgangsuntersuchung. Die massive Entschlammung verhinderte im Untersuchungsjahr 2013 weitgehend die Entwicklung von Makrophyten. Bereits im Herbst 2014 war bei ansonsten gleichbleibender Struktur die Wassertiefe wieder geringer durch neu aufgelandete Feinsedimente. Die Fließgeschwindigkeit war auch 2014 sehr gering, es war keine Strömung erkennbar. Im Jahr 2015 wurde das Wehr unterhalb der Straßenbrücke um ca. 20 cm erhöht. Dadurch stieg der Wasserstand an der Messstelle SE_2 entsprechend an bei weiter verringerter Fließgeschwindigkeit.

An der Messstelle SE_3 und insbesondere flussaufwärts davon ist die Schwarze Elster durch kleinere Gehölze mäßig beschattet (absonnig), sodass sich Makrophyten und flutende Ufervegetation noch ausbreiten können (Abbildung 20). Die Dichte an flutenden Wasserpflanzen war bei der Untersuchung im Jahr 2013 höher (vor Krautung) als bei den Untersuchungen der Jahre 2012 und 2014 (nach Krautung). Ansonsten konnten keine Veränderungen (Sediment, Profil und Strömung gleichbleibend) festgestellt werden. Als oberste, für das Makrozoobenthos relevanteste Sedimentschicht kam überwiegend Schlamm bis Faulschlamm vor, der örtlich durch grobpartikuläres, organisches Material (Falllaub und abgestorbene Wasserpflanzen) bedeckt war.



Abbildung 20: Schwarze Elster SE_3 entgegen Fließrichtung; 2013 (links) und 2015 (rechts) nach Grundberäumung

Die Messstelle SE_4 liegt halbschattig durch die hohen Gehölze auf beiden Uferseiten (Abbildung 21). Es war bei allen Untersuchungen ein dichter Uferbewuchs an Hochstauden und vereinzelt an Röhrichten vorhanden. Submerse Makrophyten traten dagegen im Betrachtungszeitraum nur sehr vereinzelt auf. Es handelte sich dabei um andere Arten (z. B. *Callitriche spec.*) als an den Messstellen SE_1 bis SE_3 (überwiegend *Sparganium spec.*).



Abbildung 21: Schwarze Elster, SE_4 in Fließrichtung; im Jahr 2012 (links), im Jahr 2013 (rechts)

Durch den geschlängelten Längsverlauf und die abwechslungsreichen Uferstrukturen erscheint das Gewässer naturnäher als die Messstellen SE_2 und SE_3. Zwischen den Messstellen SE_4 und SE_5 verläuft linksseitig ein Graben (nördlich von Neudorf Klösterlich beginnend) bis nahe zur Schwarzen Elster. Dieser war an allen

Untersuchungstagen trocken liegend. Der pH-Wert und die Leitfähigkeit zeigten keine Veränderungen in diesem Bereich und es waren auch sonst keine Anzeichen für den Zutritt von saurem bzw. belasteten Wasser erkennbar.

Die Schwarze Elster ist im Bereich der Messstelle SE_5 durch einen Waldsaum stark beschattet (Abbildung 22). Vereinzelt kamen submerse Makrophyten vor, jedoch andere Arten (z. B. *Callitriche* sp.) als an den Messstellen SE_1 bis SE_3 (überwiegend *Sparganium* sp.). Auch Faulschlamm und organischer Schlamm trat nur noch lokal begrenzt auf, während Sand als Sohsubstrat großflächig dominierte. Verbreitet war die Sohle jedoch durch eine dünne Schicht von Falllaub und weitere grobpartikulären organischen Ablagerungen (CPOM) bedeckt. Vereinzelt waren die Feinwurzeln der am Ufer stehenden Bäume im Wasser flutend als Siedlungsraum für Makrozoobenthos vorhanden. Das Gewässer mit Saumstreifen macht insgesamt einen naturnahen Eindruck.

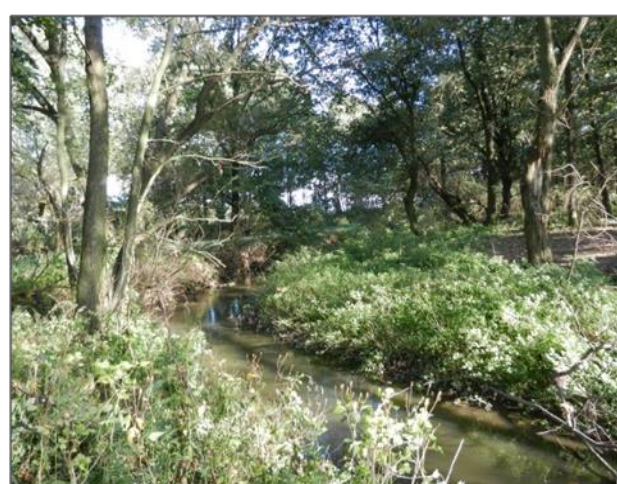


Abbildung 22: Schwarze Elster, SE_5 in Fließrichtung (links); entgegen der Fließrichtung (rechts)

An der Schwarzen Elster wurden an den Messstellen SE_1, SE_2 und SE_3 verschiedene Maßnahmen bzw. Veränderungen zu unterschiedlichen Zeiten durchgeführt. In Tabelle 3 ist dargestellt, welche Veränderungen in den einzelnen Untersuchungsjahren auftraten.

Tabelle 3: Veränderungen der Schwarzen Elster an den Messstellen vor den Probenahmen der Jahre 2012 bis 2015

MP/Jahr	2012	2013	2014	2015
SE_1	Konventionelle Krautung, kaum Makrophyten	keine Maßnahme (stark verkrautet, Profil eingeengt, hohe Strömung, naturnah)	Grundräumung, deutliche Profilaufweitung, geringe Strömung, kaum Makrophyten	deutlicher Rückstau durch Erhöhung Wehr, sonst keine Maßnahmen
SE_2	Konventionelle Krautung, zusätzlich mäßiger Rückstau	Grundräumung, starke Profilaufweitung, kaum Makrophyten, Rückstau	angepasstes Makrophyten-Management, starker Rückstau	Sehr starker Rückstau durch Erhöhung Wehr
SE_3	Konventionelle Krautung, geringe Strömung, kaum Makrophyten	keine Maßnahme (mäßig verkrautet, mäßige Strömung)	An Gewässer angepasstes Makrophyten-Management	Grundräumung mit mäßiger Profilaufweitung, kaum Makrophyten, mäßige Strömung
SE_4	keine Maßnahmen, Gewässer naturnah	keine Maßnahmen, Gewässer naturnah	keine Maßnahmen, Gewässer naturnah	keine Maßnahmen, Gewässer naturnah

4.2.2 Ergebnisse

Die gemessenen chemischen Güteparameter verbesserten sich im Längsschnitt und während des Untersuchungszeitraums leicht. Die Veränderungen sind bei günstigen sonstigen Umweltbedingungen geeignet, dass sich Metrics auf Basis des Makrozoobenthos ebenfalls leicht verbessern könnten. Dies müsste dann insbesondere an der Referenz SE_4 sichtbar werden, was nicht der Fall war. Somit können die beobachteten sprunghaften Veränderungen der ökologischen Zustandsklasse an den Messstellen auf die dort stattgefundenen Maßnahmen (Grundberäumung, Krautung bzw. Makrophytenmanagement, Vergrößerung Profil, Veränderung Fließgeschwindigkeit/Rückstau) zurückgeführt werden.

Insgesamt wird die Schwarze Elster bezüglich der organischen Belastung (Saprobie) zwischen „gut“ in frei fließenden Abschnitten bis „mäßig“ in rückgestauten bzw. langsam fließenden Bereichen bewertet. Angesichts des verbreitet vorkommenden Faulschlammes erscheint das Ergebnis zu positiv. Offensichtlich ist jedoch die Wasserbeschaffenheit besser als es die mangels Strömung abgelagerten Sedimente vermuten lassen.

Bezüglich der allgemeinen Degradation und des darin enthaltenen Parameters „Deutscher Fauna Index“ (DFI) bestehen erhebliche Differenzen zwischen den Messstellen und auch zwischen den Untersuchungsjahren. Diese Ergebnisse bestimmen die ökologische Zustandsklasse und spiegeln die Sedimentbeschaffenheit wesentlich besser als die Saprobie.

Die Messstelle SE_5 (oberhalb Dörghausen) wurde nur im Jahr 2012 untersucht. Sie wies eine deutlich bessere Sedimentbeschaffenheit (unverschlammte, feste Sohle) und viel stärkere Beschattung als die Messstellen SE_1 bis SE_3 auf. Alle ermittelten Indizes wiesen auf eine gute Gewässerbeschaffenheit hin. Die ökologische Zustandsklasse „2 - gut“ erscheint von der Gesamtbetrachtung her gerechtfertigt.

Die Zustandseinstufungen der Messstellen und der zugrundeliegenden Einzelmetrics sind in Tabelle 4 hinterlegt.

Tabelle 4: Ökologischer Zustand der Schwarzen Elster Messstelle 2012–2015

Schwarze Elster	2012	2013	2014	05/2015	09/2015
SE_1	Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse				
Einflussfaktoren	Krautung	Keine	Grundräumung	Rückstau neu	Rückstau
Ökolog. Zustandsklasse	unbefriedigend	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
Allg. Degradation	unbefriedigend	sehr gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
Saprobie	gut	gut	gut	mäßig	mäßig
Status	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert
SE_2	Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse				
Einflussfaktoren	Krautung	Grundräumung	Rückstau	Rückstau stärker	Rückstau stärker
Ökolog. Zustandsklasse	schlecht	unbefriedigend	unbefriedigend	schlecht	schlecht
Allg. Degradation	schlecht	unbefriedigend	unbefriedigend	schlecht	schlecht
Saprobie	mäßig	mäßig	gut	mäßig	mäßig
Status	gesichert	nicht gesichert	nicht gesichert	gesichert	nicht gesichert

SE_3	Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse				
Einflussfaktoren	Krautung	Keine	Krautung	Grundräumung	Grundräumung
Ökolog. Zustandsklasse	schlecht	mäßig	mäßig	schlecht	unbefriedigend
Allg. Degradation	schlecht	mäßig	mäßig	schlecht	unbefriedigend
Saprobie	gut	gut	gut	mäßig	gut
Status	nicht gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert
SE_4	Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse				
Einflussfaktoren	keine	keine	keine	keine	kein
Ökolog. Zustandsklasse	gut	gut	gut	mäßig	mäßig
Allg. Degradation	gut	gut	gut	mäßig	mäßig
Saprobie	gut	gut	gut	gut	gut
Status Saprobie	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert
SE_5	Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse				
Ökolog. Zustandsklasse	gut	-	-	-	-
Allg. Degradation	gut	-	-	-	-
Saprobie	gut	-	-	-	-
Status Saprobie	gesichert	-	-	-	-

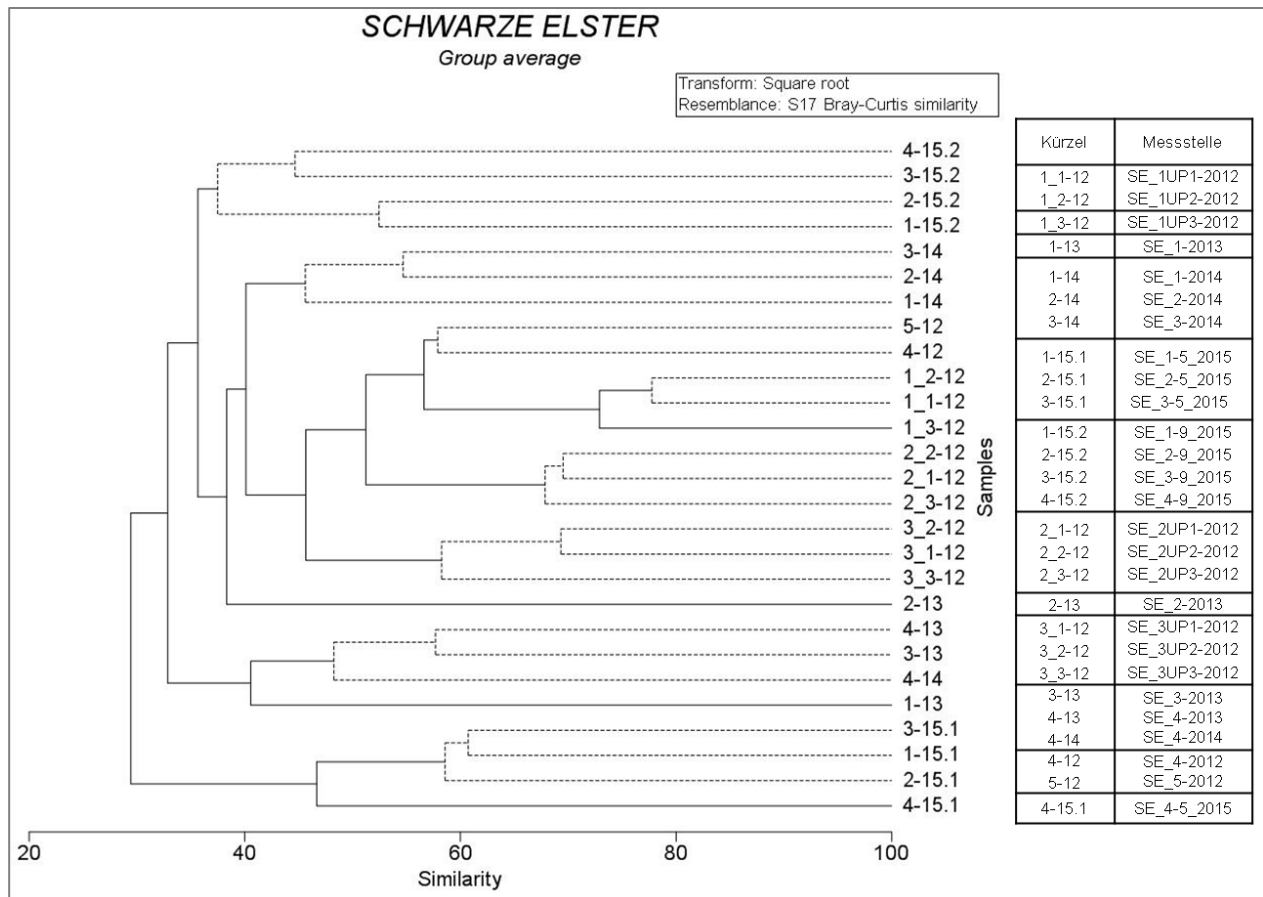


Abbildung 23: Dendrogramm der Biozönose der Schwarzen Elster

durchgezogene Linie: signifikant verschieden, gestrichelte Linie: nicht signifikant verschieden

Die Clusteranalyse fasst alle Messstellen im Herbst 2015 zusammen als nicht signifikant unterschiedlich, obwohl die Ähnlichkeit untereinander überwiegend gering ist (Abbildung 26). Bei der zweidimensionalen Darstellung kommen die großen Differenzen im Herbst 2015 zwischen den Messstellen untereinander wesentlich deutlicher zur Geltung. Die beiden vom Rückstau betroffenen Messstellen SE_1 und SE_2 stehen nah beieinander und wiesen gleichzeitig große Unterschiede zu den frei fließenden Untersuchungsstellen des Jahres 2015 und zu allen vorherigen Untersuchungen auf. Rückstau führt offensichtlich zu einer erheblichen Veränderung der Artenzusammensetzung.

Signifikant verschieden von allen weiteren Untersuchungen war die Artenzusammensetzung an der Stelle SE_1 im Jahr 2013. Die Clusteranalyse weist diese Probe getrennt aus und bei der zweidimensionalen Darstellung der MDS liegt diese Probe gegenüber (weiteste Entfernung) von den Proben, die in Rückstaubereichen entnommen wurden. Die Messstelle SE_1 wies im Jahr 2013 eine starke Verkräutung mit Profileinengung, hoher Fließgeschwindigkeit und naturnahen Gewässerstrukturen auf. Die Grundberäumung mit starker Profilaufweitung an der im Rückstaubereich eines Wehres gelegenen Messstelle SE_2 führte im Jahr 2013 zu einer signifikant unterschiedlichen Biozönose im Vergleich zu allen weiteren Proben.

Die Auswirkung der Maßnahmen an der Schwarzen Elster auf die Sedimentbeschaffenheit sowie das Makrozoobenthos und dessen Lebensraum sind zusammenfassend in Tabelle 5 dargestellt. Berücksichtigt sind dabei nur die kurzfristigen Auswirkungen (bis ein Jahr nach Maßnahme), weil bereits mittelfristige Auswirkungen meist durch neue Veränderungen überlagert wurden. Die Abflusserhöhung und -dynamisierung, die mit den durchgeführten Maßnahmen vorbereitet werden sollte, wurde im Untersuchungszeitraum nicht wirksam und ist daher auch nicht dargestellt.

Tabelle 5: Auswirkungen der Veränderungen der Schwarzen Elster im Untersuchungszeitraum auf die verschiedenen Indizes bzw. Messwerte mit besonderer Indikatorfunktion

Schwarze Elster	Krautung	Grundräumung	Erhöhter Rückstau
Trockensubstanz	Zunahme	Zunahme	starker Rückgang
Glühverlust	Rückgang	Rückgang	starke Zunahme
Schluff-Ton-Anteil	Rückgang	indifferent	Zunahme
Mittl. Fließgeschw.	Rückgang	Rückgang	starker Rückgang
% POM und Sapropel	Abnahme	Abnahme	starke Zunahme
% offener Sand	Zunahme	Zunahme	verschwinden
% Makrophyten	starker Rückgang	starker Rückgang	starke Zunahme
Ökolog. Zustandsklasse	Verschlechterung	Indifferent	starke Verschlechterung
Allg. Degradation	Verschlechterung	Indifferent	starke Verschlechterung
DFI Typ 15	Verschlechterung	Indifferent	starke Verschlechterung
Anzahl Arten	mäßiger Rückgang	mäßiger Rückgang	starker Rückgang
Individuendichte	starker Rückgang	starker Rückgang	geringer Rückgang
<i>E. danica/vulgata</i>	Verschlechterung	Verschlechterung	verschwinden beider Arten
<i>Gomphus</i> sp. Dichte	mäßiger Rückgang	Rückgang	verschwinden
<i>Heptagenia</i> sp. Dichte	Rückgang	Rückgang	verschwinden
<i>Baetis</i> sp. Dichte	Rückgang	Rückgang	verschwinden

Die Auswirkungen der Maßnahmen auf die Gewässerbewertung mittels Makrozoobenthos lassen folgende Schlüsse zu:

Die Grundberäumung von Faulschlamm und weiteren Schlamm-bänken wirkte kurzfristig positiv auf die Sedimentbeschaffenheit in Form einer Zunahme der Trockensubstanz und Abnahme des Glühverlusts. In frei fließenden Abschnitten konnte anschließend verbreitet eine oxidierte obere Sandschicht ohne Schlammauflage vorgefunden werden. Die Besiedlung durch Makrozoobenthosorganismen ging kurzfristig deutlich zurück, wobei vor allem die im Feinsediment lebenden Belastungszeiger abnahmen. Je nach Ausgangssituation konnte kurzfristig teils eine Verbesserung (in rückgestauten bzw. sehr träge fließenden Bereichen) und teils eine Verschlechterung (in frei fließenden, als mäßig bis gut bewerteten Bereichen) der ökologischen Zustandsklasse auf Basis des Makrozoobenthos beobachtet werden. Bei zu geringer Strömung (z. B. Rückstau, zu geringer Abfluss, überdimensioniertes Profil) konnte bereits innerhalb des Untersuchungszeitraums eine Rückentwicklung zum schlechten Ausgangszustand und damit keine nachhaltige Wirkung festgestellt werden. Ob sich Grundräumungen in frei fließenden Abschnitten langfristig positiv auswirken, kann erst durch Folgeuntersuchungen geklärt werden.

Vollständiges Krauten wirkte kurzfristig leicht positiv auf die Sedimentbeschaffenheit in Form einer Abnahme des Glühverlusts, einer Zunahme der Trockensubstanz und einer Zunahme frei sichtbarer, unverschlammter Sandflächen im Gewässer. Offensichtlich erfolgt bei der Krautung eine Mitentnahme von organischer Substanz und Schlamm. Die positiven Auswirkungen blieben jedoch im Rückstau von Wehren aus, wo sich aufgrund unzureichender Strömung die mit der Makrophytenentnahme aufgewirbelten Schlamm-bänke an gleicher Stelle wieder absetzten. Die Dichte der Besiedlung durch Makrozoobenthosorganismen ging durch vollständiges Krauten kurzfristig stark zurück, wobei vor allem Leitarten des Gewässertyps verschwanden und Belastungszeiger im Feinsediment eher verblieben. Die kurzfristig erhebliche Verschlechterung der ökologischen Zustandsklasse war bereits ein bis zwei Jahre nach der Maßnahme nicht mehr erkennbar. Dagegen führt regelmäßige Entkrautung durch die Mitentnahme von Sedimenten anscheinend langfristig zu kastenförmigen, eingetieften Profilen.

Die Auswirkungen eines angepassten, reduzierten Makrophytenmanagements können bisher nur unzureichend beurteilt werden, scheinen nach ersten Ergebnissen aber eher geringe Effekte auf das Makrozoobenthos und die diesbezügliche ökologische Zustandsklasse zu haben. Theoretisch sollte ein gezieltes Makrophytenmanagement mit wechselseitiger Teilkrautung zur Freihaltung einer schmalen, rasch strömenden Rinne die Leitarten erhalten und die Gewässerstruktur verbessern.

Der zunehmende Rückstau oberhalb eines erhöhten Wehres wirkte sich ausschließlich negativ auf alle betrachteten Parameter aus. Bereits ein mäßiger Rückstau führte zu einer schlechten ökologischen Zustandsklasse. Ähnlich negativ, jedoch weniger stark wirkten sich anderweitige Reduktionen der Fließgeschwindigkeit aus (z. B. Profilaufweitungen ohne Durchflusserhöhung).

Die stark beschattete Referenz SE_4 wies die stabilste Beschaffenheit sowie eine relativ hohe Artenvielfalt und Individuendichte auf. Das überwiegend sandige Substrat der Schwarzen Elster wurde ergänzt durch verschiedene Festsubstrate wie flutende Baumwurzeln, Totholz und in geringer Menge flutende Unterwasserpflanzen. Höhere Individuendichten und vergleichbar viele Leitarten traten an anderen Messstellen nur zeitweise auf, wenn die Strömung hoch und das Gewässerbett mäßig bis stark verkrautet war.

4.2.3 Schlussfolgerungen

Die bisher durchgeführten Maßnahmen (Grundberäumung, Profilvergrößerung, Makrophytenmanagement) hatten kurzfristig sehr vielschichtige und mittelfristig keine positiven Auswirkungen auf die Beschaffenheit und Zustandsbewertung der Schwarzen Elster. Die Maßnahmen waren auch überwiegend zur Vorbereitung einer Abflusserhöhung und Abflusssdynamisierung gedacht, die bis Ende des Betrachtungszeitraums (September 2015) noch nicht wirksam war.

Alle durchgeführten Untersuchungen und Auswertungen zeigen eindeutig, dass eine gute Zustandsklasse ausschließlich mit höherer, dem Gewässertyp angepasster Fließgeschwindigkeit erreicht werden kann. Nur mit ausreichender Strömung kann die Ablagerung von organischen Feinsedimenten verringert werden. Die notwendig hohe Fließgeschwindigkeit wird aktuell einerseits durch zu geringe Durchflüsse in dem vergrößerten Profil (bzw. zu großes Profil für die aktuell nur erreichbaren Durchflüsse) und andererseits durch Stau verhindert. Allein auf der kurzen Fließstrecke vom Teilungswehr Brischko bis unterhalb der Straßenbrücke nach Neudorf befinden sich drei Wehre, zwei Staubretter und eine langgezogene Gleite. Das Gewässer gleicht damit einer Kaskade von Rückstauereichen zwischen punktueller Gefällevernichtung, womit auf der Strecke das Gefälle für eine ausreichende gewässertypische Fließgeschwindigkeit fehlt.

Sehr interessant wären Nachuntersuchungen ab dem Zeitpunkt, an dem die Auswirkungen der geplanten Abflusserhöhung und -dynamisierung beobachtet werden können. Weiterer Untersuchungsbedarf besteht auch bezüglich der mittel- bis langfristigen Auswirkungen der Sedimentberäumung und des angepassten Makrophytenmanagements auf den frei fließenden Strecken der Schwarzen Elster.

Eine Beschattung bringt nur dann eine stabile und gute Zustandsklasse, wenn eine ausreichende Strömung zur Verhinderung von Verschlammung und ausreichend Festsubstrate für die Gewässerlebewesen vorhanden sind (z.B. Totholz und flutende Baumwurzeln von direkt an der Wasserlinie stehenden Bäumen). Zum Erhalt der vorhandenen Rote-Liste Arten und zur Erhöhung der Vielfalt an Lebensräumen sind besonnte Teilflächen für eine mäßige, kleinräumige Entwicklung leitbildtypischer Wasserpflanzen zu belassen. Dies fördert die an Makrophyten gebundenen Leitarten wie insbesondere Eintagsfliegenlarven sowie allgemein die Artenvielfalt.

4.3 Zwönitz

4.3.1 Beschreibung der Untersuchungsstellen

Die Zwönitz verläuft im Untersuchungsgebiet am Rande des Stadtgebietes von Altchemnitz im Wasserpark Chemnitz. Die untersuchten Abschnitte befinden sich in einem naturnahen Parkgelände, das teilweise als Flächennaturschutzgebiet ausgewiesen ist.

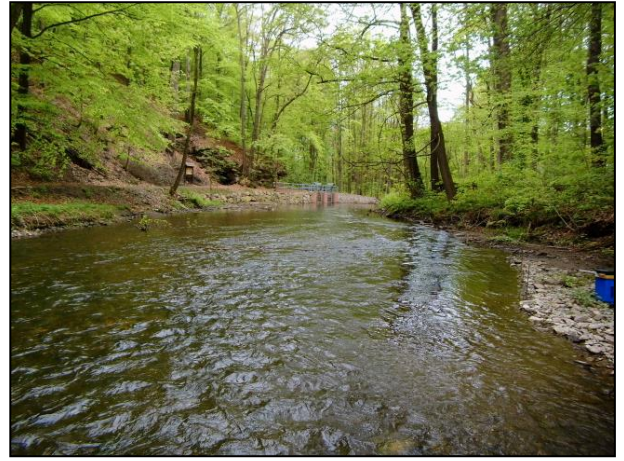


Abbildung 24: Zwönitz (ZW_1) in Fließrichtung: 2013 (links); 2015 (rechts)

Im Bereich der Probestelle ZW_1 weist die Zwönitz ein leicht eingetieftes Profil auf. Der Abschnitt befand sich bis 2013 im Rückstauereich eines zerfallenden Querbauwerks. Allerdings war schon vor Durchführung der Maßnahme kein ausgeprägter Staucharakter vorhanden (Abbildung 27). Die Ufer sind durch Steinwurf befestigt. Das Gewässer liegt in einem Auwald (v. a. Erlen).



Abbildung 25: Zwönitz (ZW_1) entgegen der Fließrichtung: 2013 (links); 2014 (rechts)

Nach der Umgestaltung des Querbauwerks war der Wasserspiegel im Untersuchungsabschnitt deutlich niedriger. Allerdings war auch der Durchfluss deutlich geringer als bei der Voruntersuchung 2013. Einzelne Querbänke ragten aus dem Wasser und es gab ausgedehntere Flachwasserbereiche.



Abbildung 26: Zwönitz (ZW_2) entgegen der Fließrichtung: 2013 (links); 2015 (rechts)

Die Stelle ZW_2 liegt in einer Ausleitungsstrecke unterhalb des umgestalteten Querbauwerkes in einem begradigten Abschnitt. Es wird allerdings nur eine geringe Wassermenge zur Speisung des Teiches entnommen. Das Gewässerbett wurde im Zuge der Umgestaltung durch aufeinanderfolgende wechselseitige und einseitige Laufverengungen wieder stärker strukturiert. Das Querbauwerk lag ca. 200 m oberhalb des Untersuchungsgebietes. Die Ufer sind durch Steinwurf befestigt. Das Gewässer liegt in einem Auwald (v. a. Erlen).

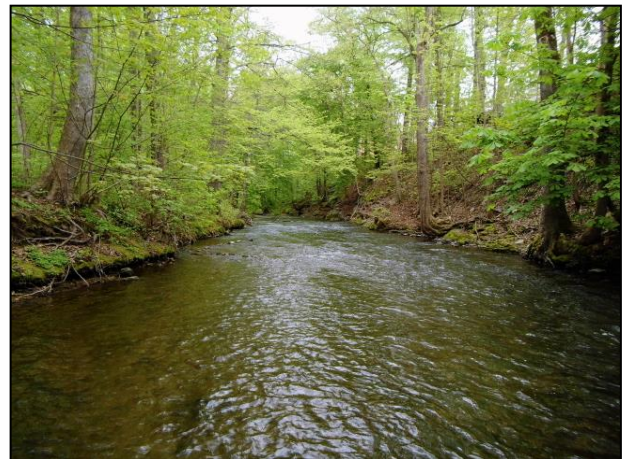


Abbildung 27: Zwönitz (ZW_3) entgegen der Fließrichtung: 2013 (links); 2015 (rechts)

Der Abschnitt um die Untersuchungsstelle ZW_3 etwa 500 m unterhalb der Messstelle ZW_1 weist ein eingetieftes Profil auf. Der Abschnitt liegt ca. 100 m unterhalb der Wiedereinleitung der Ausleitungsstrecke. Die Ufer sind durch Steinwurf befestigt. Das Gewässer liegt in einem Auwald (v. a. Erlen).

4.3.2 Ergebnisse

Für das Makrozoobenthos relevante Überschreitungen der Orientierungswerte der LAWA (2015) traten nach den Daten des LfULG im Zeitraum von 2007–2014 bei Ammonium und Nitrit auf. Eindeutige Trends einzelner Parameter sind noch nicht sichtbar. Es scheint sich aber beim Ammonium und Nitrit ab 2012 eine Verminderung der Konzentrationen abzuzeichnen. Bei den eigenen Untersuchungen war im Februar 2013 an allen Messstellen ein erhöhter Ammoniumgehalt festzustellen. Weil die leichte Entspannung der Belastungssituation bereits vor Umsetzung der Maßnahme erfolgte, hatte sie keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Makrozoobenthosuntersuchungen 2013–2015 (Tabelle 6).

Tabelle 6: Vergleich des ökologischen Zustandes von Makrozoobenthos an den Untersuchungsstellen der Zwönitz 2013–2015

Zwönitz	2013	2014	2015
ZW_1	Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse		
Ökol. Zustandsklasse	gut	gut	gut
Allg. Degradation	gut*	sehr gut	gut
Saprobie	gut	gut	gut
Status	*nicht gesichert	gesichert	gesichert
ZW_2	Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse		
Ökol. Zustandsklasse	gut	gut	gut
Allg. Degradation	gut*	sehr gut	gut
Saprobie	gut	gut	gut
Status	*nicht gesichert	gesichert	
ZW_3	Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse		
Ökol. Zustandsklasse	gut	gut	gut
Allg. Degradation	gut*	sehr gut	gut
Saprobie	gut	gut	gut
Status	*nicht gesichert	gesichert	

Im Mai 2014 wurde an allen Stellen ein „guter“ ökologischer Zustand erreicht, während sich bei der Untersuchung des LfULG im Juli 2014 an OBF44401 (= ZW_2) eine nicht abgesicherte „mäßige“ Bewertung ergab. Bei der „Allgemeinen Degradation“ zeigte sich nach Durchführung der Maßnahme 2014 an allen Untersuchungsstellen eine Verbesserung der Zustandsklasse von „gut“ zu „sehr“ gut“, die sich 2015 wieder zurück auf „gut“ entwickelte.

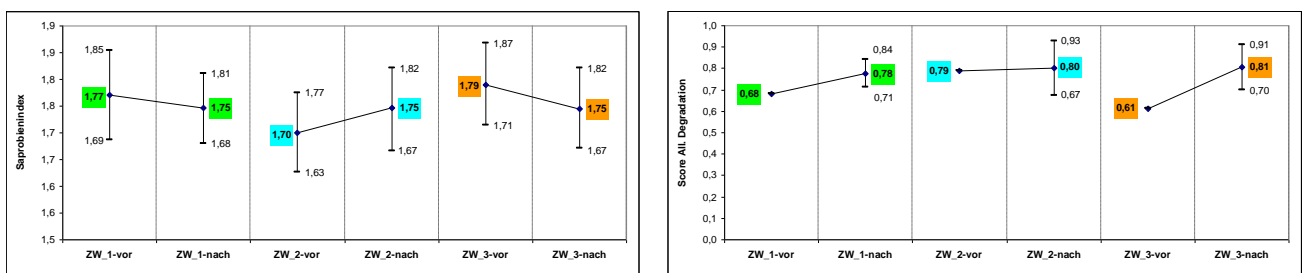


Abbildung 28: Mittelwerte und Streuungen von Saprobien- und multimetrischen Indizes

Nur die Werte der Voruntersuchung an ZW_1 und ZW_3 lagen außerhalb des Schwankungsbereiches der Werte der Nachuntersuchungen. Die deutlichste Verbesserung des multimetrischen Index trat an der Untersuchungsstelle ZW_3 unterhalb des Maßnahmenbereichs auf. Aber auch an ZW_1 (ohne Querbauwerk) war eine Verbesserung der Artenstruktur festzustellen. An ZW_1 sind Einflüsse durch die Beseitigung des leichten Rückstaus oberhalb ZW_1 nach Rückbau des Querbauwerks möglich. Im Jahr 2013 unterschied sich die Besiedlungsstruktur der Untersuchungsstelle (ZW_1) signifikant von den beiden anderen Messstellen. Die größten Anteile daran hatte das unterschiedlich starke Vorkommen von *Simulium* sp. und *Dicranota* sp.). Das im Vergleich zu den anderen beiden Untersuchungsstellen stärkere Vorkommen von *Dicranota* sp. (rheo- bis limnophil) und das geringere Vorkommen von *Simulium* sp. (rheobiont) an ZW_1 weisen auf einen stärkeren

Stillwassercharakter der Untersuchungsstelle ZW_1 im Jahr 2013 hin. Mit dem Verschwinden des leichten Rückstaus nach Umsetzung der Maßnahme zeigte die Biozönose 2014/2015 an ZW_1 dagegen keine signifikanten Unterschiede mehr zu den beiden anderen Messstellen.

Weil die Stelle ZW_2 unterhalb des Querbauwerks im Maßnahmenbereich keine signifikanten Veränderungen des multimetrischen Index zeigte, die unterhalb gelegene ZW_3 dagegen die stärksten, dürfte die Verbesserung des multimetrischen Index an ZW_1 dagegen nicht mit der Maßnahme zusammenhängen. Die Saprobienindizes nach DIN 38410-M1 (2004) zeigten allgemein nur geringfügige Differenzen. Sie lagen innerhalb des Streubereiches der Methodik.

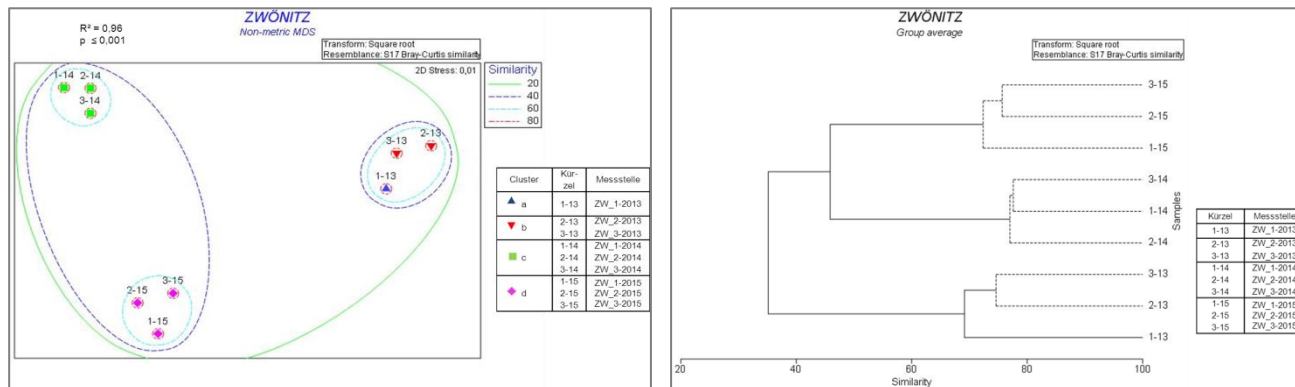


Abbildung 29: Zweidimensionale NMDS und Dendrogramm für die Biozönosen der Zwönitz

durchgezogene Linie: signifikant verschieden; gestrichelte Linie: nicht signifikant verschieden

Die Strukturen der Artengemeinschaften wiesen jährlich statistisch signifikante Unterschiede auf, dabei waren die Ähnlichkeiten zwischen 2014 und 2015 größer als gegenüber 2013. Vor der Maßnahme – Beginn 2013 – zeigte sich die Artengemeinschaft an der Referenzstelle ZW_1 signifikant verschieden von den beiden unterhalb gelegenen Messstellen. Ab 2014 waren die Besiedlungsstrukturen der drei Messstellen jahresweise so ähnlich, dass Unterschiede nicht signifikant waren.

Ob ein jahreszeitlicher Einfluss auf die Bewertungsergebnisse vorliegt und wie stark er sich gegebenenfalls ausgewirkt hat, ist nach den vorliegenden Daten nicht abschließend zu klären. Es ist nach den abgesicherten Ergebnissen im Mai 2014/2015 aber zu vermuten, dass der frühe Probenahmetermin im Februar 2013 ein Grund für die festgestellte Arten- und Individuenarmut war. Interessant ist in diesem Zusammenhang aber auch das nicht abgesicherte „mäßige“ Ergebnis des LfULG im Juli 2014, während sich bei den eigenen Untersuchungen im Mai 2014 noch ein abgesicherter „guter“ ökologischer Zustand ergab. Die Taxazahl lag im Mai noch bei 37, während im Juli nur noch 26 Taxa gefunden wurden. Auch die Zahlen einzelner Arten variierten deutlich. So waren Vertreter der *Baetis fuscatus*-Gruppe und *Serratella ignita* im Mai deutlich häufiger anzutreffen als im Juli. Im Mai 2015 lag die Gesamttaxazahl wieder nahe den Werten vom Februar 2013. Die Makrozoobenthosbiozönose der Zwönitz ist im Untersuchungsgebiet zumindest zeitweise auffällig artenarm.

4.3.3 Schlussfolgerungen

Die durchgeführten Untersuchungen des feinkörnigen (Korngröße < 2 cm) Sohlmaterials (Trockenrückstand, Glühverlust, Siebanalyse) in den Jahren 2013/2014 brachten, u. a. wegen der Schwierigkeiten bei der Entnahme einer repräsentativen Probe, keine verwertbaren Zusatzkenntnisse hinsichtlich einer eventuellen Kolmation. Die visuelle Beurteilung der Verteilung verschiedener Materialien an der Sedimentoberfläche war hier hilfreicher, weil auch die Grobmaterialien erfasst werden. Das unbehandelte Sediment war nach Augenschein an ZW_1 oberhalb des Querbauwerks vor Durchführung der Maßnahme insgesamt etwas feinkörniger

als an den anderen Messstellen. Auch der Anteil an den kleinsten Körnungen (< 1 bis < 0,063 mm) war hier 2013 am höchsten. Dies ist als Auswirkung der verringerten Fließgeschwindigkeit zu werten. Nach Beendigung der Bauarbeiten 2014 wies das Material an ZW_1 einen höheren Anteil an Grobsubstraten (Makrolithal, Mesolithal) auf. Der Anteil der kleinsten Körnungen (< 1 bis < 0,063 mm) war zurückgegangen. Dies könnte auf den verminderten Rückstau zurückzuführen sein.

Verlässliche Aussagen zu Auswirkungen der Umbaumaßnahmen auf den Strömungscharakter waren nicht möglich, weil die Durchflussmenge und damit auch die Fließgeschwindigkeiten bei den Untersuchungen 2013 deutlich höher waren als 2014 und 2015. Lediglich an ZW_2 war festzustellen, dass die Strömung wegen des verengten Fließquerschnitts trotz geringerer Wasserführung im Jahr 2015 ähnlich stark war wie 2013.

Insgesamt gesehen war die Biozönose im Untersuchungsgebiet der Zwönitz im Februar 2013 relativ arten- und individuenarm, während zum empfohlenen Untersuchungszeitpunkt im Mai 2014/2015 höhere Individuenzahlen ermittelt wurden. Der ökologische Zustand war bei den eigenen Untersuchungen oberhalb und unterhalb des Maßnahmenbereiches bereits vor Durchführung der Maßnahme mit „gut“ identisch und entspricht dem Gewässertyp. Daher waren auch keine grundlegenden Veränderungen der Makrozoobenthosbiozönose zu erwarten. Die Untersuchung des LfULG an OBF44401 (= ZW_2) im Juli 2014 ergab allerdings nur einen nicht abgesicherten „mäßigen“ ökologischen Zustand. Insgesamt gesehen waren die Bewertungen unter Berücksichtigung der Ergebnisse des LfULG über die Jahre nicht stabil und der ökologische Zustand schwankte zwischen „mäßig“ und „gut“. Die festgestellten Verbesserungen des multimetrischen Index im Untersuchungsgebiet der Zwönitz dürften allerdings eher zufälliger Natur sein und nicht mit der Maßnahme zusammenhängen. Bei der statistischen Analyse der Biozönose ergaben sich aber zumindest Hinweise auf einen stärkeren Stillwassercharakter der Untersuchungsstelle ZW_1 im Jahr 2013. Die Biozönose an ZW_1 unterschied sich vor Durchführung der Maßnahme signifikant von den beiden anderen Messstellen. Den größten Beitrag für die Unterschiede der Biozönosen leistete das gegenüber den anderen beiden Untersuchungsstellen verschieden starke Vorkommen zweier Taxa (*Simulium* sp., *Dicranota* sp.) mit unterschiedlichen Strömungspräferenzen an ZW_1. Mit dem Verschwinden des leichten Rückstaus nach Umsetzung der Maßnahme zeigte die Biozönose 2014/2015 an ZW_1 dann keine signifikanten Unterschiede mehr zu den beiden anderen Messstellen.

Der Untersuchungszeitpunkt (Frühjahr/Sommer) spielt bei Unterschieden zwischen den Biozönosen verschiedener Jahre vermutlich ebenfalls eine Rolle, weil bei der eigenen Untersuchung im Mai 2014 an ZW_2 ein besseres (abgesichertes) Ergebnis erzielt wurde als vom LfULG im Juli 2014. Das Ergebnis des LfULG war zudem nicht gesichert.

4.4 Bobritzsch

4.4.1 Beschreibung der Untersuchungsstellen

Die Bobritzsch verläuft im Untersuchungsgebiet unterhalb der Ortschaft Falkenberg in einem tiefen Muldental mit fichtenbestandenen Hängen. Die angrenzenden waldfreien Flächen werden als Äcker bewirtschaftet. Die Aue wird teilweise als Viehweide genutzt.

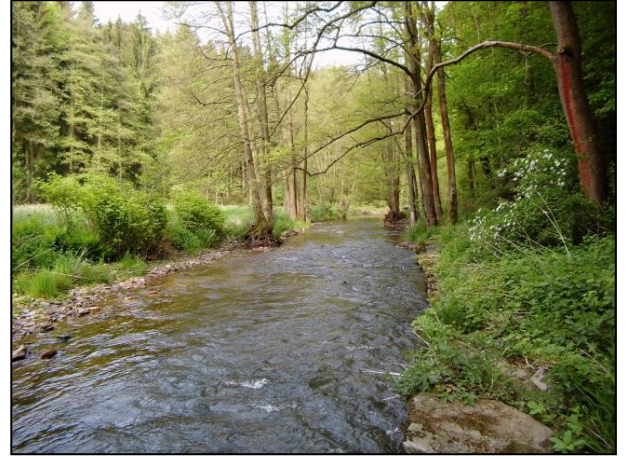


Abbildung 30: Bobritzsch (BOB_1) in Fließrichtung: 2013 (links); 2015 (rechts)

Im Bereich der Probestelle BOB_1 weist die Bobritzsch ein leicht eingetieftes Profil auf. Der Abschnitt befindet sich in einem frei fließenden Bereich ca. 130 m oberhalb des Staubereiches des ersten Querbauwerks (Abbildung 30). Die Ufer sind stellenweise durch Steinsatz befestigt. Am Gewässerrand waren links Einzelgehölze und rechts eine Galerie (v. a. Erlen) ausgebildet. Auf der linken Seite war Grünland in der Aue.



Abbildung 31: Bobritzsch (BOB_2) entgegen der Fließrichtung: 2013 (links); 2015 (rechts)

Die Stelle BOB_2 liegt in einem eingetieften Profil im Aufstaubereich des ersten Querbauwerks (raue Rampe). Am Gewässerrand waren rechts Einzelgehölze und links Wald (im Uferbereich Erlen) vor einer steilen Böschung vorhanden.



Abbildung 32: Bobritzsch, BOB_3: in Fließrichtung (links), entgegen der Fließrichtung (rechts)

Der leicht eingetieft, frei fließende Abschnitt um die Untersuchungsstelle BOB_3 vor der Salzbrücke liegt etwa 180 m unterhalb des ersten Querbauwerks. Am linken Ufer befindet sich von der Brücke stromaufwärts zunächst eine Ufermauer, die dann nach einigen Metern endet. Nach der Mauer befinden sich Einzelgehölze (Erlen) zwischen dem Gewässer und dem anschließenden Grünland in der Aue.



Abbildung 33: Bobritzsch (BOB_4) in Fließrichtung: 2013 (links); 2015 (rechts)

Der eingetieft Abschnitt um die Untersuchungsstelle BOB_4 im ehemaligen Staubereich des nun rückgebauten zweiten Querbauwerks (raue Rampe) liegt ca. 150 m unterhalb von BOB_3. Rechtsseitig befindet sich eine Wiese in der Aue neben dem Wanderweg. Auf der linken Uferseite befinden sich Einzelgehölze (Erlen) zwischen dem Gewässer und dem Grünland in der Aue.

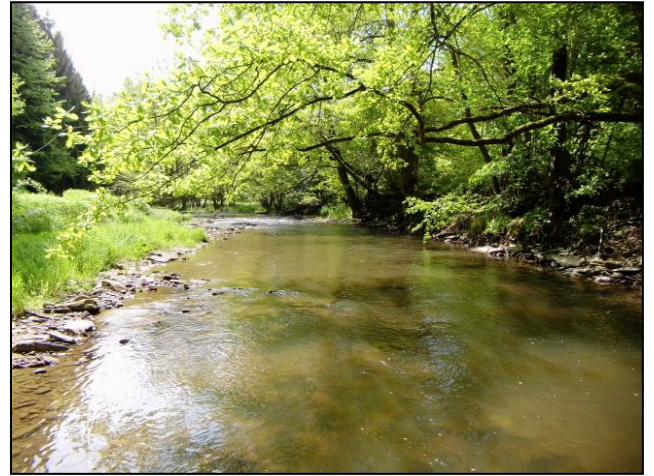


Abbildung 34: Bobritzsch (BOB_4) entgegen der Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)

Nach dem Rückbau des Querbauwerks ist der Rückstau im Untersuchungsabschnitt beseitigt. Die Wassertiefe ist nun deutlich geringer und der Abschnitt wird wieder „normal“ durchflossen.



Abbildung 35: Bobritzsch (BOB_5) entgegen der Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)

Der frei fließende Abschnitt um die Untersuchungsstelle BOB_5 liegt etwa 200 m unterhalb des zweiten Querbauwerks und weist ein etwas eingetieftes Profil auf. Rechtsseitig befindet sich eine Galerie (v. a. Erlen) neben dem Wanderweg. Die darauf folgende steile Böschung ist mit Fichten bewachsen. Auf der linken Uferseite befinden sich Einzelgehölze zwischen dem Gewässer und dem anschließenden Grünland in der Aue.

4.4.2 Ergebnisse

Die mittleren Konzentrationen von Nitrit und Ammonium haben sich an der repräsentativen Messstelle OBF33200 des LfULG seit 2011 verringert. Vor 2011 waren die Orientierungswerte der LAWA (2015) noch überschritten. Zwar können diese Veränderungen auch das Makrozoobenthos beeinflussen, die Wasserbeschaffenheit hatte sich allerdings bereits 2011 und damit vor Beginn der Maßnahme verbessert. Nach Abschluss der Maßnahme waren bis 2014 keine signifikanten Veränderungen dieser beiden Parameter mehr sichtbar. Auch die eigenen physikalisch-chemischen Untersuchungen im Untersuchungsgebiet ergaben keine Anhaltspunkte für Einflüsse der Wasserbeschaffenheit auf die Untersuchungsergebnisse des Makrozoobenthos.

Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse der Bewertung des Makrozoobenthos.

Tabelle 7: Vergleich des ökologischen Zustandes von Makrozoobenthos an den Untersuchungsstellen der Bobritzsch 2013–2015

Bobritzsch	2013	2014	2015
BOB_1	Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse		
Ökol. Zustandsklasse	sehr gut	gut	gut
Allg. Degradation	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Saprobie	sehr gut	gut	gut
BOB_2	Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse		
Ökol. Zustandsklasse	mäßig	mäßig	mäßig
Allg. Degradation	mäßig	mäßig	mäßig
Saprobie	gut	gut	gut
BOB_3	Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse		
Ökol. Zustandsklasse	sehr gut	gut	gut
Allg. Degradation	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Saprobie	sehr gut	gut	gut
BOB_4	Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse		
Ökol. Zustandsklasse	gut	gut	gut
Allg. Degradation	gut	sehr gut	sehr gut
Saprobie	gut	gut	gut
BOB_5	Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse		
Ökol. Zustandsklasse	sehr gut	gut	gut
Allg. Degradation	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Saprobie	sehr gut	gut	gut
Status	gesichert	gesichert	gesichert

Die Saprobienindices nach DIN 38410-M1 (2004) waren 2014 durchgehend etwas höher als 2013, was bei den frei fließenden Messstellen der Bobritzsch zu einer Verschlechterung des ökologischen Zustandes von „sehr gut“ zu „gut“ führte. Beide Staubereiche (BOB_2, BOB_4) zeigten 2013 einen geringfügig höheren Saprobienindex und schlechtere Bewertungen einzelner Metrics (v. a. geringerer Anteil von typischen Metarhithralarten, geringerer Anteil an Ephemeropteren, Plecopteren und Trichopteren [EPT] an der Gesamtbesiedlung) als die frei fließenden Abschnitte.

Im Jahr 2014 nach Rückbau des Wehrs an der Untersuchungsstelle BOB_4 erhöhte sich die Strömungsgeschwindigkeit im Abschnitt BOB_4 deutlich. Dieser Zustand blieb auch 2015 erhalten. Parallel mit dem Verschwinden des Staucharakters verbesserte sich die Bewertung des Moduls „Allgemeine Degradation“ von „gut“ auf „sehr gut“ und glich sich damit den frei fließenden Abschnitten an. Nur an BOB_4 (im Maßnahmenbereich) zeigte der multimetrische Index (Allg. Degradation) im Vergleich zur Voruntersuchung 2014/2015 einen deutlichen Anstieg (Abbildung 36). Dies bedeutet, dass die Besiedlung in diesem Abschnitt deutlich typgerechter geworden ist. Auch die Einzelmetrics der „Allgemeinen Degradation“ verbesserten sich 2014 nach der Maßnahme an BOB_4. Die Verbesserungen blieben auch 2015 erhalten. Dagegen blieb „mäßige“ Bewertung der „Allgemeinen Degradation“ im weiter existierenden Staubereich oberhalb des ersten Querbauwerks an

BOB_2 2014/2015 bestehen. Dies liegt an den gleichbleibenden Verhältnissen im Aufstaubereich. Die Biozönose des Makrozoobenthos entsprach hier dem Fließgewässertyp weiterhin am wenigsten.

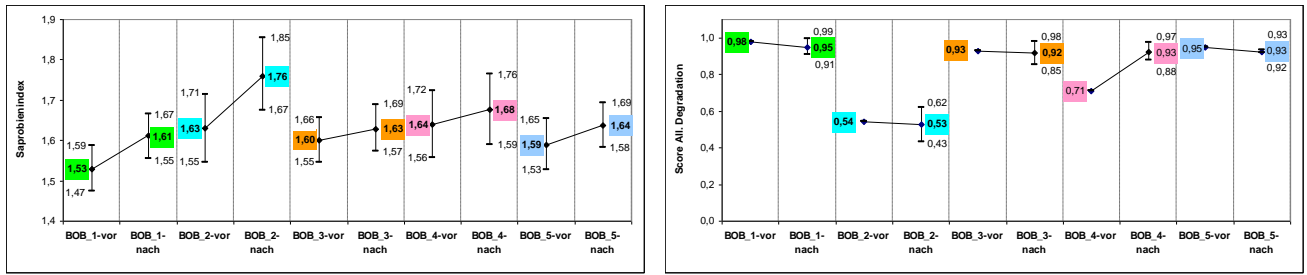


Abbildung 36: Mittelwerte und Streuungen von Saprobien- und multimetrischen Indizes

Auch die meisten Einzelmetrics der Allgemeinen Degradation im Vergleichsabschnitt BOB_2 wiesen keine Verbesserungen auf, wie sie an BOB_4 zu beobachten waren. Daher ist an BOB_4 von einer positiven Wirkung des Wehrrückbaus durch die verstärkte Strömung und den damit verbundenen Rückgang von Feinmaterial in und auf dem Gewässersediment auszugehen, die bis zum Abschluss der Untersuchungen im Jahr 2015 bestehen blieb.

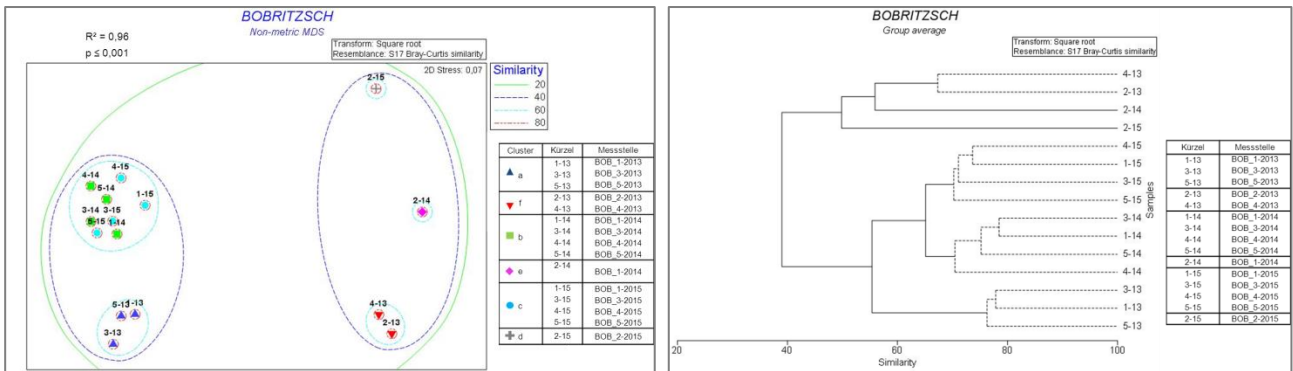


Abbildung 37: Zweidimensionale NMDS und Dendrogramm für die Biozönosen der Bobritzsch

durchgezogene Linie: signifikante Unterschiede, gestrichelte Linie: nicht signifikante Unterschiede

Die Zusammensetzung der Artengemeinschaften des Makrozoobenthos zeigte grundlegende und jährlich bestehende Unterschiede zwischen den frei fließenden und rückgestauten Bereichen, wie durch Clusteranalyse nachgewiesen und NMDS aufgezeigt werden konnte (Abbildung 37). Die frei fließenden Untersuchungsabschnitte wiesen zu einem Probenahmezeitpunkt keine signifikanten Unterschiede auf. Die Artengemeinschaften im frei fließenden Bereich oberhalb und unterhalb des Maßnahmenbereiches waren sehr ähnlich zueinander. Jedoch waren die Unähnlichkeiten zwischen allen Untersuchungsjahren signifikant. Dies bedeutet, dass die jährliche Variabilität der Zusammensetzung der Artengemeinschaften hoch war, wobei die Artenzusammensetzungen 2014 und 2015 größere Ähnlichkeiten aufwiesen als gegenüber 2013. Die beiden Staubebereiche (BOB_2 und BOB_4) waren sich in ihrer Artenzusammensetzung vor der Umsetzung der Maßnahme sehr ähnlich. Mit dem Verschwinden des Staucharacters an der Messstelle BOB_4 veränderte sich die Artengemeinschaft dort gravierend. Ab 2014 war die Artenzusammensetzung an dieser Messstelle nicht mehr signifikant verschieden von den anderen drei frei fließenden Untersuchungsstellen. Die Artengemeinschaft an der Messstelle BOB_2, die im Staubebereich verblieb, wies jährlich so große Unterschiede auf, dass diese signifikant unähnlich waren. Jedoch wurde die Artenzusammensetzung an dieser Untersuchungsstelle – im Gegensatz zu BOB_4 – den Artengemeinschaften der anderen Untersuchungsstellen nicht ähnlicher. Mittels multivariater Statistik konnte sehr gut gezeigt werden, dass sich nach Rückbau des Wehrrückbaus und somit der Wiederher-

stellung frei fließender Strömungsverhältnisse die Artengemeinschaft zu einer für diesen Gewässerabschnitt typischen Organismengemeinschaft entwickelte.

4.4.3 Schlussfolgerungen

Die durchgeführten Untersuchungen des feinkörnigen (Korngröße < 2 cm) Sohlmaterials (Trockenrückstand, Glühverlust, Siebanalyse) in den Jahren 2013/2014 brachten, u. a. wegen der Schwierigkeiten bei der Entnahme einer repräsentativen Probe, keine verwertbaren Zusatzkenntnisse hinsichtlich einer eventuellen Kolmation. Die visuelle Beurteilung der Verteilung verschiedener Materialien an der Sedimentoberfläche war hier hilfreicher, weil auch die Grobmaterialien erfasst werden. Viele typspezifische Organismen mit hohen ökologischen Ansprüchen des vorliegenden Fließgewässertyps 9 leben auf lagestabilen Hartsubstraten. Die Fließgeschwindigkeitsmessungen belegten dagegen, dass die Strömungsgeschwindigkeit im ehemaligen Staubereich durch die Beseitigung des Wehres stärker geworden ist und sich die Bedingungen denen der anderen frei fließenden Abschnitte angleichen.

Die Ergebnisse der Makrozoobenthosuntersuchungen im Untersuchungsgebiet der Bobritzsch zeigten, dass durch Beseitigung von Staubereichen mittels Rückbau von Wehren kleinräumige Verbesserungen der Besiedlungsstruktur des Makrozoobenthos möglich sind. Dies war zu erwarten, weil in Stillwasserbereichen („pools“) der Anteil von gewässertypischen, strömungsliebenden Arten geringer und der Anteil von Detritusbesiedlern höher liegt als in schnell strömenden Abschnitten („riffles“). Mit dem Verschwinden des Staucharakters an der Messstelle BOB_4 veränderte sich die Artengemeinschaft dort daher gravierend. Ab 2014 war die Artenzusammensetzung an dieser Messstelle nicht mehr signifikant verschieden von den anderen drei frei fließenden Untersuchungsstellen. Die Artengemeinschaft an der Messstelle BOB_2, die im Staubereich verblieb, wies jährlich so große Unterschiede auf, dass diese signifikant unähnlich waren. Jedoch wurde die Artenzusammensetzung an dieser Untersuchungsstelle – im Gegensatz zu BOB_4 – den Artengemeinschaften der anderen Untersuchungsstellen nicht ähnlicher. Mittels multivariater Statistik konnte daher sehr gut gezeigt werden, dass sich nach Rückbau des Wehres und somit der Wiederherstellung frei fließender Strömungsverhältnisse die Artengemeinschaft an BOB_4 zu einer für diesen Gewässerabschnitt typischen Organismengemeinschaft entwickelte. Die Verbesserungen beschränkten sich allerdings auf den Maßnahmenbereich und zeigten keine Strahlwirkung auf den unterhalb gelegenen Abschnitt.

Der ökologische Zustand in den frei fließenden Bereichen oberhalb und unterhalb der Querbauwerke war bei allen Untersuchungen identisch und entsprach dem Gewässertyp. Daher waren auch keine grundlegenden Veränderungen zu erwarten. Lediglich im ersten Stau (BOB_2) wurde beim Makrozoobenthos bei allen Untersuchungen nur ein „mäßiger“ ökologischer Zustand festgestellt und der zweite Staubereich (BOB_4) schnitt 2013 in der Bewertung schlechter ab als die drei frei fließenden Abschnitte. Auch an der repräsentativen Messstelle des LfULG (OBF33200) ergab sich bereits 2013 ein typgerechter Zustand. Im Untersuchungsgebiet sind daher hinsichtlich des Zustandes der Makrozoobenthosbiozönose in den Jahren 2013–2015 derzeit keine Maßnahmen zur Verbesserung erforderlich. Positive Entwicklungen sind dagegen hinsichtlich der Aufstiegsmöglichkeiten von Wanderfischen zu erwarten. Allerdings erst dann, wenn auch das zweite Wehr fischgängig gestaltet wird.

4.5 Zschopau

4.5.1 Beschreibung der Untersuchungsstellen

Die Zschopau verläuft im Untersuchungsgebiet in der Ortslage Wiesa meist in einem befestigten Flussbett. Die Untersuchungsabschnitte ZSCH_1 bis ZSCH_3 liegen innerhalb einer Ausleitungsstrecke. Über die Ausleitung wurde zeitweise ein erheblicher Anteil der Gesamtwassermenge aus der Zschopau entnommen.



Abbildung 38: Zschopau (ZSCH_1) entgegen der Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)

Im Bereich der Probestelle ZSCH_1 weist die Zschopau ein eingetieftes, von einer Beton- (links) bzw. Steinmauer (rechts) begrenztes Profil auf (Abbildung 38). Auf der linken Uferseite befindet sich eine Straße, rechts liegt eine Wiese mit Einzelgehölzen am Gewässerrand. Stromab schließen sich Wohnhäuser mit Gärten an. Der Bereich, an dem die Maßnahme durchgeführt werden soll, befindet sich ca. 100 m unterhalb des untersuchten Abschnitts.



Abbildung 39: Zschopau (ZSCH_2) entgegen der Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)

An der ersten Untersuchungsstelle ZSCH_2 im Maßnahmenbereich befindet sich auf der linken Uferseite die mit einer Betonmauer gesicherte Straße. Rechtsseitig liegen Wohngebäude mit kleinen Gärten hinter einer mit Steinsatz gesicherten Uferböschung (Abbildung 39). 2014 wurde hier die Baustraße errichtet. Der Fließquerschnitt wurde dadurch eingengt. Durch die Bauarbeiten wurde zeitweise mineralisches Feinsediment eingetragen.



Abbildung 40: Zschopau (ZSCH_3) in Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)

Der Abschnitt um die Untersuchungsstelle ZSCH_3 liegt ebenfalls im Maßnahmenbereich und nur ca. 30–40 m unterhalb der Messstelle ZSCH_2. Auf der linken Uferseite befindet sich wieder die mit einer Betonmauer gesicherte Straße. Rechtsseitig liegen die Wohngebäude mit kleinen Gärten hinter der mit Steinsatz gesicherten Uferböschung (Abbildung 40). Seit 2014 befindet sich hier auch die Baustraße innerhalb des Fließquerschnitts. Durch die Bauarbeiten wurde ebenfalls zeitweise mineralisches Feinsediment eingetragen.



Abbildung 41: Zschopau (ZSCH_4) entgegen der Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)

Die Gewässerstrecke um die Untersuchungsstelle ZSCH_4 liegt etwa 800 m unterhalb der Messstelle ZSCH_3 und ca. 300 m unterhalb der Wiedereinleitung des ausgeleiteten Wassers. Direkt oberhalb des Untersuchungsabschnitts fanden am linken Ufer Bauarbeiten im Gewässerbereich statt. Durch die Bauarbeiten wurde am linken Ufer zeitweise mineralisches Feinsediment eingetragen. Das rechte Ufer neben der Straße war mit einer Betonmauer und das linke Ufer vor den angrenzenden Gärten mit einem Steinsatz befestigt (Abbildung 41).

4.5.2 Ergebnisse

Für das Makrozoobenthos relevante Überschreitungen von Orientierungswerten der LAWA (2015) traten im Zeitraum 2007–2014 an der repräsentativen Messstelle OBF34910 nur einmal 2011 auf. Eindeutige Trends einzelner Parameter waren nicht sichtbar. Auch die eigenen physikalisch-chemischen Untersuchungen ergaben keine Anhaltspunkte für Einflüsse der Wasserbeschaffenheit auf die Untersuchungsergebnisse des Makrozoobenthos. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Tabelle 8: Vergleich des ökologischen Zustandes von Makrozoobenthos an den Untersuchungsstellen der Zschopau 2013–2015

Zschopau	2013	2014	2015
ZSCH_1	Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse		
Ökol. Zustandsklasse	gut (nicht gesichert)	gut	gut
Allg. Degradation	gut (nicht gesichert)	gut	gut
Saprobie	gut	gut	gut
ZSCH_2	Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse		
Ökol. Zustandsklasse	gut (nicht gesichert)	mäßig	gut
Allg. Degradation	gut (nicht gesichert)	mäßig	gut
Saprobie	gut	gut	gut
ZSCH_3	Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse		
Ökol. Zustandsklasse	mäßig (nicht gesichert)	gut	gut
Allg. Degradation	mäßig (nicht gesichert)	sehr gut	gut
Saprobie	gut	gut	gut
ZSCH_4	Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse		
Ökol. Zustandsklasse	gut	gut	gut
Allg. Degradation	gut	gut	gut
Saprobie	gut	gut	gut

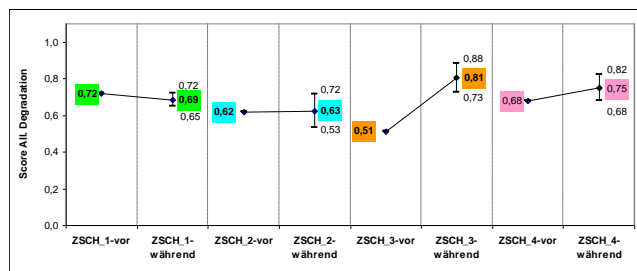
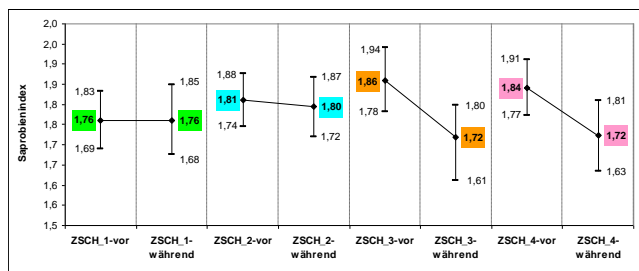


Abbildung 42: Mittelwerte und Spannweiten von Saprobien- und multimetrischen Indizes

Die Biozönose war im Jahr 2013 an den Messstellen in der Ausleitstrecke (ZSCH_1 bis ZSCH_3) arten- und individuenärmer als an ZSCH_4 (mit voller Wassermenge). Die Untersuchungen fanden 2013 einige Wochen nach dem starken Hochwasser Ende Mai statt. Möglicherweise hatte sich die Biozönose davon noch nicht vollständig erholt. Bei den Untersuchungen 2014 wurden allgemein höhere Taxa- und Individuenzahlen ermittelt, während vor allem an den Untersuchungsstellen in der Ausleitungsstrecke (ZSCH_1 bis ZSCH_3) die Taxazahl 2014 teilweise deutlich höher war. Im Jahr 2015 war die Biozönose zumeist wieder artenärmer als 2014. Allerdings wurde an ZSCH_4 immer die höchste Individuendichte ermittelt. Auch die mittlere Taxazahl war hier am größten. Weitere wesentliche Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Jahre 2013 und 2014 traten vor allem bei den Werten der Core-Metrics der „Allgemeinen Degradation“ auf. Die Entwicklung bei diesem Modul war an den nur ca. 30 m entfernten Abschnitten ZSCH_2 und ZSCH_3 im Vergleich der beiden Jahre unerwarteterweise gegenläufig. An ZSCH_2 verschlechterte sich die Bewertung von 2013 zu 2014, während sie an ZSCH_3 um eine Stufe besser wurde. Im Jahr 2015 glich sich die Bewertung an ZSCH_2 und ZSCH_3 wieder an und war an beiden Stellen „gut“. An ZSCH_4 unterhalb der Ausleitung waren die Unter-

schiede deutlich geringer. Hier wurde durchgehend und abgesichert die ökologische Zustandsklasse „gut“ erreicht. Die Saprobienindizes nach DIN 38410-M1 (2004) zeigten allgemein nur geringe Differenzen und waren mit „gut“ bewertet. Die Änderungen beim Saprobienindex während der Umsetzung der Maßnahme im Vergleich zur Voruntersuchung lagen innerhalb des Schwankungsbereichs und waren daher nicht signifikant. An der Referenzstelle ZSCH_1 und der ersten Stelle im Maßnahmenbereich (ZSCH_2) waren nur kleinere Änderungen der multimetrischen Indizes festzustellen, während vor allem an ZSCH_3, aber auch ZSCH_4 deutliche Verbesserungen auftraten. Nur an der zweiten Messstelle im Maßnahmenbereich ZSCH_3 lag das Ergebnis der Voruntersuchung außerhalb des Streuungsbereiches der beiden Untersuchungen während der Baumaßnahme.

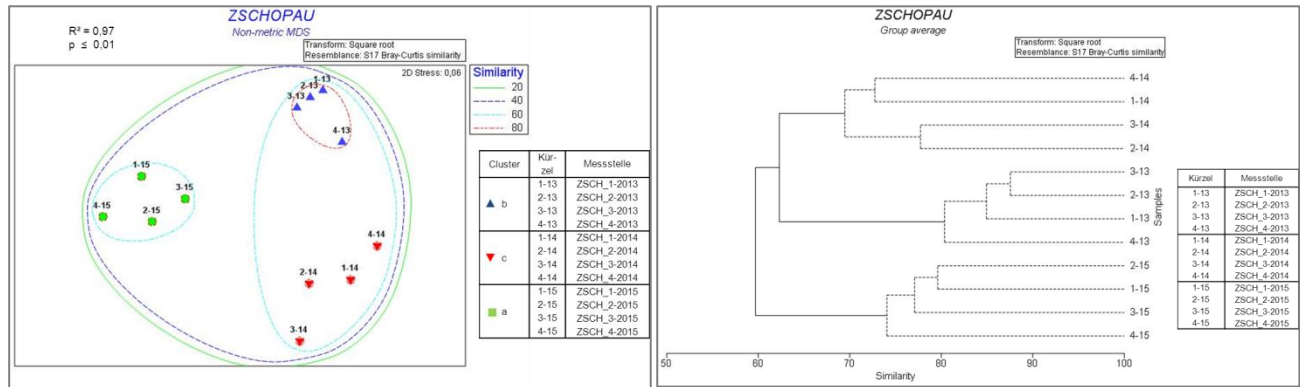


Abbildung 43: Zweidimensionale NMDS und Dendrogramm für die Biozösen der Zschopau

durchgezogene Linie: signifikante Unterschiede, gestrichelte Linie: nicht signifikante Unterschiede

Hinsichtlich der Besiedlungsstruktur des Makrozoobenthos waren Unterschiede zwischen allen vier Messstellen zu einem Untersuchungszeitpunkt nicht signifikant, hingegen waren sie zwischen allen drei Untersuchungsjahren signifikant. Die jährlichen Variabilitäten in der Artenzusammensetzung spielten demnach eine größere Rolle als die Baumaßnahmen, weil sich auch die Referenzmessstelle jährlich signifikant unterschied und gleichzeitig keine signifikanten Effekte auf Abschnitte im und unterhalb des Maßnahmenbereiches gezeigt werden konnten. Weil die Baumaßnahmen zur Probenahme 2015 noch nicht abgeschlossen waren, kann über Auswirkungen der Maßnahme durch diese Untersuchung nichts ausgesagt werden.

4.5.3 Schlussfolgerungen

Weil im Untersuchungsgebiet an der Zschopau die Baumaßnahmen zum Abschluss der Untersuchungen im Juli 2015 noch nicht beendet waren, kann derzeit keine Bewertung der Auswirkungen der Maßnahme erfolgen. Es zeigten sich dennoch einige interessante Befunde.

Die durchgeführten Untersuchungen des feinkörnigen (Korngröße < 2 cm) Sohlmaterials (Trockenrückstand, Glühverlust, Siebanalyse) in den Jahren 2013/2014 brachten, u. a. wegen der Schwierigkeiten bei Entnahme einer repräsentativen Probe, keine verwertbaren Zusatzkenntnisse hinsichtlich einer möglichen Kolmation. Die Fließgeschwindigkeitsmessungen belegten, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Maßnahmenbereich ZSCH_2 und ZSCH_3 durch die Verengung des Fließquerschnitts während der Baumaßnahmen stärker geworden ist.

Die Biozönose des Makrozoobenthos war im Jahr 2013 an den Messstellen in der Ausleitstrecke (ZSCH_1 bis ZSCH_3) arten- und individuenärmer als an ZSCH_4 (mit voller Wassermenge). Die Ergebnisse der ersten Probenahme einige Wochen nach dem Hochwasser im Jahr 2013 waren an allen Untersuchungsstellen innerhalb der Ausleitstrecke (ZSCH_1 bis ZSCH_3) nicht abgesichert. An ZSCH_4 wurde immer die höchste

Individuendichte ermittelt. Auch die Taxazahl lag hier konstant ≥ 40 , während sie an den Messstellen innerhalb der Ausleitungsstrecke (ZSCH_1 bis ZSCH_3) im Minimum deutlich unter 40 blieb. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass der Durchfluss und damit auch die Strömungsgeschwindigkeiten vor allem bei höherer Wasserführung außerhalb der Ausleitungsstrecke an ZSCH_4 weniger stark variieren. Niedrigwassersituationen mit geringeren Fließgeschwindigkeiten wirken sich hier wegen der höheren Wasserführung möglicherweise nicht so stark aus.

Die Ergebnisse beim Modul „Allgemeine Degradation“, das auch die Gewässerstruktur widerspiegelt, waren in den dicht beieinander gelegenen und morphologisch nahezu identischen Untersuchungsabschnitten ZSCH_2 und ZSCH_3 überraschenderweise gegenläufig. An ZSCH_2 ergab sich 2013 eine nicht abgesicherte „gute“ Bewertung, während 2014 im Bereich der Baustelle nur eine „mäßige“ Bewertung erzielt wurde. An der zweiten Messstelle im Maßnahmenbereich (ZSCH_3) war die Entwicklung genau entgegengesetzt. Die gegenläufige Entwicklung zeigt damit, wie variabel die Ergebnisse selbst in dicht beieinander gelegenen und morphologisch nahezu identischen Untersuchungsabschnitten sein können. Dies insbesondere dann, wenn die Individuenzahlen der Indikatororganismen wie im Jahr 2013 gering sind. Im Jahr 2015 glich sich die Bewertung an ZSCH_2 und ZSCH_3 wieder an und war an beiden Stellen „gut“. An der Zschopau dürften sich aufgrund der bisher vorliegenden Ergebnisse nach Abschluss der Maßnahmen keine größeren Veränderungen (Strömung, Makrozoobenthosbiozönose, Sohlsubstrat) des derzeitigen Zustandes ergeben. Der ökologische Zustand war in den Bereichen oberhalb und unterhalb des Maßnahmenbereiches mit „gut“ identisch und entspricht dem Gewässertyp. Maßnahmen zur großräumigen Verbesserung sind daher nach den vorliegenden Ergebnissen nicht erforderlich.

Die multivariate Analyse der Besiedlungsstrukturen des Makrozoobenthos zeigte überraschenderweise keine Effekte der Baumaßnahmen an den Messstellen ZSCH_2 und ZSCH_3 gegenüber der Referenzstelle ZSCH_1 und der unterhalb der Ausleitstelle gelegenen Messstelle ZSCH_4. Alle vier Messstellen wiesen zu einem Probenahmezeitpunkt eine große Ähnlichkeit in ihrer Besiedlungsstruktur auf, sodass Unterschiede nicht signifikant waren. Hingegen waren die Unterschiede zwischen allen Jahren signifikant (Abbildung 43).

4.6 Wuischker Wasser

4.6.1 Beschreibung der Untersuchungsstellen

Das Wuischker Wasser verläuft im Untersuchungsgebiet oberhalb von Kleinjenkwitz in einer flachen Aue.



Abbildung 44: Wuischker Wasser (WUI_1) in Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)

Im Bereich der Probestelle WUI_1 weist das hier frei fließende Wuischker Wasser ein stark eingetieftes Erosionsprofil mit Uferabbrüchen auf (Abbildung 44). Der Abschnitt befindet sich ca. 200 m oberhalb des Wehres. Die Ufer sind stellenweise durch Steinwurf befestigt. Das Gewässer ist hier von landwirtschaftlich genutzten Flächen umgeben. Es ist nur ein schmaler, teilweise lückiger Saumstreifen vorhanden, der von Einzelgehölzen gesäumt ist.



Abbildung 45: Wuischker Wasser (WUI_2) entgegen der Fließrichtung 2013 (links); 2015 (rechts)

Die Stelle WUI_2 liegt eingetieft direkt im Staubereich vor dem Wehr. Die Fließgeschwindigkeit war hier 2014 stark vermindert. Die Ufer sind sehr vereinzelt durch Steinwurf befestigt. Oberhalb der Böschung auf der rechten Seite verläuft ein unbefestigter Feldweg. Auf der linken Uferseite befindet sich Grünland. Im Uferbereich finden sich beidseitig nur Einzelgehölze (Abbildung 45).



Abbildung 46: Wuischker Wasser (WUI_3) in Fließrichtung (links); entgegen der Fließrichtung (rechts)

Der Abschnitt um die Untersuchungsstelle WUI_3 liegt etwa 400 m unterhalb des Wehres. Die Gewässerstrecke weist ein deutlich eingetieftes Profil auf. Vor diesem Abschnitt fließen zwei kleinere Nebengewässer links- und rechtsseitig zu. Die Ufer sind stellenweise durch Steinwurf (rechts auch längere Strecken) befestigt. Das Gewässer liegt zwischen Gebäuden mit angrenzenden Gärten vor einer Straßenbrücke. Rechtsseitig befindet sich eine größere Rasenfläche. Auf der linken Uferseite ist eine recht steile Böschung ausgeprägt. An den Ufern findet sich nur ein schmaler, lückiger Saumstreifen aus einzelnen Bäumen und Gehölzen (Abbildung 46).

4.6.2 Ergebnisse

Die mittleren Konzentrationen von Nitrit und Ammonium haben sich an der repräsentativen Messstelle OBF23510 des LfULG seit 2010 verringert. 2014 waren wieder höhere Werte zu verzeichnen. Zwar können diese Veränderungen auch das Makrozoobenthos beeinflussen, die Wasserbeschaffenheit hatte sich allerdings bereits 2010 und damit vor Beginn der Untersuchungen verbessert. Auch die physikalisch-chemischen Untersuchungen ergaben keine Anhaltspunkte für Einflüsse der Wasserbeschaffenheit auf die Untersuchungsergebnisse des Makrozoobenthos. Die Zusammenfassung der Ergebnisse findet sich in Tabelle 9.

Tabelle 9: Vergleich des ökologischen Zustandes von Makrozoobenthos an den Untersuchungsstellen des Wuischker Wassers 2013–2015

Wuischker Wasser	2013	2014	2015
WUI_1	Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche		
Ökol. Zustandsklasse	gut	mäßig	mäßig
Allg. Degradation	gut	mäßig	mäßig
Saprobie	gut	gut	gut
Versauerung	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Status	gesichert	gesichert	gesichert
WUI_2	Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche		
Ökol. Zustandsklasse	gut	mäßig	mäßig
Allg. Degradation	gut	mäßig	mäßig
Saprobie	gut	gut	mäßig
Versauerung	mäßig	gut	gut
Status	nicht gesichert	gesichert	nicht gesichert
WUI_3	Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche		
Ökol. Zustandsklasse	mäßig	gut	mäßig
Allg. Degradation	mäßig	gut	mäßig
Saprobie	gut	gut	gut
Versauerung	gut	sehr gut	gut
Status	gesichert	gesichert	gesichert

Die Bewertungsergebnisse am Wuischker Wasser zeigten im Jahresverlauf 2013–2015 deutliche Veränderungen, obwohl die Maßnahme nicht durchgeführt wurde. So ergaben sich im Jahr 2014 gegenüber dem Vorjahr an allen Stellen abweichende Ergebnisse. Die Entwicklungen an den einzelnen Untersuchungsstellen war an der Referenzstelle WUI_1 und im Staubereich WUI_2 gegenläufig zu der unterhalb des Staubereiches WUI_3. Deutliche Unterschiede traten an allen Untersuchungsstellen bei einigen Werten der Core-Metrics der „Allgemeinen Degradation“ auf. Bei der Untersuchung 2014 wurden im und unterhalb des Staubereiches des Wehrs (WUI_2, WUI_3) höhere Taxazahlen und Individuendichten gefunden. Auch bei der abschließenden Untersuchung 2015 traten insbesondere an WUI_3 gegenüber 2014 abweichende Ergebnisse von Einzelmetrics (v. a. Faunaindex, Anteil Hyporhithralarten) auf, die zu einer Verschlechterung des Gesamtergebnisses führten. 2015 wurden an allen Untersuchungsstellen wieder deutlich weniger Taxa gefunden als 2014.

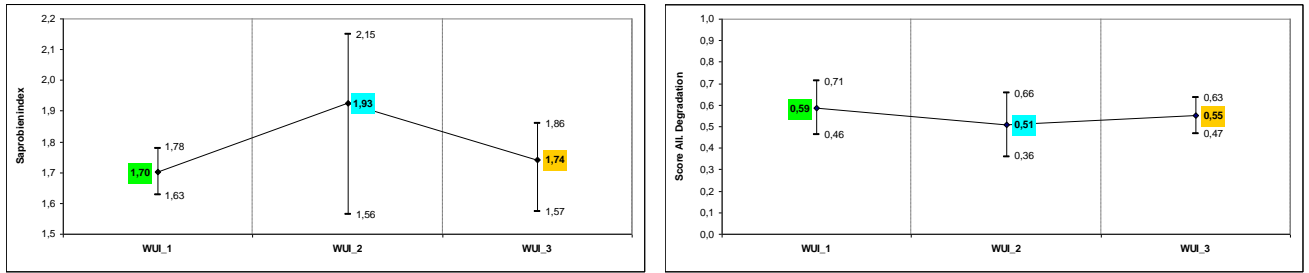


Abbildung 47: Mittelwerte und Spannweiten von Saprobien- und multimetrischen Indizes

Die Saprobienindizes im Staubereich WUI_2 zeigten im Untersuchungszeitraum die stärksten Unterschiede (Abbildung 47). Ursache war hier die unterschiedliche Ausprägung des Sohlmaterials (2013 Sand, 2014/2015 überwiegend FPOM mit CPOM) mit entsprechender Zunahme von Arten mit höherem Saprobiewert.

Die multimetrischen Indizes zeigten ebenfalls an WUI_2, aus denselben Gründen, die stärkste Streuung (Abbildung 47). Aber auch die Werte an der Referenzstelle WUI_1 und die der unterhalb des Wehrs gelegenen Untersuchungsstelle WUI_3 schwankten beträchtlich. Die natürlichen Schwankungen in der Besiedlungsstruktur des Makrozoobenthos führten im Untersuchungszeitraum an allen drei Stellen zu Veränderungen der ökologischen Zustandsklasse. Auch bei den Untersuchungen des LfULG an OBF23511 waren vergleichbare Schwankungen zu beobachten.

Die multivariate statistische Auswertung der Taxalisten zeigte signifikante Unterschiede der Besiedlungsstrukturen zwischen den frei fließenden Abschnitten (WUI_1 und WUI_3) und dem Rückstaubereich (WUI_2). Signifikant verschieden waren ebenfalls die Zusammensetzungen der Artengemeinschaften zwischen 2013 und den beiden Folgejahren, jeweils für frei fließende Bereiche und eingestauten Bereich. Zwischen 2014 und 2015 gab es keine signifikanten Unterschiede in der Besiedlungsstruktur innerhalb der frei fließenden Messstellen, ebenso an der Messstelle im Staubereich (Abbildung 48).

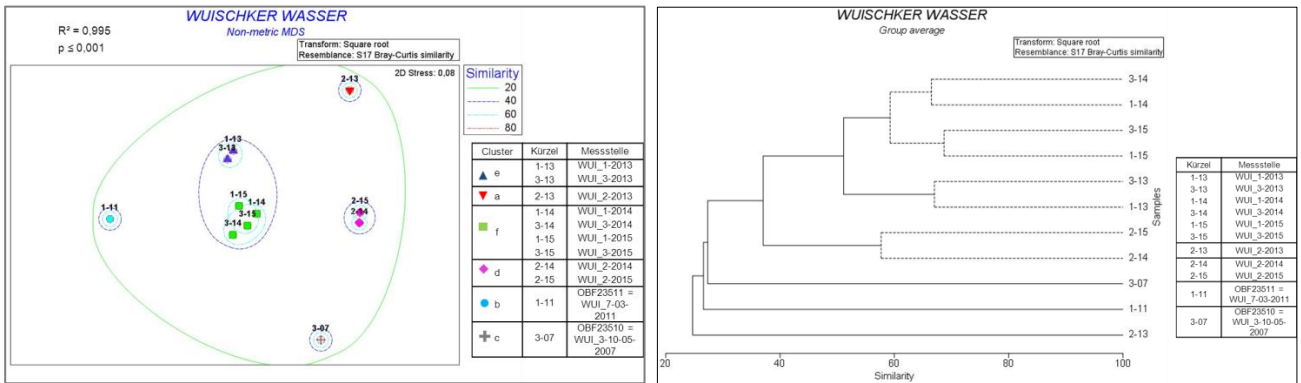


Abbildung 48: Zweidimensionale NMDS und Dendrogramm für die Biozönosen des Wuischker Wassers

durchgezogene Linie: signifikant, gestrichelte Linie: nicht signifikant

Weil am Wuischker Wasser im Untersuchungszeitraum keine Maßnahme umgesetzt wurde, werden die signifikanten Effekte zwischen den ersten beiden Jahren, die zudem an allen drei Messstellen auftraten, auf andere Einflüsse zurückgeführt, die an dieser Stelle jedoch nicht identifiziert werden können.

4.6.3 Schlussfolgerungen

Die durchgeführten Untersuchungen des feinkörnigen (Korngröße < 2 cm) Sohlmaterials (Trockenrückstand, Glühverlust, Siebanalyse) in den Jahren 2013/2014 brachte, trotz Schwierigkeiten bei Entnahme einer repräsentativen Probe, einige Erkenntnisse hinsichtlich einer möglichen Kolmation bzw. Anreicherung von organischen Feinmaterial. So war der Glühverlust im Staubereich an WUI_2 im Jahr 2014 am höchsten und die Feinstfraktion (Schluff/Ton) hatte am stärksten zugenommen. Diese Kenntnisse traten allerdings schon bei der visuellen Beurteilung der Substratverteilung an der Sedimentoberfläche deutlich zu Tage. Darüber hinaus werden bei der visuellen Einschätzung auch die Grobmaterialien erfasst. Viele typspezifische Organismen mit hohen ökologischen Ansprüchen des vorliegenden Fließgewässertyps 5 leben auf lagestabilen Hartsubstraten. Einziges Manko ist hier der größere subjektive Einfluss des Bearbeiters auf die Daten.

Die Fließgeschwindigkeitsmessungen belegten, dass insbesondere die Strömungsgeschwindigkeit im Staubereich WUI_2 im Jahr 2013 durchflussbedingt erheblich höher war als 2014/2015. Die Fließgeschwindigkeit 20 % über Grund betrug hier nur 0,05 bzw. 0,11 m/s, was zu einer erheblichen Abnahme der Schleppkraft des Wassers führte. Dies geht einher mit der beobachteten starken Ansammlung von organischem Feinmaterial in den Jahren 2014/2015, die an dieser Stelle zu deutlichen Veränderungen bei der Besiedlung mit Makrozoobenthos führten. Im Jahr 2013 konnten an WUI_2 bei einer mittleren Fließgeschwindigkeit von 0,34 m/s lediglich starke Sandablagerungen beobachtet werden. Die Turbulenz des Wassers reichte hier nicht aus, um den Sand aufzuwirbeln, damit er über das Wehr geschwemmt werden kann, aber das leichtere organische Material wurde verdriftet. An den frei fließenden Abschnitten WUI_1 und WUI_3 waren dagegen in allen drei Jahren keine Detritusablagerungen zu finden, die einen Flächenanteil > 5 % erreichten. Die mittleren Fließgeschwindigkeiten lagen hier 20 % über Grund mit 0,19 bis 0,78 m/s deutlich höher als an WUI_2. Es ist also davon auszugehen, dass sich bei einer Entfernung des Wehrs an WUI_2 in diesem Abschnitt ebenfalls kein organisches Feinmaterial mehr ablagern kann. Es sollte aber darauf geachtet werden, dass der Gefälleunterschied nicht auf einer zu kurzen Strecke abgebaut wird, weil im Oberlauf im Abschnitt WUI_1 bereits eine erhebliche Eintiefung und Seitenerosion im überwiegend lehmig-tonig geprägten Bodenmaterial an den Ufern zu beobachten ist.

Die Ergebnisse der Makrozoobenthosuntersuchungen zeigen, wie variabel die Ergebnisse in einzelnen Jahren sein können, selbst wenn sich Gewässermorphologie, Wasserbeschaffenheit und Zustand des Querbauwerks nicht verändert haben. Insbesondere die Durchflussverhältnisse v. a. bei Hochwasser spielen im Wuischer Wasser eine bedeutende Rolle, weil sich insbesondere im Oberlauf an WUI_1 Erosions- und im Staubereich an WUI_2 Sedimentationsprozesse mit Einfluss auf die Makrozoobenthosbesiedlung abspielen. Die natürlichen Schwankungen in der Besiedlungsstruktur des Makrozoobenthos führten im Untersuchungszeitraum an allen drei Stellen zu Veränderungen der ökologischen Zustandsklasse. Auch bei den Untersuchungen des LfULG an OBF23511 waren vergleichbare Schwankungen zu beobachten. Dies mahnt zur Vorsicht bei der Bewertung des Erfolgs von vorgenommenen Maßnahmen lediglich auf Basis der Ergebnisse von Einzeluntersuchungen.

Die natürlichen Schwankungen der Besiedlungsstruktur zeigten ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen 2013 und den beiden Folgejahren. Deutlich – und signifikant – verschieden waren in allen Untersuchungsjahren erwartungsgemäß die Besiedlungsstrukturen zwischen frei fließenden Bereichen und dem gestauten Abschnitt. Die Messstellen oberhalb und unterhalb des Staubereichs waren sich in ihrer Besiedlungsstruktur sehr ähnlich. Jährliche signifikante Unterschiede zwischen 2014 und 2015 in den Artenzusammensetzungen traten nicht auf.

Im Aufstaubereich (WUI_2) ist nach Durchführung der Maßnahme (Wehrrückbau), ähnlich wie im Fall der Bobritzsch, eine Angleichung an die in den frei fließenden Abschnitt herrschenden Verhältnisse (Strömung, Makrozoobenthosbiozönose) zu erwarten. Die Veränderungen werden sich aber vermutlich ebenfalls auf den Aufstaubereich beschränken.

5 Auswirkung von Maßnahmen

Die Auswirkungen der Maßnahme an der Zwönitz (Umbau des Querbauwerks) sollten mit weiteren Maßnahme an der Bobritzsch und des Wuischker Wassers (jeweils kompletter Rückbau eines Querbauwerks) verglichen werden. Die Einbeziehung des Wuischker Wassers war aber wegen der Verzögerungen bei der Maßnahmenumsetzung nicht möglich.

Der nur leichte Staucharakter am Abschnitt ZW_1 der **Zwönitz** bewirkte im Vergleich zu den frei fließenden Abschnitten keine merklich schlechtere Bewertung der „Allgemeinen Degradation“, während die beiden Rückstauabschnitte BOB_2 und BOB_4 an der **Bobritzsch** im Vergleich zu den frei fließenden Bereichen schlechter abschnitten. Wenn der Rückstau beseitigt wurde, glichen sich die Biozönosen denen der frei fließenden Abschnitte in beiden Fällen schnell an. Es kam allerdings jeweils nur zu kleinräumigen Verbesserungen der Besiedlungsstruktur.

An den Untersuchungsstellen der **Bobritzsch** waren die Saprobienindizes nach DIN 38410-M1 (2004) im Jahr 2014/2015 durchgehend etwas höher als 2013, was bei den frei fließenden Messstellen 2014 zu einer Verschlechterung des ökologischen Zustandes von „sehr gut“ zu „gut“ führte. Ein Zusammenhang mit der Maßnahme besteht nicht. Im Jahr 2014 nach Rückbau des Wehrs an der Untersuchungsstelle BOB_4 verbesserte sich das Ergebnis des Moduls „Allgemeine Degradation“ von „gut“ auf „sehr gut“ und glich sich damit den frei fließenden Abschnitten an. Die verbesserte Bewertung hatte auch 2015 Bestand. Im 2014/2015 weiterhin vorhandenen Staubereich oberhalb des ersten Querbauwerks an BOB_2 blieb die „mäßige“ Bewertung der „Allgemeinen Degradation“ dagegen bestehen. Die Biozönose des Makrozoobenthos entsprach hier dem Fließgewässertyp am wenigsten. Weil die meisten Metrics des Moduls „Allgemeine Degradation“ im Vergleichsabschnitt BOB_2 in den Jahren 2014/2015 keine Verbesserungen aufwiesen und die „mäßige“ Gesamtbewertung dort bestehen blieb, ist an BOB_4 von einer nachhaltigen positiven Wirkung des Wehrrückbaus auszugehen. Die Ergebnisse der Makrozoobenthosuntersuchungen im Untersuchungsgebiet der Bobritzsch zeigten, dass durch Beseitigung von Staubereichen mittels Rückbau von Wehren kleinräumige Verbesserungen der Besiedlungsstruktur des Makrozoobenthos möglich sind. Mit dem Verschwinden des Staucharakters an der Messstelle BOB_4 ab 2014 war die Artenzusammensetzung an dieser Messstelle nicht mehr signifikant verschieden von den Biozönosen an den frei fließenden Abschnitten. Die Verbesserung beschränkte sich allerdings auf den Maßnahmenbereich und zeigte keine Strahlwirkung auf den unterhalb gelegenen Abschnitt. Der ökologische Zustand in den frei fließenden Bereichen oberhalb und unterhalb der Querbauwerke war bei allen Untersuchungen identisch und entsprach dem Gewässertyp. Daher waren auch keine grundlegenden Veränderungen zu erwarten.

An der **Zwönitz** zeigten sich nach dem Umbau des Querbauwerkes keine signifikanten Veränderungen der Saprobienindizes. Ein Einfluss des Wehrrückbaus war nicht zu erkennen. Bei der statistischen Analyse der Biozönose ergaben sich dagegen Hinweise auf einen stärkeren Stillwassercharakter der Untersuchungsstelle ZW_1 im Jahr 2013, die nach Durchführung der Maßnahme verschwunden waren. An der Zwönitz war aber auch vor Durchführung der Maßnahme kein Abschnitt mit ähnlich stark ausgeprägtem Staucharakter vorhan-

den, wie an der Bobritzsch. Bei der „Allgemeinen Degradation“ zeigte sich nach Durchführung der Maßnahme 2014/2015 gegenüber 2013 an allen Untersuchungsstellen eine Verbesserung. Ein eindeutiger Zusammenhang mit der Maßnahme konnte allerdings nicht festgestellt werden, weil sich an ZW_2 unterhalb des Querbauwerks im Maßnahmenbereich keine signifikanten Veränderungen des multimetrischen Index festzustellen waren, an der unterhalb gelegenen ZW_3 dagegen die stärksten.

An der **Zschopau** und am **Wuischker Wasser** wurden die geplanten Maßnahmen bisher nicht umgesetzt bzw. war die Umsetzung noch nicht abgeschlossen. Dennoch zeigte sich an einigen Untersuchungsstellen (ZSCH_2, ZSCH_3 und WUI_1- WUI_3) eine deutliche Streuung der Ergebnisse mit Veränderungen der ökologischen Zustandsklasse. Dies belegt, dass die Bewertung des Erfolges getroffener Maßnahmen möglichst auf Basis eines längerfristigen Monitorings erfolgen sollte. Dies wurde im Falle des Hoyerswerdaer Schwarzwassers nach Umsetzung der Maßnahmen umgesetzt und bestätigt hier die Stabilität der Ergebnisse. Auch hier kam es allerdings nur zu kleinräumigen Verbesserungen der Besiedlungsstruktur. An der Zschopau dürften sich aufgrund der bisher vorliegenden Ergebnisse nach Abschluss der Maßnahmen keine größeren Veränderungen (Strömung, Makrozoobenthosbiozönose, Sohlsubstrat) des derzeitigen Zustandes ergeben. Im Aufstaubereich (WUI_2) des Wuischker Wassers ist nach Durchführung der Maßnahme (Wehrrückbau), ähnlich wie im Fall der Bobritzsch, eine Angleichung an die in den frei fließenden Abschnitt herrschenden Verhältnisse (Strömung, Makrozoobenthosbiozönose, Sohlmaterial) zu erwarten. Die Veränderungen werden sich vermutlich ebenfalls auf den Aufstaubereich beschränken.

6 Zusammenfassung

6.1 Hoyerswerdaer Schwarzwasser

- An der Untersuchungsstelle HWSW_5 im Bereich der Maßnahmen war die Verbesserung beim Modul „Allgemeine Degradation“ von „unbefriedigend“ in 2009 zu „sehr gut“ ab 2011 bzw. „gut“ in 2015 am deutlichsten. Die Verbesserungen sind damit zumindest teilweise auf die Maßnahme zurückzuführen. Hier haben vermutlich die Effekte des Hochwassers zunächst noch diejenigen der durchgeführten Maßnahmen verstärkt. Insbesondere das Einbringen von Steinen im Rahmen der Maßnahmen bewirkte aber eine nachhaltige Zunahme der besiedelbaren Oberfläche von lagestabilen Hartsubstraten. So fanden gewässertypische, strömungsliebende und an Hartsubstrate gebundene Arten bessere Lebensbedingungen vor. Die positiven Effekte blieben im Untersuchungszeitraum stabil und waren damit nachhaltig.
- Die Veränderungen des Ökologischen Zustandes zwischen 2009 und 2011 bis 2015 waren an der Untersuchungsstelle HWSW_6 unterhalb des Maßnahmenbereiches nicht ganz so stark ausgeprägt wie im Oberlauf. Das Modul Saprobie zeigte, vor allem infolge des Rückgangs der Individuendichte bei *Asellus aquaticus* und der Tubificidae, gegenüber 2009 eine bis 2015 stabile Verbesserung vom „mäßigen“ zum „guten“ Zustand. Hier kommt wiederum der hochwasserbedingte Rückgang von (organischem) Feinmaterial als Ursache in Frage. Eine Strahlwirkung der Verbesserungen im Oberlauf an HWSW_5 (z. B. Verdriftung von *Calopteryx* sp., *Ecdyonurus* sp., *Heptagenia* sp.) seit 2011 könnte ebenfalls eine Rolle spielen. An HWSW_6 lagen die Werte der Saprobienindizes nach Abschluss der Maßnahme außerhalb des Schwankungsbereiches, sodass zumindest ein Teil der Verbesserungen auf die Maßnahme zurückgeführt werden kann. Es ist allerdings nur von kleinräumigen Verbesserungen der Besiedlungsstruktur auszugehen.
- Die multivariate statistische Auswertung der Besiedlungsstrukturen (bearbeitete Taxalisten) zeigte für HWSW_5 im Maßnahmenbereich ab 2012 eine stabile und charakteristische Artenzusammensetzung, die

sich von allen anderen Messstellen unterschied. Dies war ebenfalls an der Messstelle unterhalb des Maßnahmenbereichs HWSW_6 zu beobachten. Jährlichen Schwankungen unterlag die Besiedlungsstruktur der Referenzstelle HWSW_4. Vor der Maßnahme zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Referenzstelle und dem Abschnitt im Maßnahmenbereich, wohl aber zur Messstelle unterhalb. Zu allen anderen Untersuchungen waren die Voruntersuchungen signifikant verschieden. Im Jahr 2011 konnten bei zweimaliger Untersuchung der Messstellen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Abschnitten nachgewiesen werden, die Besiedlungsstrukturen waren aber signifikant zu allen anderen Untersuchungsjahren verschieden, was auf starke Auswirkungen des Hochwassers 2010 schließen lässt. Es kann davon ausgegangen werden, dass Effekte der Maßnahme auf die Besiedlungsstruktur sowohl im Abschnitt selbst als auch im unterhalb gelegenen Bereich auftraten.

- Im Jahr 2009 vor Durchführung der Maßnahme im Abschnitt HWSW_5 bewegte sich der ökologische Zustand an allen Untersuchungsstellen zwischen „mäßig“ und „unbefriedigend“. Im Zeitraum von 2011 bis 2015 wurde mit einer Ausnahme (HWSW_4, Mai 2015) an allen Stellen ein „guter“ ökologischer Zustand ermittelt. Die Bewertung des Moduls „Saprobie“ war durchgehend „gut“.
- Die von VOIGT et al. (2012) gegenüber dem Zustand vor der Durchführung der Maßnahmen im Jahr 2009 dokumentierten Verbesserungen hatten Bestand. Von VOIGT et al. (2012) wurde allerdings auch festgestellt, dass der bessere ökologische Zustand des Hoyerswerdaer Schwarzwassers nicht allein auf die Maßnahmen zur strukturellen Verbesserung zurückgeführt werden konnte. Der ökologische Zustand (v. a. Allgemeine Degradation) an der unbeeinflussten Referenzstelle HWSW_4 hatte sich 2011 ebenfalls deutlich verbessert. Dies blieb auch in den Jahren 2012 bis 2015 bestehen.
- Als weitere Ursache für die Verbesserung des ökologischen Zustandes, die den Effekt der Maßnahmen überlagerte, wurde die Verringerung der Menge an Feinsedimenten durch die Hochwasserereignisse 2010 angeführt. Damit verbunden wurden Arten dezimiert, die schlammige Bereiche bevorzugen bzw. stärkere Strömung meiden. Dies änderte sich auch im aktuellen Untersuchungszeitraum 2012 bis 2015 nicht.
- Die Ergebnisse der Vor-Ort-Parameter 2012 bis 2015 waren unauffällig. Lediglich die Leitfähigkeit war für ein silikatisches Gewässer etwas erhöht. Zwischen den Untersuchungsstellen ergaben sich nur beim Sauerstoffgehalt größere Differenzen, die vor allem durch die Tagesrhythmik der Photosyntheseaktivität der Wasserpflanzen hervorgerufen wurden.
- Überschreitungen der Orientierungswerte für den Fließgewässertyp 17 (Hoy. Schwarzwasser-2) waren nach Daten des LfULG durchgehend für Gesamtphosphat, Nitrit- und Ammoniumstickstoff sowie lediglich einmal 2009 für Eisen und 2010 für den gesamten organischen Kohlenstoff festzustellen. Der Gehalt an Phosphat (SRP, TP) und Ammonium war ab 2011 geringer.
- Bei den Untersuchungen am Hoyerswerdaer Schwarzwasser gab es keine relevanten methodischen Probleme. Die Messstellen HWSW_5 und HWSW_6 sind für den Untersuchungszweck gut geeignet. Die Eignung der Referenzstelle HWSW_4 zur Indikation des von Maßnahmen unbeeinflussten Zustands ist allerdings fraglich. Insbesondere der hohe Anteil der linksseitig wohl als Ufersicherung eingebrachten Steine (Mesolithal, kantig) ist aus Sicht der Autoren problematisch. Dies verringert die Deutlichkeit der Auswirkungen durch die im Abschnitt von HWSW_5 durchgeführten Maßnahmen. Im Jahr 2011 wurde dieses Material bei der Beschreibung des Sedimentes von VOIGT et al. (2012) noch nicht vermerkt. Vermutlich trägt es zur Verbesserung der Siedlungsbedingungen für die typspezifischen Hartsubstratbewohner bei und hebt somit die Bewertung des Moduls „Allgemeine Degradation“ an.

6.2 Schwarze Elster

- Die physikalisch-chemischen Untersuchungen ergaben im Jahr 2012 erhöhte Nährstoffkonzentrationen. Der Orientierungswert der LAWA (2015) für Ortho- und Gesamtposphat war überschritten. Bis 2015 sanken die Nährstoffkonzentrationen leicht, aber kontinuierlich, nur noch die Werte für Gesamtposphat überschritten den Orientierungswert der LAWA (2015). Im Jahr 2012 deuteten Sauerstoffübersättigung und gelbgrüne Färbung des Wassers auf Algen hin, während 2013 bis 2015 Zehrungsprozesse überwogen. Zwischen den Messstellen traten 2012 keine relevanten Unterschiede auf (Vergleichbarkeit gegeben). In den Jahren 2013, 2014 und 2015 war eine Selbstreinigung (Abnahme Nährstoffkonzentrationen) im Längsschnitt nachweisbar.
- Die Querprofilaufnahmen zeigten sehr geringe Fließgeschwindigkeiten, bei denen sich organische Schwebstoffe absetzen können und die Bildung von Faulschlamm-bänken begünstigt wird. Dies betrifft am meisten die Messstelle SE_2 und am geringsten die Referenz sowie die Stelle SE_1 im Jahr 2013. Mit der Aufweitung der Profile und der Erhöhung eines Wehres nahm die Fließgeschwindigkeit an den Stellen SE_1 bis SE_3 im Untersuchungszeitraum weiter ab. Die geplante Erhöhung des Durchflusses konnte bis Projektabschluss noch nicht realisiert werden.
- Die Sedimentuntersuchungen zeigten einen sehr hohen Anteil an Sand. Dieser war oberflächlich an den Messstellen SE_1 bis SE_3 von organischen Ablagerungen überdeckt. Dadurch war an diesen Messstellen der Glühverlust und der Anteil von Schluff deutlich höher als bei den Referenzen SE_4 und SE_5. Die Messstelle SE_1 entwickelte sich im Jahr 2013 etwas in Richtung der Sedimentverhältnisse wie an SE_4, bedingt durch Profileinengung und höhere Fließgeschwindigkeit (Fortspülung der Feinsediment-Auflage). Mit Erhöhung eines Wehres verschlechterte sich die Sedimentbeschaffenheit an den vom Rückstau betroffenen Bereichen SE_1 und SE_2 dramatisch (Faulschlammablagerungen, hoher Glühverlust, geringer Anteil Trockensubstanz).
- Die Ausgangsuntersuchung des Jahres 2012 zeigte Differenzen bezüglich der Individuendichte, der Saprobie und insbesondere der Bewertung des Moduls „Allgemeine Degradation“ zwischen den Messstellen auf. Die Ursachen für die Unterschiede innerhalb der kurzen Fließstrecke sind nach Ausschluss weiterer Faktoren die Fließgeschwindigkeit, die Gewässersedimente und die Stärke von Beschattung. Nach statistischer Auswertung war zumindest die Artenzusammensetzung im Jahr 2012 zwischen den Messstellen nicht signifikant unterschiedlich.
- Mit Mehrfachuntersuchungen (drei Unterproben) an den Messstellen SE_1 bis SE_3 wurde die Schwankungsbreite der vorkommenden Taxa ermittelt. Es zeigten sich deutlich die Unterschiede zwischen Arten mit gleichmäßiger, stabiler Verteilung (gute Indikatorarten) und Arten mit Neigung zu starker Ungleichverteilung (insbesondere Muscheln). Es wurden geeignete Leit- und Indikatorarten ermittelt und diese zusätzlich zur Indexbewertung für die Beurteilung von maßnahmebedingten Veränderungen verwendet. Die Bewertung mit ASTERICS zeigte zwischen den Unterproben nur geringe Schwankungen (stabile Bewertung).
- Die Bewertung des Makrozoobenthos nach WRRL-Methodik ergab eine Bewertung der Saprobie mit „gut“ in frei fließenden und „mäßig“ in langsam fließenden bzw. vom Rückstau betroffenen Bereichen. Der Multimetrische Index sowie die darin eingehenden Indices wie z.B. der „Deutsche-Fauna-Index“ (DFI) schwankten stark zwischen den ökologischen Zustandsklassen „1-sehr gut“ bis „5-schlecht“. Die Veränderungen lagen an den Messstellen SE_1 bis SE_3 weit außerhalb der im Jahr 2012 ermittelten Schwankungsbreite, während im gleichen Zeitraum an der Referenzmessstelle SE_4 keine relevante Veränderung der Score-Werte festgestellt wurde (Ausnahme: leichte Verschlechterung 2015). Die starken Schwankungen an den Messstellen SE_1 bis SE_3 können eindeutig auf die durchgeführten Maßnahmen (Grundberäumung, Makrophytenmanagement) bzw. dem erhöhten Rückstau zurückgeführt werden.

- Die Ergebnisse des LfULG in Hoske zeigten eine überwiegend gute ökologische Zustandsklasse (leichte Tendenz zu mäßig) und eine wesentlich höhere Artenvielfalt insbesondere bezüglich der Taxa, die an höhere Strömung und an Festsubstrat gebunden sind.
- Die Untersuchungen an der Schwarzen Elster wurden erschwert durch weiche Faulschlamm­bänke und einen hohen Gehalt an CPOM und FPOM. Ansonsten gab es keine relevanten methodischen Probleme. Durch Voruntersuchungen (Längsschnittbegehung) und Anpassung der Probenahme­strategie konnten Einflüsse der im Jahr 2012 laufenden Bauarbeiten in Wittichenau auf die Messwerte ausgeschlossen werden.
- Das weiterhin bestehende Hauptproblem an der Schwarzen Elster sind zu niedrige Fließgeschwindigkeiten. Es konnte ein klarer Zusammenhang zwischen Fließgeschwindigkeit und der ökologischen Zustandsbewertung festgestellt werden. Bei höherer Strömung kann ein guter Zustand erreicht werden, während bereits ein mäßiger Rückstau zu einem unbefriedigenden bis schlechten Zustand führte.

6.3 Zwönitz

- Ein eindeutiger Zusammenhang der verbesserten Bewertungen des multimetrischen Index im Jahr 2014/2015 gegenüber 2013 mit der durchgeführten Maßnahme konnte nicht festgestellt werden, weil die Stelle ZW_2 unterhalb des Querbauwerks im Maßnahmenbereich keine signifikanten Veränderungen des multimetrischen Index zeigte, die unterhalb gelegene ZW_3 dagegen die stärksten. Daher dürfte die Verbesserung des multimetrischen Index an ZW_1 nicht mit der Maßnahme zusammenhängen.
- Bei der statistischen Analyse der Biozönose ergaben sich Hinweise auf einen stärkeren Stillwassercharakter der Untersuchungsstelle ZW_1 im Jahr 2013. Die Biozönose an ZW_1 unterschied sich vor Durchführung der Maßnahme signifikant von den beiden anderen Messstellen. Mit dem Verschwinden des leichten Rückstaus nach Umsetzung der Maßnahme zeigte die Biozönose 2014/2015 dann keine signifikanten Unterschiede mehr. Der Untersuchungszeitpunkt (Frühjahr/Sommer) spielt bei Unterschieden zwischen den Biozönosen verschiedener Jahre an der Zwönitz vermutlich ebenfalls eine Rolle.
- Bei den physikalisch-chemischen Untersuchungen 2013–2015 zeigten sich keine erheblichen Unterschiede zwischen den Messstellen. Die Orientierungswerte der LAWA (2015) für ortho- und Gesamtphosphat waren am Untersuchungstermin 2014 überschritten. Zwischen den Messstellen gab es bezüglich des Einflusses auf die Biozönose keine erheblichen Unterschiede.
- Überschreitungen der Orientierungswerte nach LAWA (2015) für den Fließgewässertyp 9 waren nach Daten des LfULG in den Jahren 2007–2014 durchgehend für ortho- und Gesamtphosphat festzustellen. Beim Ammonium war der Orientierungswert der LAWA (2015) mit Ausnahmen in den Jahren 2012 und 2014 ebenfalls überschritten. Der Orientierungswert für Nitrit war nur in den Jahren 2012/2013 eingehalten. Eindeutige Trends einzelner Parameter sind noch nicht sichtbar. Es scheint sich aber beim Ammonium und Nitrit ab 2012 ein Konzentrationsrückgang abzuzeichnen. Hinsichtlich des Einflusses auf das Makrozoobenthos waren keine erheblichen Veränderungen zwischen Vor- und Nachperiode festzustellen.
- Die Querprofil­aufnahmen zeigten an allen Messstellen relativ hohe Fließgeschwindigkeiten, bei denen sich feine Schwebstoffe kaum absetzen können. Lediglich im schwach ausgeprägten Staubereich vor dem Querbauwerk war die mittlere Fließgeschwindigkeit in der grundnahen Schicht im Jahr 2013 vor Durchführung der Maßnahme am geringsten. Verlässliche Aussagen zu Auswirkungen der Umbaumaßnahmen auf den Strömungscharakter waren nicht möglich, weil die Durchflussmenge und damit auch die Fließgeschwindigkeiten bei den Untersuchungen 2013 deutlich höher waren als 2014/2015.

- Die Sedimentuntersuchungen zeigten an allen Messstellen einen sehr hohen Anteil an Grobmaterialien (Grobkies, Steine, Blöcke) im unbehandelten Material. An ZW_1 oberhalb des Querbauwerks war das Substrat an der Oberfläche etwas feinkörniger als an den anderen Messstellen. Im vorbehandelten Material waren keine grundsätzlichen Unterschiede zu erkennen. Bei Trockensubstanz und Glühverlust zeigten sich keine wesentlichen Veränderungen. Lediglich der Anteil an den kleinsten Körnungen (< 1 mm) war an ZW_1 im Jahr 2013 am höchsten. Dies ist als Auswirkung der verringerten Fließgeschwindigkeit zu werten. Im Jahr 2014 zeigte sich nach Durchführung der Maßnahme an dieser Messstelle der stärkste Rückgang dieser Fraktion. Weitere plausibel begründbare Zusammenhänge der Veränderungen mit der durchgeführten Maßnahme waren nicht erkennbar.
- Die Bewertungen des Makrozoobenthos nach WRRL-Methodik im Rahmen dieses Auftrags ergaben an allen Untersuchungsstellen den „guten“ ökologischen Zustand. Der ökologische Zustand war oberhalb und unterhalb des Maßnahmenbereiches identisch und entspricht dem Gewässertyp. Bei der Untersuchung des LfULG an OBF44401 (= ZW_2) im Juli 2014 wurde allerdings nur ein nicht abgesicherter, „mäßiger“ ökologischer Zustand festgestellt. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse des LfULG waren die Bewertungen 2013–2015 somit nicht stabil. Die Bewertung der eigenen Ergebnisse war beim Modul „Allgemeine Degradation“ im Februar 2013 und bei den Untersuchungen des LfULG 2012 und 2014 nicht abgesichert.
- Die Altdaten des LfULG zeigten 2012 an OBF44401 (entspricht ZW_2) den gleichen ökologischen Zustand wie bei den aktuellen Untersuchungen. Bei der letzten Untersuchung des LfULG im Juli 2014 war er mit „mäßig“ eine Stufe schlechter als im Mai 2014. Auch hier war die Bewertung der „Allgemeinen Degradation“, wie im Februar 2013, nicht abgesichert. Die Gesamtbewertung (biologische Komponenten) des Wasserkörpers DESN_5418-2 ergab nach den bis 2014 vorliegenden Daten des LfULG bei allen biologischen Komponenten einen „mäßigen“ ökologischen Zustand (ökologische Zustandsklasse 3).
- Die Makrozoobenthosbiozönose war insbesondere im Februar 2013 allgemein relativ arten- und individuenarm. Im Mai 2014 war die Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos deutlich reichhaltiger als im Februar 2013. Bei der Untersuchung 2014 zeigte sich an allen Messstellen ein abgesicherter „sehr guter“ und im Mai 2015 ein „guter“ ökologischer Zustand. Im Mai 2015 lag die Gesamttaxazahl allerdings wieder nahe den Werten vom Februar 2013. Ob ein jahreszeitlicher Einfluss auf die Bewertungsergebnisse vorliegt und wie stark er sich gegebenenfalls ausgewirkt hat, ist nach den vorliegenden Daten nicht abschließend zu klären. Die Biozönose der Zwönitz im Untersuchungsgebiet ist zumindest zeitweise auffällig artenarm.
- Die Messstellen sind für den Untersuchungszweck grundsätzlich geeignet. Zwei der drei Messstellen an der Zwönitz sind für die Probenahme relativ schwer zugänglich. Wegen des frühen Termins der Bauarbeiten musste die Erstbeprobung des Gewässers allerdings bereits Ende Februar stattfinden. Es ist nach den abgesicherten Ergebnissen im Mai 2014/2015 zu vermuten, dass der frühe Probenahmetermin im Februar ein Grund für die festgestellte Arten- und Individuenarmut war. Das grobe Sohlmaterial behinderte die repräsentative Entnahme der Sedimentproben teilweise erheblich und beschränkte zudem die Freiheit bei der Auswahl der Entnahmestellen stark. Daher muss mit größeren, zufallsbedingten Änderungen bei den Siebana-lysen gerechnet werden. Ansonsten gab es keine relevanten methodischen Probleme.

6.4 Bobritzsch

- Die Bewertung des Makrozoobenthos nach WRRL-Methodik ergab 2013 an allen Untersuchungsstellen in den frei fließenden Abschnitten oberhalb und unterhalb der Querbauwerke den „sehr guten“ ökologischen Zustand und entsprach damit dem Gewässertyp. Im ersten Staubereich (BOB_2) verschlechtern sich die Verhältnisse gegenüber dem frei fließenden Referenzabschnitt im Oberlauf. Auch der zweite Staubereich BOB_4 schnitt schlechter ab, als die frei fließenden Abschnitte oberhalb und unterhalb des zweiten Querbauwerks. Bei den aktuellen Untersuchungen 2014/2015 wurde an allen Untersuchungsstellen in den frei fließenden Abschnitten (seit 2014 auch BOB_4) der „gute“ ökologische Zustand festgestellt. Die leichte Verschlechterung im Vergleich zu 2013 an den Untersuchungsstellen BOB_1, BOB_2 und BOB_5 ist auf einen leichten Anstieg der Saprobienindices zurückzuführen. Nach Rückbau des Wehrs im Abschnitt von BOB_4 verbesserte sich die Bewertung des Moduls „Allgemeine Degradation“ im Vergleich zu 2013 von „gut“ auf „sehr gut“ und glich sich damit den frei fließenden Abschnitten an. Die bessere Bewertung blieb auch 2015 bestehen. Hier ist von einer nachhaltigen, positiven Wirkung des Wehrrückbaus auszugehen. Im weiterhin bestehenden Staubereich an BOB_2 blieb die Bewertung nämlich 2013–2015 konstant „mäßig“.
- Die Ergebnisse der Makrozoobenthosuntersuchungen im Untersuchungsgebiet der Bobritzsch zeigten, dass durch Beseitigung von Staubereichen mittels Rückbau von Wehren kleinräumige Verbesserungen der Besiedlungsstruktur des Makrozoobenthos möglich sind. Mit dem Verschwinden des Staucharakters an der Messstelle BOB_4 veränderte sich die Artengemeinschaft dort gravierend. Nach den statistischen Analysen der Taxalisten war die Artenzusammensetzung ab 2014 an dieser Messstelle nicht mehr signifikant verschieden von den anderen drei frei fließenden Untersuchungsstellen.
- Die Altdaten des LfULG zeigten 2010 und 2013 an OBF33200, einige Kilometer im Unterlauf, ebenfalls einen „guten“ ökologischen Zustand wie die letzte Messstelle bei den aktuellen Untersuchungen. Im Jahr 2013 war die Bewertung der allgemeinen Degradation an OBF33200 bei den meisten Metrics allerdings schlechter als 2010. Schlüsse auf Auswirkungen der Maßnahme sind nicht möglich, weil alle Untersuchungen des LfULG vor Durchführung der Maßnahme erfolgten.
- Bei den physikalisch-chemischen Untersuchungen zeigten sich 2013 keine gravierenden Unterschiede zwischen den Messstellen. Der Gesamtposphor lag 2013–2015 über dem Orientierungswert gemäß LAWA (2015). Die Konzentrationen von SRP schwankten 2013 im Bereich des Orientierungswerts. An BOB_5 war der Wert bei den Messungen 2013–2015 überschritten. Es zeigte sich, dass die Konzentrationen von Ammonium und den Phosphaten im Jahr 2013 an den Messstellen BOB_1 und BOB_2 geringfügig niedriger waren als an den anderen Messstellen. Zwischen den Messstellen traten bezüglich des Einflusses auf die Makrozoobenthosbiozönose keine erheblichen Unterschiede der gemessenen Parameter auf.
- Überschreitungen der Orientierungswerte der LAWA (2015) für den Fließgewässertyp 9 waren bei ortho- und Gesamtposphat häufig. Nur 2013 traten keine Überschreitungen von Orientierungswerten auf. Eindeutige Trends einzelner Parameter sind mit Ausnahme von Nitrit und Ammonium nicht sichtbar. Bei diesen beiden Parametern haben sich seit 2011 die mittleren Konzentrationen verringert. Dies hat keinen Einfluss auf die aktuellen Untersuchungsergebnisse des Makrozoobenthos, weil die Veränderungen bereits vor dem Untersuchungszeitraum auftraten.
- Die Querprofilaufnahmen zeigten in den frei fließenden Bereichen höhere maximale Fließgeschwindigkeiten und auch über Grund herrschte eine Strömung, bei der sich feine Schwebstoffe kaum absetzen können. In den Staubereichen vor dem jeweiligen Querbauwerk war 2013 die Wassertiefe höher und die mittlere Fließgeschwindigkeit in der grundnahen Schicht deutlich geringer. Dies führte zu den 2013 beobachteten Ablagerungen von Feinmaterialien an den Messstellen BOB_2 und BOB_4. Die Umbaumaßnahmen wirkten sich positiv auf den Strömungscharakter an BOB_4 aus. Obwohl die Durchflussmenge bei den Untersuchungen

2013 deutlich höher war als 2014/2015, lagen die aktuellen Fließgeschwindigkeiten hier über denen des Vorjahres. Der Strömungscharakter entspricht nun dem der frei fließenden Abschnitte.

- Bei den Untersuchungen des Sediments wurde im Rohmaterial ein sehr hoher Anteil an Grobsubstraten (Blöcke, Steine, Grobkies) festgestellt. In den beiden Abschnitten BOB_2 und BOB_4 im Staubereich der Querbauwerke war das Substrat an der Oberfläche 2013 feinkörniger als an den drei frei fließenden Messstellen. Hier fanden sich 2013 auch größere Anteile von Feinmaterialien (v. a. Psammal/Psammopelal) an der Sedimentoberfläche. Nach Durchführung der Maßnahme an BOB_4 war diese Auflage verschwunden und die größeren Substrate lagen nun frei. Bei den Werten der Trockensubstanz des vorbehandelten Sediments war kein plausibler Zusammenhang mit der Maßnahme erkennbar. Der Glühverlust nahm 2014 gegenüber 2013 nur an BOB_4 im Maßnahmenbereich ab. Darüber hinaus ergab sich der stärkste Rückgang des Anteils der feinsten Siebfraction (<0,063 mm) gegenüber der Voruntersuchung im Maßnahmenbereich. Dies dürfte auf die trotz der geringeren Wasserführung höheren Fließgeschwindigkeiten nach Rückbau des Wehrs zurückzuführen sein.
- Die Messstellen sind für den Untersuchungszweck grundsätzlich geeignet. Allerdings war der ökologische Zustand in den frei fließenden Bereichen oberhalb und unterhalb der Querbauwerke mit „sehr gut“ identisch und entspricht dem Gewässertyp. Maßnahmen zur großräumigen Verbesserung sind daher nach den bisherigen Ergebnissen nicht erforderlich. Wegen der Probleme bei der Gewinnung des Feinmaterials aus dem überwiegend sehr groben Sohls substrat muss mit stärkeren, zufallsbedingten Änderungen bei den Siebanalysen gerechnet werden. Ansonsten gab es keine relevanten methodischen Probleme.

6.5 Zschopau

- Die Bewertung des Makrozoobenthos nach WRRL-Methodik ergab 2013 an allen Untersuchungsstellen mit Ausnahme von ZSCH_3 den „guten“ ökologischen Zustand. Das Modul „Saprobie“ wurde durchgehend und abgesichert mit „gut“ bewertet. Der Deutsche Fauna Index Typ 9 und auch der multimetrische Index der „Allgemeinen Degradation“ war an den beiden Untersuchungsstellen im Maßnahmenbereich (ZSCH_2 und ZSCH_3) am geringsten. An den ersten drei Messstellen war die Bewertung allerdings, wegen zu geringer Abundanzen der Indikatorarten nicht abgesichert. Insgesamt gesehen war die Biozönose 2013 vor allem an den Messstellen in der Ausleitstrecke (ZSCH_1 bis ZSCH_3) relativ arten- und individuenarm. Möglicherweise hatte sich die Biozönose nach dem starken Hochwasser Ende Mai noch nicht vollständig erholt.
- Bei den Untersuchungen 2014 wurden allgemein höhere Taxa- und Individuenzahlen ermittelt. Vor allem an den Untersuchungsstellen in der Ausleitstrecke war die Taxazahl teilweise deutlich höher. Weitere wesentliche Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Jahre 2013 und 2014 traten vor allem bei den Werten der Core-Metrics der „Allgemeinen Degradation“ auf. Die Entwicklung bei diesem Modul war überraschenderweise an den nur ca. 30 m entfernten Abschnitten ZSCH_2 und ZSCH_3 im Vergleich der beiden Jahre gegenläufig. Im Jahr 2015 glich sich die Bewertung an ZSCH_2 und ZSCH_3 wieder an und war an beiden Stellen „gut“. An ZSCH_4 unterhalb der Ausleitung waren die Unterschiede deutlich geringer. Hier wurde durchgehend und abgesichert die ökologische Zustandsklasse „gut“ erreicht. Zudem wurde an ZSCH_4 immer die höchste Individuendichte ermittelt. Auch die mittlere Taxazahl war hier am größten. Die Saprobienindices nach DIN 38410-M1 (2004) zeigten dagegen allgemein nur geringe Differenzen.
- Die Besiedlungsstrukturen in der Zschopau wiesen zwischen den vier Untersuchungsstellen keine signifikanten Unterschiede auf, Einflüsse durch die Baumaßnahmen in den Bereichen ZSCH_2 und ZSCH_3 wurden mittels multivariater Statistik nicht offenbar. Die Zusammensetzungen der Artengemeinschaften schwankten jedoch jährlich so stark, dass alle Untersuchungsjahre voneinander signifikant verschieden wa-

ren. Welche Auswirkungen auf die Besiedlungsstrukturen durch die Maßnahme auftreten, kann erst zukünftig untersucht werden.

- Die Altdaten des LfULG zeigten 2011 an OBF34891, mehrere Kilometer stromabwärts, einen um eine Stufe schlechteren ökologischen Zustand als bei den Untersuchungen der Jahre 2013–2015 an ZSCH_4. Der Saprobienindex nach DIN 38410-M1 (2004) war an OBF34891, im Vergleich zur aktuellen Untersuchung an ZSCH_4, geringfügig höher. Das Modul „Allgemeine Degradation“ wurde 2011 an OBF34891 eine Klasse schlechter bewertet als 2014/2015 an ZSCH_4. Die Gesamtbewertung des Wasserkörpers ergab nach den bis 2011 vorliegenden Daten des LfULG einen „mäßigen“ ökologischen Zustand (ökologische Zustandsklasse 3).
- Bei den physikalisch-chemischen Untersuchungen 2013 zeigten sich an allen Messstellen einschließlich des Bereichs unterhalb der Ausleitstrecke keine nennenswerten Veränderungen. Dies galt auch 2014/2015 als nur noch ZSCH_3 und ZSCH_4 untersucht wurden. Die Orientierungswerte der LAWA (2015) für ortho- und Gesamtphosphat waren an den Untersuchungsterminen 2013–2015 überschritten. Zwischen den Messstellen traten 2013–2015 bezüglich des Einflusses auf die Biozönose keine wesentlichen Unterschiede der gemessenen Parameter auf.
- Überschreitungen der Orientierungswerte für den Fließgewässertyp 9 nach LAWA (2015) waren nach Daten des LfULG 2007-2014 häufig für TP und SRP festzustellen. Der Orientierungswert für Nitrit wurde nur einmal 2011 knapp überschritten. Eindeutige Trends einzelner Parameter waren nicht sichtbar. Bezüglich des Einflusses auf das Makrozoobenthos sind keine erheblichen Veränderungen zu erkennen.
- Die Querprofilaufnahmen zeigten 2013 an allen Messstellen relativ hohe Fließgeschwindigkeiten, bei denen sich feine Schwebstoffe kaum absetzen können. An den beiden Messstellen im Maßnahmenbereich war das Gewässerbett schmaler und die mittlere Tiefe höher als an der Referenzstelle im Oberlauf. Die zweite Messstelle im Maßnahmenbereich ZSCH_3 war noch etwas tiefer und wies eine etwas schwächere Strömung auf als die erste (ZSCH_2). Die letzte Messstelle (unterhalb der Ausleitstrecke ZSCH_4) hatte 2013 infolge des zusätzlichen Wassers aus der Ausleitstrecke eine deutlich höhere Wasserführung und die höchsten Fließgeschwindigkeiten. Im Jahr 2014 lag die gemessene Wasserführung an ZSCH_1 bis ZSCH_3 auf einem ähnlichen Niveau wie im Vorjahr. An ZSCH_2 und ZSCH_3 war die Strömung 2014/2015 dennoch stärker, weil der Fließquerschnitt durch die Baustraße im Gewässerbett eingeengt wurde. An ZSCH_4 war sie dagegen 2014/2015 deutlich niedriger als 2013, weil über die Mündung der Ausleitung oberhalb von ZSCH_4 kein bzw. nur wenig Wasser hinzukam.
- Die Sedimentuntersuchungen zeigten an allen Messstellen im unbehandelten Substrat einen sehr hohen Anteil an Grobmaterialien (Blöcke, Steine, Grobkies). Bei Trockensubstanz und Glühverlust zeigten sich 2013/2014 im vorbehandelten Sediment keine wesentlichen Unterschiede. Zwischen Kies- und Sandfraktion zeigten sich im Vergleich 2013/2014 auch außerhalb des Maßnahmenbereichs stärkere Verschiebungen. Der Anteil der Kiesfraktion nahm allgemein ab und die Sandfraktion zu. Die Abweichungen in dieser Kornfraktion stellen zumindest an den Untersuchungsstellen der Zschopau keinen verlässlichen Indikator für Veränderungen des Sohlmaterials durch Umgestaltungsmaßnahmen dar. Der Anteil der feinsten Fraktion (< 0,063 mm) war allgemein sehr gering. An den Untersuchungsstellen ZSCH_1, ZSCH_2 und ZSCH_4 war der Anteil der Feinstfraktion 2014 geringer als 2013. An ZSCH_3 zeigte sich dagegen ein Anstieg.
- Die Messstellen an der Zschopau sind wegen der hohen Ufermauer und den angrenzenden Grundstücken für die Probenahme relativ schwer zugänglich. Die Messstellen sind für den Untersuchungszweck grundsätzlich geeignet. Der ökologische Zustand war allerdings in den Bereichen oberhalb und unterhalb des Maßnahmenbereiches mit „gut“ identisch und entspricht dem Gewässertyp. Maßnahmen zur großräumigen Verbesserung sind daher nach den bisherigen Ergebnissen nicht erforderlich. Die Abundanzen der Indika-

tororganismen waren im Jahr 2013 nur an der Messstelle unterhalb der Ausleitstrecke hoch genug für eine abgesicherte Bewertung. In 2014 waren die Abundanzen an allen Untersuchungsstellen ausreichend. Wegen der Probleme bei der Gewinnung des Feinmaterials aus dem überwiegend sehr groben Sohlsubstrat muss mit stärkeren zufallsbedingten Änderungen bei den Siebanalysen gerechnet werden. Weitere methodische Probleme gab es nicht.

6.6 Wuischer Wasser

- Die natürlichen Schwankungen in der Besiedlungsstruktur des Makrozoobenthos führten im Untersuchungszeitraum an allen drei Stellen zu Veränderungen der ökologischen Zustandsklasse. Im Untersuchungszeitraum zeigten sich an allen Untersuchungsstellen instabile Bewertungsergebnisse zwischen „mäßig“ und „gut“. Vergleichbare Schwankungen traten auch bei den Untersuchungen des LfULG an OBF23511 auf. Die Entwicklungen an den einzelnen Untersuchungsstellen waren in den Jahren von 2013–2015 teilweise gegenläufig. Die stärksten Schwankungen zeigten sich im Staubereich an der Untersuchungsstelle WUI_2. Aber auch die Werte an der Referenzstelle WUI_1 und die unterhalb des Wehrs gelegenen Untersuchungsstelle WUI_3 schwankten nicht unbeträchtlich. Die Ergebnisse zeigen, wie variabel die Ergebnisse in einzelnen Jahren sein können, selbst wenn sich Gewässermorphologie und Zustand des Querbauwerks nicht verändert haben. Dies mahnt zur Vorsicht bei der Bewertung des Erfolgs von vorgenommenen Maßnahmen lediglich auf Basis der Ergebnisse von Einzeluntersuchungen.
- Die Saprobienindices im Staubereich WUI_2 zeigten im Untersuchungszeitraum die stärksten Unterschiede. Ursache war hier die unterschiedliche Ausprägung des Sohlmaterials. 2013 war der Index wegen zu geringer Abundanz der Indikatororganismen nicht abgesichert. Die geringsten Unterschiede im Untersuchungszeitraum waren im Referenzabschnitt WUI_1 zu verzeichnen. Die Schwankungsbereiche aller drei Untersuchungsstellen überlappen sich. Bei der Untersuchung im Jahr 2014 wurden im und unterhalb des Staubereichs des Wehrs (WUI_2, WUI_3) höhere Taxazahlen und Individuendichten gefunden, obwohl die Maßnahme nicht durchgeführt wurde. 2015 wurden an allen Untersuchungsstellen wieder deutlich weniger Taxa gefunden als 2014.
- Die Altdaten des LfULG zeigten im Jahr 2007 an OBF23510 einen „mäßigen“ ökologischen Zustand. Das Modul „Saprobie“ wurde mit „gut“ bewertet. Die Untersuchung an OBF23511 ergab im Jahr 2011 einen „guten“ ökologischen Zustand. In 2014 hatte sich die Gesamtbewertung an der repräsentativen Messstelle des LfULG (OBF23511) im Vergleich zum Jahr 2011 wieder von „gut“ zu „mäßig“ verschlechtert. Die aktuellen Ergebnisse an WUI_1 stimmen gut mit denen des LfULG aus den Jahren 2014 überein. Der Saprobienindex nach DIN 38410-M1 (2004) unterschied sich bei der aktuellen Untersuchung 2015 an WUI_1 kaum von dem Ergebnis des Jahres 2014 an der entsprechenden Stelle des LfULG (OBF23511). Bei den Core-Metrics der „Allgemeinen Degradation“ waren Fauna- und Rheoindex eine Stufe schlechter bewertet. An beiden Stellen ergab sich eine „mäßige“. Die Untersuchung an OBF23511 ergab im Jahr 2011 einen „guten“ ökologischen Zustand.
- Die Besiedlungsstrukturen im Wuischer Wasser zeigten signifikante Unterschiede zwischen frei fließenden Bereichen (WUI_1 und WUI_3) und rückgestautem Abschnitt (WUI_2), signifikante Unterschiede zwischen der Messstelle oberhalb (WUI_1) und unterhalb (WUI_3) des geplanten Maßnahmenbereichs traten nicht auf. Das Untersuchungsjahr 2013 setzte sich sowohl im frei fließenden als auch im aufgestauten Abschnitt signifikant von den Folgejahren ab, 2014 und 2015 waren die Besiedlungsstrukturen an den Messstellen WUI_1 und WUI_3 sehr ähnlich, ebenso zeigte die große Ähnlichkeit an der Messstelle WUI_2 in den beiden Jahren.

- Bei den physikalisch-chemischen Untersuchungen waren keine erheblichen Unterschiede bezüglich des Einflusses auf die Biozönose zwischen den Messstellen erkennbar. Die deutlichsten Unterschiede gab es 2013 beim Ammonium. Eine eindeutige Ursache für diesen Rückgang der Konzentration an der Messstelle WUI_3 war nicht erkennbar. Die Orientierungswerte der LAWA (2015) für ortho- und Gesamtphosphat waren im April 2014 überschritten.
- Überschreitungen der Orientierungswerte nach LAWA (2015) für den Fließgewässertyp 5 waren nach Daten des LfULG in den Jahren 2007-2014 in einigen Jahren bei Nitrit, ortho- und Gesamtphosphat festzustellen. Der Orientierungswert für Sulfat war durchgängig (geogen bedingt?) überschritten. Seit 2010 blieb der Gehalt von Chlorid, ortho- und Gesamtphosphat sowie Nitrit- und Ammoniumstickstoff niedriger als im Zeitraum 2007-2008. 2014 waren wieder höhere Werte zu verzeichnen.
- Die Querprofilaufnahmen zeigten in den frei fließenden Abschnitten hohe Fließgeschwindigkeiten, bei denen sich Feinmaterialien kaum absetzen können. Im Staubereich vor dem Querbauwerk war die Fließgeschwindigkeit deutlich niedriger, was zur Ablagerung von Sand bzw. Detritus führte. Der Durchfluss und damit auch die Strömungsintensität waren im Jahr 2014/2015 allgemein deutlich niedriger als 2013.
- In den frei fließenden Abschnitten zeigten die Sedimentuntersuchungen im unbehandelten Substrat einen hohen Anteil an Grobmaterialien (Grobkies, Steine). An der Referenzstelle WUI_1 war durch die Erosion auch freigelegter Auenlehm (Argyllal) an der Sedimentoberfläche und auch in tieferen Schichten zu finden. Im Staubereich vor dem Wehr war 2013 eine mächtige, instabile Sandschicht abgelagert. Im Jahr 2014 wurde diese von einer stellenweise mehrere Dezimeter starken Ablagerung von FPOM überdeckt. Im vorbehandelten Material änderten sich der Anteil der Trockensubstanz und der Glühverlust 2013/2014 an WUI_1 und WUI_3 nicht wesentlich. An WUI_2 wurde im Jahr 2014 ein deutlich geringerer Trockensubstanzanteil als im Vorjahr und der höchste Glühverlust gemessen. Diese Änderung wird von der im Jahr 2014 vorhandenen Auflage aus FPOM verursacht. Das sandige Sediment im Staubereich vor dem Wehr enthielt 2013 noch den geringsten Anteil an organischer Substanz.
- Das grobe Sohlmaterial verursachte an den Stellen WUI_1 und WUI_3 erhebliche Probleme bei der Entnahme der Sedimentproben. Darüber hinaus gab es keine relevanten methodischen Probleme. Es muss daher mit stärkeren, zufallsbedingten Änderungen bei den Siebanalysen gerechnet werden. Die Messstellen sind für den Untersuchungszweck geeignet.

6.7 Vergleich der Auswirkungen von Maßnahmen an den Gewässern

- Die Einbeziehung des Wuischer Wassers war wegen der Verzögerungen bei der Maßnahmenumsetzung nicht möglich. Im Aufstaubereich (WUI_2) ist allerdings nach Durchführung der Maßnahme (Wehrrückbau), ähnlich wie im Fall der Bobritzsch, eine Angleichung an die in den frei fließenden Abschnitt herrschenden Verhältnisse (Strömung, Makrozoobenthosbiozönose, Sohlmaterial) zu erwarten. Die Veränderungen werden sich vermutlich ebenfalls auf den Aufstaubereich beschränken.
- Der nur leichte Staucharakter am Abschnitt ZW_1 der Zwönitz bewirkte im Vergleich zu den frei fließenden Abschnitten ZW_2 und ZW_3 keine merklich schlechtere Bewertung der „Allgemeinen Degradation“, während die beiden Rückstauabschnitte BOB_2 und BOB_4 an der Bobritzsch im Vergleich zu den frei fließenden Bereichen (z. B. BOB_1) schlechter abschnitten. Wenn der Rückstau beseitigt wurde, glichen sich die Biozönosen denen der frei fließenden Abschnitte in beiden Fällen schnell an. Es kam allerdings jeweils nur zu kleinräumigen Verbesserungen der Besiedlungsstruktur.

- Ein eindeutiger Zusammenhang der 2014 festgestellten Verbesserungen im Modul „Allgemeine Degradation“ mit der Maßnahme (Umgestaltung des Querbauwerks) an der Zwönitz in den Abschnitten ZW_1 und ZW_2 konnte nicht festgestellt werden, während die nachhaltige Verbesserung an der Bobritzsch im Abschnitt BOB_4 eindeutig von der Maßnahme (Wehrrückbau) herrührte. An der Zwönitz konnte im Abschnitt oberhalb des Querbauwerks ZW_1 nach Durchführung der Maßnahme lediglich eine Zunahme strömungsliebender Taxa und parallel eine Abnahme von Taxa mit Präferenz für geringere Strömung festgestellt werden.
- Die Ergebnisse der Makrozoobenthosuntersuchungen im Untersuchungsgebiet der Bobritzsch und Zwönitz zeigten, dass durch Beseitigung von Staubereichen mittels Rückbau von Wehren kleinräumige Verbesserungen der Besiedlungsstruktur des Makrozoobenthos möglich sind. Mit dem Verschwinden des Staucharakters war die Artenzusammensetzung an den Messstellen im ehemaligen Rückstaubereich nicht mehr signifikant verschieden von den Biozönosen an den frei fließenden Abschnitten. Die Verbesserung beschränkte sich allerdings auf den Maßnahmenbereich und zeigte keine Strahlwirkung auf den unterhalb gelegenen Abschnitt.
- Die instabilen Bewertungsergebnisse an einigen Untersuchungsstellen der Zschopau und insbesondere am Wuischker Wasser, an denen bisher die geplanten Maßnahmen nicht umgesetzt wurden, zeigt, dass die Bewertung des Erfolges getroffener Maßnahmen möglichst auf Basis eines längerfristigen Monitorings erfolgen sollte. Dies wurde im Falle des Hoyerswerdaer Schwarzwassers nach Umsetzung der Maßnahmen durchgeführt. Hier bestätigte sich die Stabilität der Ergebnisse. Aber auch am Hoyerswerdaer Schwarzwasser kam es lediglich zu kleinräumigen Verbesserungen der Besiedlungsstruktur.

Literaturverzeichnis

- ASTERICS einschließlich PERLODES (Versionen 3.3.1 bis 4.04): Software zur Berechnung des ökologischen Zustands von Fließgewässern (herausgegeben Februar 2012 bis Juli 2014, www.fliesssgwaesserbewertung.de)
- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2011): Oberflächengewässerverordnung Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV) vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429)
- BRAY, J. R. & CURTIS, J. T. (1957): An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27:325-349.
- CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. (2001): Change in marine communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. PRIMER-E. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.
- CLARKE, K. R., SOMERFIELD, P. J. & GORLEY, R. N. (2008): Testing null hypotheses in exploratory community analyses: similarity profiles and biota-environmental linkage. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 366: 56-69.
- CLARKE K. R. & GORLEY, R. N. (2015): PRIMER v7: User Manual/Tutorial, First Edition 2015, PRIMER-E Ltd.
- DIN 38410 M 1 (2004): Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung; Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern, Oktober 2004
- Europäische Union (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik vom 23.10.2000, Brüssel
- LAWA (2015) LAWA-Arbeitskreis AO „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“: Rahmenkonzeption Monitoring: Teil B Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen Arbeitspapier II, Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten, Stand: 09.01.2015
- LfULG (2013): Informationsblatt 6. Die Wasserrahmenrichtlinie – Neue Impulse für Sachsen. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/20693>
- LfULG (2015): Schnellbericht Elbe – Ausgewählte Untersuchungsergebnisse der Beprobung vom 05.10.2015, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- MAUCH, E. et al. (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen. Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde - Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 1/03, München, 388 S. und Fortführung auf Datenträger
- MEIER, C.; HAASE, P.; ROLAUFFS, P.; SCHINDEHÜTTE, K.; SCHÖLL, F.; SUNDERMANN, A. & HERING, D. (2006): Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung - Handbuch zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie - Stand Mai 2006 -
- POTTGIEßER, T. & SOMMERHÄUSER, M. (2008): Aktualisierung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen (Stand: April 2008)
- SCHÄLCHLI, ABEGG & HUNZINGER (2012): Kolmation - Methoden zur Erkennung und Bewertung; EAWAG; Zürich 14. Juni 2002
- SCHMEDTJE, U. & COLLING, M. (1996): Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 4/96, München
- STEINBERG, C. E.; CALMANO, W.; KLAPPER, H. & WILKEN, R.-D. (Hrsg.): Handbuch Angewandte Limnologie (Grundlagen, Gewässerbelastung, Restaurierung, Aquatische Ökotoxikologie, Bewertung, Gewässerschutz) ca. 900 S, laufende Aktualisierungen. ecomed Verlag
- VOIGT, H.; STOWASSER, A.; LAGEMANN T. & SPÄNHOF, B. (2012): Faunistische Erhebungen und Auswertungen am Hoyerswerdaer Schwarzwasser nach dem Hochwasser 2010; Vergleichsuntersuchungen Makrozoobenthos 2009/2011; unveröff. Bericht

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren:

Jürgen Neumann, Kristin Berg
IDUS Biologisch Analytisches Umweltlabor GmbH
Radeberger Str.1, 01458 Ottendorf-Okrilla
Telefon: +49 35205 45957
Telefax: +49 35205 45958
E-Mail: webmaster@idus.de

Norbert Große
LIMNOSA Sachverständigenbüro
Rostocker Str. 15, 01109 Dresden
Telefon: +49 351 2153578

E-Mail: grosse@limnosa.de

ergänzt durch Maßnahmenbeschreibungen der zuständigen Betriebe der Landestalsperrenverwaltung

Redaktion:

Dr. Bernd Spänhoff
LfULG, Abteilung Wasser, Boden, Wertstoffe/Referat Oberflächenwasser,
Wasserrahmenrichtlinie
Zur Wetterwarte 11, 01109 Dresden
Telefon: +49 351 8928-4419
Telefax: +49 351 8928-4099
E-Mail: Bernd.Spaenhoff@smul.sachsen.de

Fotos:

Jürgen Neumann, Norbert Große, Landestalsperrenverwaltung, Mathias Paul

Redaktionsschluss:

26.09.2016

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.