

Hochschule Magdeburg-Stendal

**Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft
Studiengang Wasserwirtschaft**

Bachelorarbeit

Auswirkungen der Allerrenaturierung bei Wefensleben vom Jahr 2009 zu 2014

Autor: Recht, Stefan
Grenzweg 25
39130 Magdeburg

Betreuung: Erstprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Volker Lüderitz
Lehrgebiet: Renaturierung und Revitalisierung von
Gewässern, Naturschutz und Wasserwirtschaft

Zweitprüfer: Dr. Uta Langheinrich
Lehrgebiet: Mikrobiologie, Biotechnologie,
Hydrologie und Verfahrenstechnik

Ort, Abgabetermin: Magdeburg, 21.01.2015

Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft

Aufgabenstellung für die Bachelor-Arbeit

Name: **R e c h t , Stefan**

Matrikel-Nr.: **2010 32 58**

Thema: **„Auswirkungen der Allerrenaturierung bei Wefensleben vom Jahr 2009 zu 2014“**

Aufgabenstellung: siehe Anlage

Erstprüfer: Prof. Dr. rer. nat. habil. V. Lüderitz

Zweitprüfer: Dr. Uta Langheinrich

Bearbeitungszeit: 24. 11. 2014 – 26. 01. 2015



Dekan



Erstprüfer

Magdeburg, 02. 12. 2014

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5	
Tabellenverzeichnis	6	
Abkürzungsverzeichnis	8	
1. Einleitung	9	
1.1 Aufgabenstellung und Ziel.....	10	
2. Erhaltene Unterlagen	11	
3. Beschreibung der Aller	12	
3.1 Lage des Renaturierungsgebietes.....	13	
3.2 Klima und Flächenbewirtschaftung.....	14	
3.3 Böden.....	14	
3.4 Anthropogene Einleitungen.....	15	
3.5 Eigentumsverhältnisse.....	16	
3.6 Fließgewässertypenkartierung der Aller durch das Land Sachsen Anhalt.....	16	
3.7 Unterhaltung der Aller.....	17	
3.8. Gewässerstrukturkarte im Umkreis des Renaturierungsgebietes.....	18	
4. Renaturierung der Aller bei Wefensleben	19	
4.1 Wasserbauliche Maßnahmen.....	19	
4.2 Bepflanzungen.....	21	
5. Erfolgskontrolle zu den Renaturierungsmaßnahmen der Aller bei Wefensleben	22	
5.1 Hydromorphologie der Aller bei Wefensleben.....	23	
5.1.1 Erfolgskontrolle der Hydromorphologie anhand des Gewässertypensteckbriefes Typ 18 ...	28	
5.2 Chemisch-physikalische Untersuchungen.....	30	
5.2.1 Erfolgskontrolle der Chemisch-physikalisch Untersuchungen.....	31	
Stefan Recht	Hochschule Magdeburg-Stendal	3

5.3	Bakteriologische Untersuchungen.....	39
5.4	Biologische Untersuchungen.....	41
5.4.1	Erfolgskontrolle der biologischen Untersuchungen.....	42
5.4.2	Vergleich der nachgewiesenen Makroinvertebraten mit dem Leitbild Typ 18 sowie Typ 14&16.....	49
5.4.3	Erfolgskontrolle der biologischen Untersuchungen mit ASTERICS.....	51
5.4.4	Erfolgskontrolle der biologischen Untersuchungen nach Schaumburg sowie Befischung....	56
6.	Erfolgskontrolle nach Lüderitz et al. (2007) mit den Daten von 2009 und 2010.....	59
7.	Vergleich des Renaturierungserfolges der Aller sowie dem Jungfernbach.....	61
8.	Verbesserungsmöglichkeiten des ökologischen Zustandes der Aller bei Wefensleben..	63
	Literaturverzeichnis.....	64
	Eidesstattliche Erklärung.....	67
	Anlage 1: Übersichtsplanung vom Bestand zur realisierten Maßnahme.....	68
	Anlage 2: Überblick von oben.....	71

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Quellgebiet der Aller	12
(Planungsunterlagen der Landesgesellschaft Sachsen Anhalt mbH, 2008)	
Abbildung 2: Renaturierungsgebiet der Aller bei Wefensleben mit Beschriftung	13
(LVermGEO LSA, 2014)	
Abbildung 3: Bodenübersichtskartenausschnitt des Renaturierungsgebietes	14
(GeoFachDatenServer SA, 2014)	
Abbildung 4: Allertal Störung	15
(LAGB SA, 2014)	
Abbildung 5: Fließgewässertypenausschnitt im Einzugsgebiet der Aller	16
(MLU SA, 01/2005)	
Abbildung 6: Gewässerstrukturkarte im Einzugsgebiet der Aller mit Bearbeitung	18
(LHW SA, 2004)	
Abbildung 7: HW₅	20
(Planungsunterlagen der Landesgesellschaft Sachsen Anhalt mbH, 2008)	
Abbildung 8: Bewuchs des Allerverlaufes mit Erlengalerie im Renaturierungsgebiet	21
(24.09.2014)	
Abbildung 9: Oberhalb des Renaturierungsgebietes, Blick zur Renaturierung	24
(24.09.2014)	
Abbildung 10: Unterhalb des Renaturierungsgebietes, Blick zur Renaturierung	24
(24.09.2014)	
Abbildung 11: Messung oberhalb der Renaturierung (links) und im Renaturierungsgebiet (rechts)	26
(03.10.2014)	
Abbildung 12: Planaria torva (links) Nemoura flexuosa (rechts)	44
(Biopix 05.12.2014)	
Abbildung 13: Planaria Salmo trutta fario	58
(Befischung im Renaturierungsgebiet, 24.09.2014)	
Abbildung 14: Renaturierte Stelle am Jungfernbach	62
(BIL)	

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: SKI Bewertung durch FB Wasser- und Kreislaufwirtschaft 2009	24
(Forschungsbericht 2009)	
Tab. 2: SKI Bewertung nach Hauptparameter	25
(Recht, 2014)	
Tab. 3: SKI Bewertung nach Funktionale Einheiten	25
(Recht, 2014)	
Tab. 4: Fließgeschwindigkeiten	27
(03.10.2014)	
Tab. 5: Vergleich zwischen Aller- Parametern und Gewässersteckbrief Typ 18	29
Tab. 6: Chemische Gewässergüteklassen	30
(www.bmub.bund.de/P2458/)	
Tab. 7: Ergebnisse chemischer Untersuchungen	31
(Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft, 2014)	
Tab. 8: Umrechnung chemischer Untersuchungen	34
(Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft, 2014)	
Tab. 9: Chemische Gewässergüteklasse	35
Tab. 10: Orientierungswerte LAWA Typ 18	37
Tab. 11: Wasserqualität nach Bakterien	39
(Forschungsbericht, 2009)	
Tab. 12: Gesamtcoliforme Bakterien	40
(Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft, 2014)	
Tab. 13: E. coli	40
(Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft, 2014)	
Tab. 14: Fäkalstreptokokken	40
(Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft, 2014)	
Tab. 15: Abundanzklassen	41
(Forschungsbericht 2010)	
Tab. 16: Häufigkeiten nach Kohler	41
(Forschungsbericht 2010)	
Tab. 17: Artenanzahl oberhalb der Renaturierung	42
Tab. 18: Artenanzahl der Renaturierungsstrecke	42

Tab. 19: Artenanzahl unterhalb der Renaturierung	43
Tab. 20: Abundanzen der nachgewiesenen Makroinvertebraten	45
(Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft 2014)	
Tab. 21: Abundanzen der nachgewiesenen Makrophyten	47
(Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft 2014)	
Tab. 22: Qualitätsklassen Allgemeine Degradation	51
(ASTERICS Softwarehandbuch)	
Tab. 23: Ökologische Zustandsklasse und Module	55
Tab. 24: Ökologische Zustandsklasse nach Makrophyten	57
Tab. 25: Erfolgskontrolle, Vergleich mit 2009 und 2010	60
Diagramm 1: Strömungspräferenzen	52
Diagramm 2: Substratpräferenzen	53
Diagramm 3: Ernährungstypen	54

Abkürzungsverzeichnis

BNatSchG	Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
EW	Einwohner
EU-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
LAGB SA	Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen Anhalt
LAZBW	Landwirtschaftliches Zentrum Baden - Württemberg
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LVerGeo LSA	Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt
MLU SA	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen Anhalt
UBA	Umweltbundesamt
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

1. Einleitung

Mit dem technischen Fortschritt und dem unerlässlichen Drang der Menschen, immer schneller und günstiger Produkte herzustellen sowie zu transportieren, beginnt Anfang des 17. Jahrhunderts die Idee, in Deutschland neben dem Anlegen von Kanälen Flüsse zu begradigen, um Transportwege deutlich zu verkürzen und eine ganzjährige Schifffahrt zu ermöglichen. So erwähnt Martin Schmidt in seinem Buch von 2001 „Hochwasser und Hochwasserschutz in Deutschland vor 1850: Eine Auswertung alter Quellen und Karten“, dass zwischen 1600 bis 1810 bereits 13 Mäanderdurchstiche entlang der Elbe zwischen Dresden und Wittenberg durchgeführt wurden. Mit der Industrialisierung Deutschlands um 1835 folgte eine Systematisierung des Flussausbaus in ganz Deutschland. So verlor allein die Elbe innerhalb Deutschlands bis zum heutigen Tage eine Länge von 119 km. Die Folgen sind allseits bekannt: Erhöhte Abflussspitzen und damit erhöhte Hochwassergefahr durch fehlende Retentionsräume, Verringerung des Selbstreinigungsvermögens der Gewässer, biologische Verarmung der Gewässer durch hohe Fließgeschwindigkeiten sowie hohe Temperaturen im Sommer. All dies sind Faktoren, welche einen naturfernen Zustand beschreiben sowie die Erholungsfunktionen, welche das Gewässer auf einen Menschen ausübt, beschränkt. Als weiteres ist die ökologische Durchgängigkeit in vielen Fließgewässern durch z.B. Wehre, Schiffshebewerke und andere wasserbauliche Anlagen stark beeinträchtigt. Um diesen Problemen entgegen zu wirken, wurde die Europäische Wasserrahmenrichtlinie „Richtlinie 2000/60/EG“ am 23. Oktober 2000 für alle Mitglieder der EU verabschiedet und dient als Ordnungsrahmen für eine geregelte Wasserpolitik. Da die natürlichen Gegebenheiten zwischen den einzelnen Mitgliedsstaaten sehr unterschiedlich sind, wird versucht, diese lediglich als Richtlinie für Qualitätsziele zu verwenden. So wurde das deutsche Wasserhaushaltsgesetz 2002 an die Vorgaben der EU-Richtlinie angepasst. Wesentliche Ziele sind die Herstellung der ökologischen Funktionsfähigkeit der Oberflächengewässer und die Erhaltung der Nutzbarkeit des Grundwassers. Als Ziel setzte die EU-WRRL einen „guten ökologischen Zustand“ aller Fließgewässer bis zum Jahr 2015. Die Einstufung des ökologischen Zustandes erfolgt mittels biologischen, hydromorphologischen, chemischen und physikalischen Komponenten. Für jedes dieser einzelnen Module wurden eigene Bewertungsverfahren entwickelt. Mit dieser ist es möglich, Gewässer differenziert zu bewerten. Infolge dessen wurden deutschlandweit Gewässerstrukturkarten erstellt, um die Qualität der Gewässer zu beurteilen und die Möglichkeit zu erhalten, gezielte Renaturierungsmaßnahmen innerhalb Deutschlands durchzuführen zu können.

Doch wie soll eine Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrenaturierungen erfolgen? Es folgten zahlreiche Ansätze, um Fließgewässer mittels Indikatoren bestimmen zu können. Eine der bekanntesten Publikationen ist dabei die Empfehlung der Ländergemeinschaft Wasser (LAWA) mit dem Titel „Biologische Erfolgskontrollen durchgeführter Maßnahmen in Fließgewässern im Rahmen der Umsetzung der WRRL“ von 2010, welche sich auf einen Vergleich biologischer Qualitätskomponenten vor und nach einer Renaturierung bezieht. Ein weiterer Ansatz stammt von LÜDERITZ (2004), LÜDERITZ & LANGHEINRICH (2006). Anhand von acht Indizes, welche zu vier Modulen gehören, wurde ein System zur Bewertung und Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen entworfen. Diese Module bezeichnen: Wassergüte, Hydromorphologie, Naturnähe und Diversität/Schutzwürdigkeit. Die folgende Arbeit „Auswirkungen der Allerrenaturierung bei Wefensleben vom Jahr 2009 zu 2014“ bezieht sich dabei auf den Ansatz von LÜDERITZ & LANGHEINRICH (2006) und der LAWA.

1.1 Aufgabenstellung und Ziel

Die Umsetzung der EU-WRRL erfolgte in Deutschland durch die Neufassung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG), welches am 1. Mai 2010 in Kraft getreten ist. Im Anschluss daran mussten die Landeswassergesetze angepasst werden, da das Wasserrecht eine hoheitliche Aufgabe der einzelnen Bundesländer darstellt. Damit wurden die Länder verpflichtet, in ihrem Zuständigkeitsbereich befindliche Gewässer und Bauwerke so zu bewirtschaften, dass diese die Ziele der EU-WRRL bis 2015 erreichen und gegebenenfalls Maßnahmenprogramme für einen guten ökologischen Zustand entwickeln. Eines dieser Programme ist der Aufbau eines Ökopools an der Aller bei Wefensleben, welcher durch den Landkreis Börde und die Landgesellschaft Sachsen-Anhalt mbH geplant und realisiert wurde. Dies geschah auf Grundlage des BNatSchG Paragraph dreizehn, welches für nicht vermeidbare Beeinträchtigungen der Natur und Landschaft Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen (Geld) fordert. Bei dem Ökopool handelt es sich daher um eine Biotopsverbesserung, welche als zukünftige Kompensation bzw. Ausgleichsfläche für den Bau von Straßen oder Industrieanlagen verwendet werden kann (Igsa). Da jeder Ökopool einen anderen finanziellen Wert besitzt, wird das Biotop in Ökopunkten dargestellt (Ökokonto-Verordnung). Dies ermöglicht es Unternehmen Flächen zu bebauen, ohne selbstständig Biotopverbesserungen planen und durchführen zu müssen. Sie werden lediglich gezwungen, als Ausgleichsmaßnahme Ökopunkte käuflich zu erwerben.

Für die Biotopverbesserung bei Wefensleben, erfolgte daher die Rückverlegung des Allerverlaufes in das Allertal sowie die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit in einem möglichst naturnahen Territorium. Nach Abschluss der Wiederherstellungsarbeiten zu einem naturnahen Lebensraum Ende des Jahres 2008 stellt sich die Frage, ob die Renaturierungsmaßnahmen erfolgreich durchgeführt wurden und ein guter ökologischer Zustand im Renaturierungsgebiet festzustellen ist. Aus diesem Grund befasst sich diese Bachelorarbeit mit dem Titel: „Auswirkungen der Allerrenaturierung bei Wefensleben vom Jahr 2009 zu 2014“ mit den ökologischen Veränderungen innerhalb von fünf Jahren im Einzugsgebiet sowie oberhalb und unterhalb der zu renaturierenden Stelle.

Es soll geprüft werden, ob eine Wiederherstellung des guten ökologischen Zustandes bei Wefensleben erfolgt ist und welche eventuell auftretenden Probleme eine Wiederbesiedlung behindern. Außerdem soll geklärt werden, ob es Möglichkeiten gäbe, einen größeren Renaturierungserfolg zu erzielen.

2. Erhaltene Unterlagen

Für eine zeitliche Untersuchung des Einzugsgebietes bei Wefensleben, wurden durch den Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft folgende Unterlagen bereitgestellt:

- Antrag auf wasserrechtliche Genehmigung zur Renaturierung der Aller bei Wefensleben durch die Landgesellschaft Sachsen-Anhalt mbH von 2008
- Forschungsbericht zum Renaturierungserfolg der Aller bei Wefensleben vom Jahr 2009 durch den Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft
- Forschungsbericht zum Renaturierungserfolg der Aller bei Wefensleben vom Jahr 2010 durch den Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft
- Biologische, bakteriologische sowie chemische Untersuchungen von 2014 durch den Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft

3. Beschreibung der Aller

Die Aller stellt mit einer ungefähren Länge von 260 km und einem Einzugsgebiet von 15.600 km² den größten Nebenfluss der Weser dar. Sie entspringt in Sachsen Anhalt auf den Helmstedt-Alvenslebener Höhen und mündet bei Verden in die Weser. Die Aller nimmt mit ihren Nebenflüssen, wie z.B. die Leine oder Oker, etwa die Hälfte der abfließenden Wassermengen des Harzes auf und hat dabei lediglich ein Gesamtgefälle von 160 m. Dies entspricht einem durchschnittlichen Gefälle von 0,615 ‰. (WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT VERDEN)

Der Flussverlauf wird in drei Abschnitte unterteilt: Oberaller, Mittelaller und Unteraller.

Die Oberaller entspringt wie in Abb. 1 zu sehen, auf den Helmstedt-Alvenslebener Höhen aus den Bächen Wormsdorfer Aller, Eggenstedter Aller und Siegerslebener Aller.

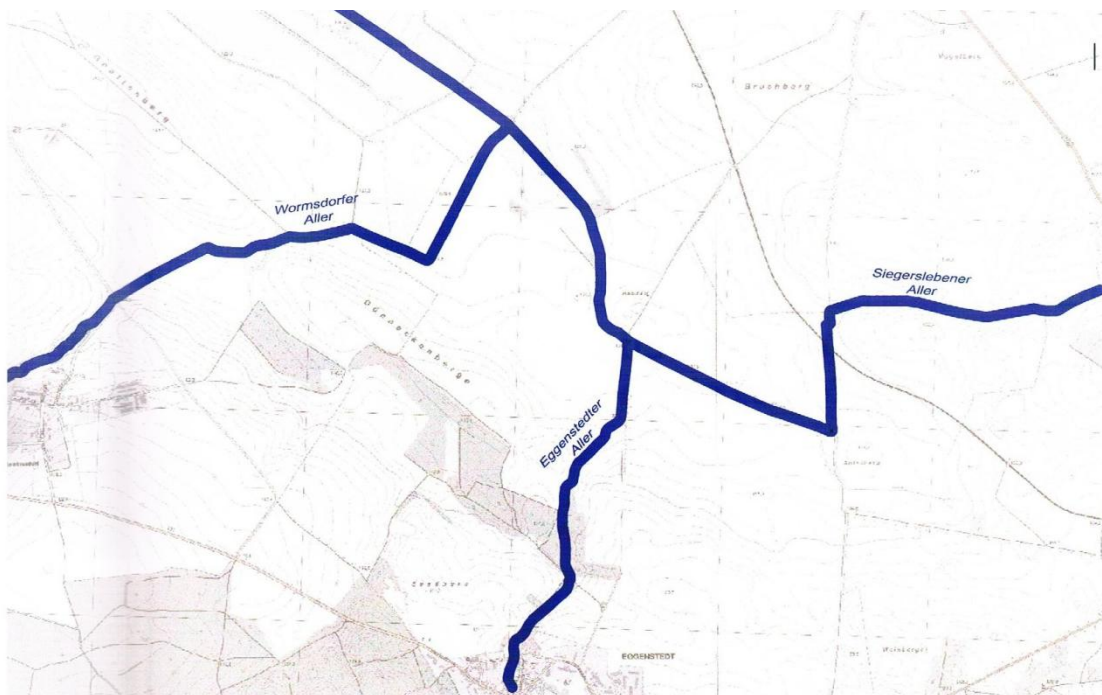


Abbildung 1: Quellgebiet der Aller (Planungsunterlagen der Landgesellschaft Sachsen Anhalt mbH, 2008)

Durch die intensiv landwirtschaftliche Bewirtschaftung fließt die Aller kanalartig inmitten von Grün- und Ackerland und ist damit als stark verändertes Gewässer gezeichnet. Sie fließt bis Müden, wo sie von der Oker gespeist wird.

In Folge der Einspeisung wird die Aller als Mittelaller bezeichnet. Dieser Teil ist mit 30 km relativ klein und beschreibt einen Abschnitt, welcher bis Celle verläuft und dort zur Energiegewinnung angestaut wird.

Nach diesem Stau folgt die Unteraller mit einem befahrbaren Abschnitt für Schiffe von ungefähr 112,1 km und wurde ab dem 14. bis zum 19. Jh. wirtschaftlich befahren. Vor allem Eisenerze aus der Region Harz konnten über Oker und Aller kostengünstig nach Norden transportiert werden. Nordwestlich der Stadt Verden mündet die Aller in die Weser (WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT VERDEN).

3.1 Lage des Renaturierungsgebietes

Das zur Erfolgskontrolle zu untersuchende Renaturierungsgebiet mit einem mittleren Durchfluss von $0,22 \text{ m}^3/\text{s}$ sowie die Abschnitte ober und unterhalb des Einzugsgebietes befinden sich südöstlich der Stadt Wefensleben (Abb. 2) und sind lediglich 9 km vom Quellgebiet der Aller entfernt.



Abbildung 2: Renaturierungsgebiet der Aller bei Wefensleben mit Beschriftung (LVermGEO LSA, 2014)

Anhand der Abbildung ist es möglich, den neu errichteten Flussverlauf zu verfolgen sowie die Beprobungsräume oberhalb und unterhalb der Renaturierung zu erkennen. Die angewendeten Renaturierungsmaßnahmen werden in Punkt 4 beschrieben.

3.2 Klima und Flächenbewirtschaftung

Wie bereits erwähnt und in der Abbildung 2 deutlich zu erkennen, wird das gesamte Umfeld der Aller von der Quelle an landwirtschaftlich genutzt. Aufgrund der durchgeführten Begradigungen und Ausbauten zeigen sich erhebliche Veränderungen im Gewässerprofil sowie im Verlauf. Diese Veränderungen führen zu erheblichen Einschränkungen im Artenreichtum. Die Ansiedlung von Industrie ist nicht anzutreffen, außerdem sind lediglich Dörfer und keine Städte im Einzugsgebiet des Quellgebietes zu finden. So leben in der Stadt Wefensleben laut dem Internet Auftritt der Gemeinde ungefähr 1900 Einwohner.

Das Renaturierungsgebiet befindet sich im maritimen Klima der Börde und weist eine Jahresdurchschnittstemperatur von 8,5 °C sowie einen Jahresniederschlag von 573 mm auf. Durch die zeitweise vernässten Niederungen im Allertal ist es nur teilweise möglich, Grünland zu bewirtschaften. Der durchschnittlich wärmste Monat ist mit 17,4 °C der Juli. Der kälteste ist der Januar mit einer durchschnittlichen Temperatur von -0,1 °C. Die Werte beziehen sich auf das nahe gelegene Wefensleben (CLIMATE-DATA.ORG).

3.3 Böden

Die Angaben der Bodenbeschaffenheit des Renaturierungsgebietes wurden den Bodenübersichtskarten des Landes Sachsen Anhalt entnommen (Ausschnitt in Abb. 3).

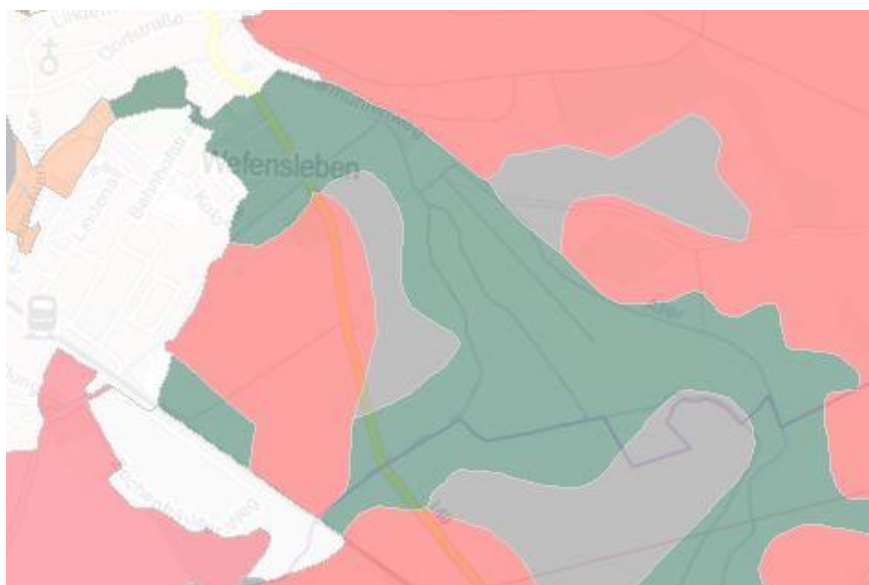


Abbildung 3: Bodenübersichtskartenausschnitt des Renaturierungsgebietes (GeoFachDatenServer SA, 2014)

Anhand der Übersichtskarte handelt es sich im Einzugsgebiet der Aller um organische Böden mit nicht bis mäßig zersetzten Torfen sowie zersetzten Torfen. Diese sind brenn- und schwelbar (DIN18196).

Die Aller verläuft ab ihrem Quellgebiet bis nach Wefensleben auf der Weferlinger-Schönebecker Scholle und befindet sich über einem Salzstock. Aufgrund einer tektonischen Störung steigt bei Wormsdorf (Horstwiesen) Salzwasser zu Tage. Dieses hat nach einer Prüfung von 1943 einen besonders hohen NaCl Anteil von 18,67 g/l (FFH-Gebiet 202 „Salzstelle Wormsdorf“). Bei größeren Niederschlägen ist es daher möglich, dass Salzwasser in die Aller gelangt.



Abbildung 4: Allerthal Störung (LAGB SA, 2014)

3.4 Anthropogene Einleitungen

Neben den eben genannten „natürlichen Einleitungen“ durch die Salzwiesen findet zusätzlich die Einleitung von gereinigtem Abwasser der Kläranlage Eilsleben von ungefähr 10.000 EW und Wefensleben 3.500 EW statt (TAV BÖRDE). Damit erhält die Aller neben den stofflichen Frachten wie BSB₅, NH₄-N und Wasser auch viele coliforme Bakterien, welche die Wasserqualität beeinträchtigen. Als weiteres fließt die Marbetz, ein begradigter Entwässerungsgraben, direkt im Renaturierungsgebiet mit eventuell auftretenden Düngerspuren in die Aller ein.

3.5 Eigentumsverhältnisse

Für die Umsetzung der Renaturierungsmaßnahmen wurden durch die Landgesellschaft Sachsen-Anhalt mbH 187.205 m² von deren Eigentümern käuflich erworben (PLANUNGSUNTERLAGEN LANDGESELLSCHAFT SACHSEN-ANHALT MBH, 2008).

Angaben zur Kaufsumme liegen nicht vor.

3.6 Fließgewässertypenkartierung der Aller durch das Land Sachsen Anhalt

Für eine typspezifische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-WRRL wurde es zunächst nötig, eine flächendeckende Fließgewässertypenkartierung für ganz Deutschland zu erstellen. Für einen einheitlichen Bewertungskatalog aller Fließgewässer einigte sich die LAWA auf das Klassifikationsschema von Pottgiesser & Sommerhäuser mit der aktuellsten Version von 2008. In diesem Schema wurden alle Flüsse Deutschlands in 23 verschiedene Flusstypen sowie zugehörige Subtypen unterschieden. Zusätzlich wurde zu jeder Art ein Steckbrief verfasst, um eine Gewässereinteilung zu erleichtern. Mit Hilfe dieser Zuordnung ist es außerdem möglich, eine Qualitätsprüfung des betrachteten Fließgewässerabschnittes durchzuführen. So erfolgte auch für das Land Sachsen-Anhalt eine Fließgewässertypenkarte. Ein Ausschnitt dieser ist in der folgenden Abbildung 5 im Einzugsgebiet der Aller zu sehen.

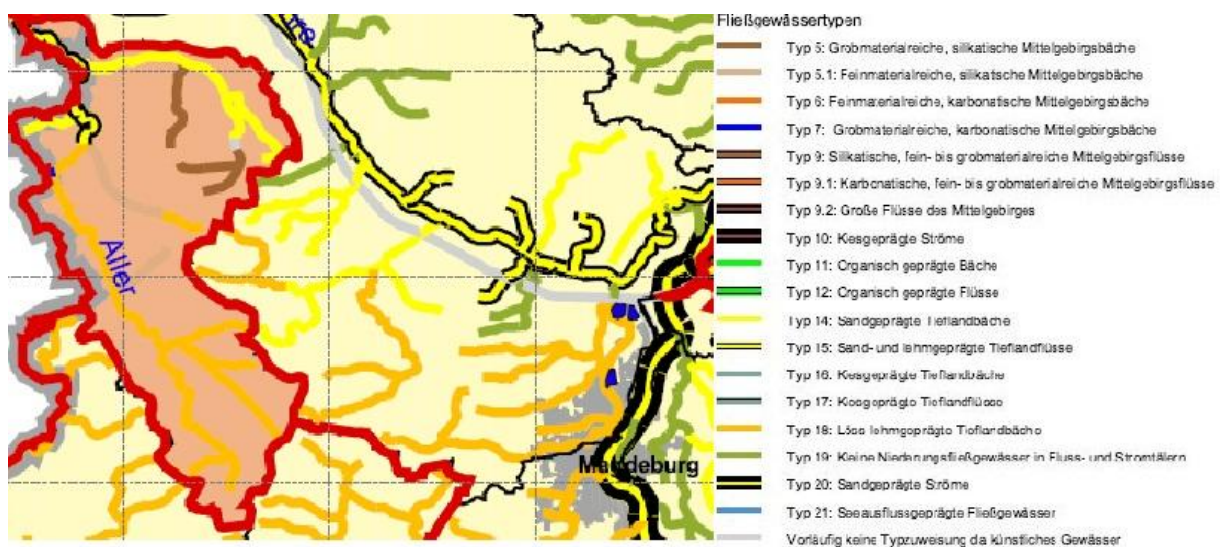


Abbildung 5: Fließgewässertypenausschnitt im Einzugsgebiet der Aller (MLU SA, 01/2005)

Anhand der Fließgewässertypisierung lässt sich erkennen, dass es sich bei der Aller um einen Löss-lehmgeprägten Tieflandbach (Typ 18) handelt. Aus der Veröffentlichung „Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen Anhang 1“, werden aus diesem Grunde wichtige Eigenschaften für den sehr guten ökologischen Zustand des Typ 18 aufgelistet:

- Geschlängelt bis mäandrierender Verlauf
- Sohlsubstrat geprägt von Lehm, Ton und Schluff
- Keine bis schwach vorhandene Krümmungserosionen
- Totholzansammlungen sowie Breitenveränderungen
- Geringe bis mäßige Strömungs- sowie Tiefenunterschiede
- Keine Bebauung und kastenförmiges Profil
- Leitfischarten wie Dreistachliger Stichling und Bachforelle

Als weiteres werden in der Veröffentlichung Angaben über den guten ökologischen Zustand des Typ 18 erwähnt. Da es das Ziel der EU-WRRL ist, Fließgewässer mit einem guten ökologischen Zustand zu erhalten, wird in Punkt 5.1.1 „Erfolgskontrolle der Hydromorphologie Anhand des Gewässertypensteckbriefes Typ 18“ ein Vergleich der renaturierten Strecke mit dem guten ökologischen Zustand erfolgen.

3.7 Unterhaltung der Aller

Die Aller gilt im Einzugsgebiet der Renaturierung als Gewässer 2. Ordnung und ist damit nach §6 des WG LSA vom Eigentümer zu pflegen. Da die Flächen von der Landgesellschaft Sachsen Anhalt mbH erworben wurden, unterliegt die Bewirtschaftung dem:

Unterhaltungsverband Aller und Obere Ohre

Gewerbegebiet West, 239646 Oebisfelde

Tele +49(0)39002830-0

3.8. Gewässerstrukturkarte im Umkreis des Renaturierungsgebietes

Für eine erfolgreiche Wiederbesiedlung von Makrozoobenthos, Makrophyten und Fischen spielt die Struktur von angrenzenden Flüssen und Gewässern sowie dem Ober- und Unterlauf der zu renaturierenden Stelle eine bedeutende Rolle. So haben SUNDERMANN et al. (2011) und STOLL et al. (2013) feststellen können, dass eine Wiederbesiedlung von Makroinvertebraten und Fischen in einem Zeitraum von 4 Jahren begünstigt wird, wenn sich die zu besiedelnden Arten in einem Radius von bis zu 5 km befinden. In weiterer Entfernung wurden keine positiven Auswirkungen auf die Artenvielfalt im Renaturierungsgebiet festgestellt. Da die Planung der Umgestaltung der Aller jedoch im Jahr 2008 durchgeführt wurde, lagen diese Informationen nicht vor.

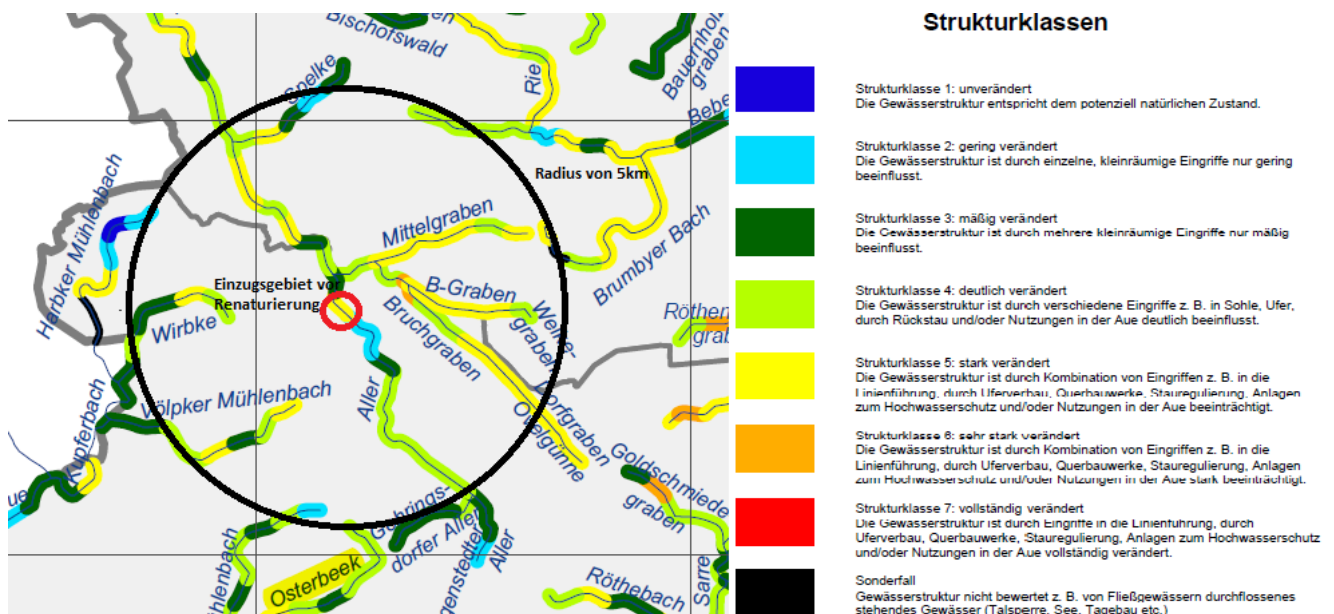


Abbildung 6: Gewässerstrukturkarte im Einzugsgebiet der Aller mit Bearbeitung (LHW SA, 2004)

Die aktuellste Gewässerstrukturkarte des Landes Sachsen-Anhalt stammt aus dem Jahr 2004. Sie zeigt das Einzugsgebiet der Aller vor der Renaturierung mit einer stark veränderten Struktur (5). Im Radius von fünf Kilometern wurde die Gewässerstruktur mit gering (2) im Oberlauf der Renaturierung, bis stark verändert (5) bei den Gräben bewertet. Diese Bewertungen (vor allem im Oberlauf) lassen darauf hoffen, eine schnelle Wiederbesiedlung im Renaturierungsgebiet zu erhalten. Nachfolgende Untersuchungen aus den Jahren 2009 und 2010 durch den Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft sowie die Kartierung im Rahmen dieser Bachelorarbeit im Jahr 2014 ergaben für den Bereich oberhalb und unterhalb der Renaturierung jedoch die Strukturklasse 6 (sehr stark verändert).

Daher wird angenommen, dass die Bewertungen innerhalb des fünf Kilometer Radius zu „gut“ bewertet wurden. Dieses bedeutet aber auch, dass in den stark bis sehr stark veränderten Gewässern eine geringere Artenvielfalt zu erwarten ist und eine Wiederbesiedlung von Makrozoobenthos am Beispiel von SUNDERMANN et al. 2011 erschwert wird. Eine detaillierte Erklärung zur Strukturklassenbewertung findet sich in den Erfolgskontrollen wieder.

4. Renaturierung der Aller bei Wefensleben

Die wasserwirtschaftliche Planung der Renaturierungsmaßnahmen wurde im Jahr 2008 durch das Ingenieurbüro Gödecke für die Landesgesellschaft Sachsen-Anhalt mbH durchgeführt. Eine genaue Übersichtsplanung vom Ist zum Soll Zustand ist der Anlage 1 „Übersichtsplanung vom Bestand zur realisierten Maßnahme“ beigefügt. Diese wurde vom Ingenieurbüro selbst angefertigt.

Der folgende Abschnitt soll durchgeführte Arbeiten kurz beschreiben, um im späteren Verlauf der Bachelorarbeit eventuelle Verbesserungen aufzeigen zu können.

4.1 Wasserbauliche Maßnahmen

Zur Erreichung der ökologischen Durchgängigkeit im Renaturierungsgebiet wurde es zwingend notwendig, das einzig vorhandene Bauwerk, einen ehemals betriebenen Mühlgraben, zu entfernen. Dieser stellte mit einem senkrechten Absturz von ungefähr 1,8 m ein unüberwindbares Hindernis für zum Beispiel Bachforellen mit einer maximalen Sprunghöhe von 80 cm (LAZBW) dar. Als Ersatz hierfür wurde eine Sohlgleite mit einem Gefälle von 1:25 errichtet. Damit ist eine hydraulische sowie ökologische Durchgängigkeit gewährleistet. Die aufwändigste Arbeit war die Neuverlegung des Allerverlaufes. Hierfür wurde entlang des Wefenslebener Mittelgrabens ein neuer naturnaher geschwungener Flussverlauf mit einer Länge von 750 m und einem Querschnitt von 1,5m angelegt. Die Ufer wurden möglichst gering befestigt, um ein freies Fließverhalten zu ermöglichen. Berührungspunkte mit dem Mittelgraben galt es durch Verfüllungen zu versiegeln. Der Mittelgraben selbst blieb erhalten.

Als weiteres wurde der Einlauf der Marbetz um 220 m oberhalb der Fließrichtung der Aller verlegt, um die Einmündung aus den stark vernässten Flächen zu entfernen. Die Querprofiliefen der Neuverlegung liegen lediglich zwischen 1 m bis ungefähr 1,5 m, so dass die Aller bereits bei einem zweijährigem Hochwasser übertreten kann. Dieses stellt jedoch keine Probleme dar, da es sich beim Umland um Grünland handelt, welches in einer Talsohle liegt und damit geeignet für Hochwasserereignisse ist. Daher wird ein Retentionsraum für Regenwasser geschaffen. Eine graphische Übersicht bei fünfjährigen Hochwassern wurde bereits vom Ingenieurbüro Gödecke erstellt und ist im Folgenden (Abb. 7) zu sehen.



Abbildung 7: HW₅ (Planungsunterlagen der Landesgesellschaft Sachsen Anhalt mbH, 2008)

Zur Erhöhung der Artenvielfalt wurden zusätzlich zwei Wiesentümpel im Einzugsgebiet mit einer Größe von 500 – 1000 m² und einer Tiefe von 1,5 m angelegt. Diese ermöglichen eine frostfreie Überwinterung von Amphibien. Die Tümpel werden in der Erfolgskontrolle jedoch unberücksichtigt bleiben (PLANUNGSUNTERLAGEN 2008, LANDGESELLSCHAFT SACHSEN-ANHALT MBH).

4.2 Bepflanzungen

Einer der wichtigsten Aspekte jeder Renaturierung ist die flusstypische Bepflanzung. Hierzu ist eine Vielzahl von Fachliteratur erschienen. In der Schrift „Renaturierung kleiner Fließgewässer“ von Günter Gunkel werden Vorschläge zur Umgestaltung sowie Bepflanzung vorgegeben. So werden im Buch unter Punkt 6 „Konzepte zur Renaturierung kleiner Fließgewässer“ zahlreiche Vorschläge, wie das Fördern von Weichgehölzen und Röhrichten erörtert. So wundert es nicht, dass an der Südwestseite der Aller eine Erlen- und Weidengalerie angelegt wurde. Diese soll den Fluss beschatten, um die Wassertemperatur zu senken und gleichzeitig als Lebensraum vieler Arten wie dem Graureiher dienen. Der neue Einlauf der Marbetz in die Aller ist mit Weiden bepflanzt, um möglichst große Wasserschwankungen zu kompensieren und den Boden fest zu halten. Schilfrhizomen wurden am alten Marbetzverlauf bepflanzt. Aufgrund der Eutrophierung sowie geringen Bewirtschaftung verbreitete sich Schilf und umgibt den Bachverlauf nun vollständig. Dieses erschwert die Zugänglichkeit sehr stark.



Abbildung 8: Bewuchs des Allerverlaufes mit Erlengalerie und Schilf im Renaturierungsgebiet (24.09.2014)

Das gesamte Renaturierungsgebiet wird von Grünland umschlossen, eine Düngung ist weitestgehend untersagt. Das Gebiet soll als Weidefläche für Vieh und zur 2- schnürigen Wiesennutzung verwendet werden. Dies erfolgt, um die Zugänglichkeit zu gewährleisten sowie das wilde Wachsen von Schilf, Sträuchern und Bäumen zu verhindern (PLANUNGSUNTERLAGEN LANDGESELLSCHAFT SACHSEN-ANHALT MBH).

5. Erfolgskontrolle zu den Renaturierungsmaßnahmen der Aller bei Wefensleben

Zur Auswertung von Renaturierungsmaßnahmen ist es zwingend notwendig, einen Datenkatalog aus mehreren Jahren zu erstellen. Mit diesem wird es möglich, Veränderungen in einem Zeitintervall zu erkennen und Resultate zu ermitteln. Besonders die Wiederbesiedlung von Makroinvertebraten benötigt hierbei viel Zeit. Die Daten können genutzt werden, um bessere Ergebnisse bei zukünftigen Renaturierungsmaßnahmen zu erzielen sowie den von der EU-WRRL geforderten „guten ökologischen Zustand“ zu überprüfen. Am Beispiel der Aller wurden im Folgejahr der Renaturierungsmaßnahmen (2009) durch den Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft der Hochschule Magdeburg, Untersuchungen durchgeführt, um einen Datensatz zu erheben und zu veröffentlichen. Diese wurden in den Jahren 2010 sowie 2014 wiederholt, um sechs Jahre nach Abschluss der Baumaßnahmen den geforderten „guten ökologischen Zustand“ nachweisen zu können. Die Erfolgskontrolle wurde wie auch im Jahr 2010, nach der Methodik nach LÜDERITZ et al. (2007). Für diesen Vergleich wurden in den Jahren fünf verschiedene Untersuchungen durchgeführt sowie protokolliert. Diese Indikatoren sind: die biologische, die bakteriologische, die chemische und die hydromorphologische Bewertung. Diese Bioindikatoren umfassen ein breites Spektrum der Umweltqualität und sind an jedem Gewässer durch geschultes Personal durchführbar. Untersucht wurden dabei nicht nur das Renaturierungsgebiet, sondern auch die Gebiete oberhalb und unterhalb. Damit ist es möglich, Erkenntnisse im Renaturierungsgebiet zu gewinnen. Außerdem kann ein Vergleich zwischen der Renaturierungsstrecke sowie den unveränderten Verläufen erfolgen.

Die Messstellen der durchgeführten Untersuchungen befinden sich an den folgenden Stellen:

- Unterhalb, ca. 100 m unterhalb der Renaturierung
- Renaturierungsstrecke, Beginn und Ende
- Oberhalb, Durchlass

Der größte Unterschied zwischen der umgebauten Aller und den alten Streckenverläufen ist in der Hydromorphologie festzustellen und wird aus diesem Grund als erstes in dem folgenden Punkt: „Hydromorphologie bei Wefensleben“ behandelt.

5.1 Hydromorphologie der Aller bei Wefensleben

Die hydromorphologische Bewertung der Aller erfolgt mittels des Erhebungsbogens der LAWA von 1998 und dient zur Vor-Ort-Kartierung. Die Morphologie eines Flusses bestimmt den Lebensraum eines jeden ansässigen Organismus und trägt damit stark zur Artenbildung als auch zur Vielfalt bei.

Die Gewässerbewertung der LAWA erfolgt mit Hilfe einer Index-gestützten Bewertung aus 25 Einzelparametern. Diese lassen sich in einem Punktesystem von eins bis sieben benoten und anschließend zu sechs Hauptparametern zusammen fassen. Mit diesen Hauptparametern wird anschließend die Gewässerstrukturklasse durch Bildung des Mittelwertes berechnet.

Zuzüglich ist eine zweite Bewertung anhand funktionaler Einheiten möglich. Diese basieren auf naturraumspezifischen Leitbildern und dem Eindruck an der zu untersuchenden Stelle. Diese erfolgt auch hier mit einer siebenstufigen Klassifikation. Nach Anwendung beider Verfahren ist ein Bewertungsvergleich möglich, um eventuell auftretende Abweichungen und Fehler zu korrigieren.

Die Strukturklassen werden wie folgt unterteilt:

SKI 1 (1 - 1,7) unveränderte Struktur, **SKI 2** (1,8 - 2,6) gering veränderte Struktur, **SKI 3** (2,7- 3,5) mäßig veränderte Struktur, **SKI 4** (3,6 - 4,4) deutlich veränderte Struktur, **SKI 5** (4,5- 5,3) stark veränderte Struktur, **SKI 6** (5,4 – 6,2) sehr stark veränderte Struktur, **SKI 7** (6,3 - 7) vollständig veränderte Struktur.

Ziel der EU-WRRL ist es, Gewässerstrukturen zwischen den Klassen 1-3 zu erreichen.

Die Bewertungen der Gewässerstrukturen oberhalb und unterhalb der Renaturierungszone (Abb. 9 und 10) wurden durch den Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft zusammengefasst, da es sich in ihren Eigenschaften um nahezu identische Fließstrecken handelt. Die Gewässer verlaufen sehr stark verändert (geradlinig) und sind mit einem gleichförmigen, sehr tief liegenden Trapezprofil gekennzeichnet. Neben den kaum vorhandenen Uferrandstreifen befinden sich entweder bewirtschaftetes Ackerland, Grünland oder aber befestigte Straßen. Die Sohle besteht aus einem Lehm- Schlamm-Gemisch und erreicht eine Dicke bis zu 40 cm. Das Ufer selbst ist sehr artenarm und wird hauptsächlich mit Gräsern und Brennnesseln bewachsen. Aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeit findet kaum Seitenerosion statt. Daher wurden die Abschnitte mit einem SKI von 6 (Tab. 1) bewertet.



Abbildung 9: Oberhalb des Renaturierungsgebietes, Blick zur Renaturierung (24.09.2014)



Abbildung 10: Unterhalb des Renaturierungsgebietes, Blick zur Renaturierung (24.09.2014)

Die Videoaufnahmen in Anlage 2 „Überblick von oben“ geben einen weiteren Einblick und befinden sich auf der beigefügten CD.

Tab. 1: SKI Bewertung durch FB Wasser- und Kreislaufwirtschaft 2009 (Forschungsbericht 2009)

Hauptparameter	unterhalb und oberhalb der R.	Renaturierungsstrecke
Laufentwicklung	6	3
Längsprofil	6	2
Querprofil	5	2
Sohlenstruktur	5	4
Uferstruktur	5	3
Umfeld	6	2
Gesamt	5,5	2,7
SKI	6	3

Zusätzlich zu den bestehenden Untersuchungen fand im August 2014 eine Vergleichsbewertung statt. Um ein möglichst genaues Ergebnis zu erhalten, wurden zusätzlich zu den Hauptparametern die funktionalen Einheiten geprüft. Die Resultate sind den folgenden Tabellen 2 und 3 zu entnehmen.

Tab. 2: SKI Bewertung nach Hauptparameter (Recht, 2014)

Hauptparameter	oberhalb der R.	unterhalb der R.	Renaturierung
Laufentwicklung	6,3	6,3	3,5
Längsprofil	5,7	5,7	2
Querprofil	6	6	2,75
Sohlenstruktur	5	5	4
Uferstruktur	5	5	3
Gewässerumfeld	4,75	5,5	2,5
Durchschnitt	5,46	5,58	2,96
SKI	6	6	3

Tab. 3: SKI Bewertung nach Funktionale Einheiten (Recht, 2014)

Funktionale Einheiten	oberhalb der R.	unterhalb der R.	Renaturierung
Laufentwicklung	6	6	3
Längsprofil	6	6	2
Sohlenstruktur	5	5	4
Durchschnitt	5,67	5,67	3
Querprofil	5,7	5,7	2,3
Uferstruktur	5,3	5,3	3,3
Durchschnitt	5,5	5,5	2,8
Gewässerumfeld	5,3	5,75	2,3
Durchschnitt	5,3	5,75	2,3
Gesamtdurchschnitt	5,5	5,64	2,7
SKI	6	6	3

Die Ergebnisse des Jahres 2014 spiegeln die Einschätzung von 2009 wieder. So handelt es sich bei den nicht renaturierten Stellen um stark veränderte Strukturen, welche durch den Menschen geschaffen wurden. Es fällt außer an der lehmigen Sohlsubstanz sehr schwer, ein Typ 18 Gewässer als solches zu erkennen. Vielmehr erinnert es an einen vollständig ausgebauten Graben.

Die Bewertung des renaturierten Bereiches fiel sehr schwer, da die Zugänglichkeit durch starken Schilfwuchs beschränkt wurde. So wurden zusätzlich zur Vor-Ort-Kartierung Planungsunterlagen des Ingenieurbüros Gödecke hinzugezogen.

Für den neuen Verlauf wurde eine geschwungene Fließstrecke gewählt. Diese ist, wie bereits bei den wasserbaulichen Maßnahmen beschrieben, deutlich flacher und weist Breitenveränderungen auf. Es wurde ein bepflanzter Gewässerschonstreifen als auch eine Erlengalerie angelegt, um einen naturnahen Lebensraum zu gestalten. Im Sohlssubstrat findet sich Kies und Schotter, welches aber mit Lehm und Schlamm überdeckt wird. Die Schlammschichtdicke beträgt jedoch nur bis zu 10 cm. Aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeiten, welche der Tabelle 4 zu entnehmen sind, findet wenig Breitenerosion statt. Diese sind aufgrund des geringen Gefälles typisch für ein Typ 18 Fließgewässer. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde der Abschnitt mit SKI 3 mäßig verändert bewertet und zeigt damit keine Veränderung zum Bericht von 2009. Das Ziel der EW-WRRL ist damit erfüllt.

Die Fließgeschwindigkeiten wurden mit einem FLO-MATE 2000 ermittelt. Das Gerät verfügt über einen elektromagnetischen Sensor, welcher nach dem Faradayschen Prinzip ein Magnetfeld aufbaut und durch das vorbei fließende Wasser eine Spannung induziert. Vorteile sind dabei der leichte Aufbau, die mobile Einsatzmöglichkeit, wie auch das direkte Ablesen der Fließgeschwindigkeiten auf dem Display. Nachteile ergeben sich durch die Ungenauigkeit des Messgerätes selbst von $\pm 2\%$ sowie der eventuell problematischen Sohlstruktur. So versank der Sensor, welcher an einem Stab befestigt wurde, sehr schnell im Schlamm und musste festgehalten werden, wie in Abbildung 11 zu sehen. Die Daten wurden jeweils 15cm nahe dem Ufer und dem Querschnittsmittelpunkt erfasst.



Abbildung 11: Messung oberhalb der Renaturierung (links) und im Renaturierungsgebiet (rechts) (03.10.2014)
Die Fließgeschwindigkeitsmessung wurde oberhalb der R. (10m vor der Brücke),

auf halber Länge des Renaturierungsgebietes und unterhalb der R. (10m vor der Brücke) im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt. Die Bauwerke hatten keinerlei Auswirkungen auf die Fließgeschwindigkeit, da diese wie in Tab. 4 zu sehen, sehr gering sind und keine Stauungen erkennbar waren. Außerdem wurden die Messungen in unmittelbarer Nähe wiederholt, um genauere Geschwindigkeiten zu erhalten, da die Daten des Messgerätes durch Schlamm aufwirbelungen beeinflusst wurden.

Tab. 4: Fließgeschwindigkeiten (03.10.2014)

Messung	Oberhalb			Renaturierung			Unterhalb		
	v (m/s)	v (m/s)	v (m/s)	v (m/s)	v (m/s)	v (m/s)	v (m/s)	v (m/s)	v (m/s)
	R ₁	M	R ₂	R ₁	M	R ₂	R ₁	M	R ₂
1	0,075	0,142	0,078	0,100	0,385	0,099	0,029	0,102	0,040
2	0,083	0,165	0,065	0,096	0,361	0,103	0,015	0,118	0,035
3	0,080	0,185	0,069	0,093	0,374	0,097	0,021	0,131	0,051
Mittelwert	0,079	0,164	0,071	0,096	0,373	0,100	0,022	0,117	0,042

R₁= 15cm vom rechten Ufer in Fließrichtung; M= Mittelpunkt vom Fließquerschnitt; R₂= 15cm vom linken Ufer in Fließrichtung

Die Werte zeigen, dass sich durch die Tieferlegung der Aller im Renaturierungsgebiet die Fließgeschwindigkeiten trotz des starken Bewuchses im mittleren Durchfluss von 0,164 m/s (oberhalb) und 0,117 m/s (unterhalb) auf 0,373 m/s mehr als verdoppeln. Zur Überprüfung der Fließgeschwindigkeiten werden die Tabellen von BOLLRICH und PREIBLER (1992) heran gezogen. Schluff besitzt mit einer Korngröße von 0,02 mm bis 0,063 mm eine kritische Fließgeschwindigkeit von 0,1 m/s bis 0,2 m/s. Da dieses feine Material außerhalb des Renaturierungsgebietes in großen Mengen abgelagert wird, können die durch den Flo-Mate ermittelten Werte als realistisch befunden werden. Aufgrund der höheren Fließgeschwindigkeit im Renaturierungsgebiet sind Schluff Anteile deutlich geringer. Größere Körnungen wie Mittelsand bei einem v_{crit} von 0,35m/s bis 0,45m/s werden sichtbar.

Die erhöhte Fließgeschwindigkeit bringt vor allem für die Besiedlung von strömungsliebenden Arten Vorteile. So liegt die ideale Strömungsgeschwindigkeit von Bachforellen zwischen 0,3 m/s bis 0,5 m/s (LAZB). Dies wurde in dem neu angelegten Allerverlauf realisiert. Im Unterlauf der Renaturierung nimmt die Fließgeschwindigkeit wieder stark ab. Dies birgt die Gefahr von übermäßig hohen Absetzungen mit Feinanteilen. Da sich die Länge des neuen Verlaufes jedoch auf 750 m beschränkt, sind die im Flusswasser gesammelten Sedimente gering.

5.1.1 Erfolgskontrolle der Hydromorphologie anhand des Gewässertypensteckbriefes Typ 18

Mit dem Erhebungsbogen der LAWA von 1998 ist es nicht möglich, eine exakte hydromorphologische Bewertung der Aller durchzuführen, da sich dieser zwar für die Untersuchung in Gewässertypen unterscheiden lässt, aber am Beispiel der Aller keine Bewertung von Typ 18 Fließgewässer „Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche“ zulässt. So konnte lediglich eine allgemeine Zustandsauswertung für Flachlandgewässer erfolgen. Zur Überprüfung des guten ökologischen Zustandes nach den EU-WRRL werden aus diesem Grund die Gewässertypen-Steckbriefe von POTTGIEßER und SOMMERHÄUSER (2008) für den neu errichteten Verlauf heran gezogen. Die Tabelle 5 zeigt auf der folgenden Seite die charakteristischen Merkmale eines Typ 18 im guten ökologischen Zustand und ob diese im Renaturierungsgebiet erfüllt wurden.

Der Vergleich ergibt, dass die meisten Parameter für einen guten ökologischen Zustand nach Sommerhäuser und Pottgießer erfüllt wurden. Defizite bestehen vor allem bei der Profilform, da kein kastenförmiges, sondern ein trapezförmiges Profil beim Umbau gewählt wurde. Auch ist die Profiltiefe nach den Angaben des Steckbriefes zu gering. Aufgrund der Laufverlegung und den damit verbundenen rauen Gleiten ins Allertal steigt das Gefälle an, welches zu einer erhöhten Strömungsdiversität führt. Diese ist jedoch nicht zu vermeiden, um das Gelände vom Allertal erfolgreich ausnutzen zu können. Eines der besonderen Merkmale „Löss-lehmgeprägter Tieflandbäche“ ist neben dem feinen Substrat die Präsenz von Totholz. Dies wurde bei den Renaturierungsmaßnahmen nicht beachtet, so dass eine Anreicherung mit diesem lediglich durch absterbendes Holz aus der anliegenden Erlengalerie erfolgen kann.

Insgesamt können aus hydromorphologischer Sicht die Ergebnisse der SKI Bewertung mit Hilfe der Erhebungsbögen bestätigt werden und dem renaturierten Abschnitt das Prädikat „guter morphologischer Zustand“ verliehen werden.

Eine veränderte Morphologie ist zwischen den Jahren 2009 und 2014 nicht erkennbar.

Tab. 5: Vergleich zwischen Aller- Parametern und Gewässersteckbrief Typ 18

	Einzelparameter	Guter ökologischer Zustand	Bestanden
1. Laufentwicklung	1.1 Laufkrümmung	stark geschwungen	✓
	1.2 Krümmungserosion	keine bis schwach	✓
	1.3 Längsbänke	Ansätze	✓
	1.4 Bes. Laufstrukturen	wenige	✓
	1.5 Lauftyp	unverzweigt	✓
2. Längsprofil	2.1 Querbauwerke	keine strukturell schädlichen	✓
	2.2 Verrohrung/Überbauung	keine	✓
	2.3 Rückstau	kein	✓
	2.4 Querbänke	wenige	✓
	2.5 Strömungsdiversität	gering	x
	2.6 Tiefenvarianz	mäßig	✓
	2.7 Ausleitung	keine	✓
3. Sohlstruktur	3.1 Sohlsubstrat	Lehm, Schluff und Ton	✓
	3.2 Substratdiversität	Gering bis mäßig	✓
	3.3 Sohlverbau > 10m	kein	✓
	3.4 Bes. Sohlstrukturen	wenig bis mehrere	✓
	3.01 Bes. Sohlbelastung	geringe Belastungen	✓
	3.02 Feinsedimentanteil	dominant	✓
	3.03 Totholz	mäßig, > 5-10%	x
4. Querprofil	4.1 Profiltyp	kastenförmig	x
	4.2 Profiltiefe	tief bis sehr tief	x
	4.3 Breitenerosion	keine	✓
	4.4 Breitenvarianz	gering	x
	4.5 Durchlass/Brücke	keine strukturell schädlichen	✓
5. Uferstruktur	5.1 Uferbewuchs	durchgehender Uferstreifen	✓
	5.2 Uferverbau	kein	✓
	5.3 Bes. Uferstrukturen	wenig bis mehrere	✓
	5.01 Uferbelastung	gering	✓
	5.02 Beschattung	schattig, > 50-75%	✓
6. Gewässerumfeld	6.1 Flächennutzung	Biotope/Brache	✓
	6.2 Gewässerrandstreifen	durchgehend, beidseitig	✓
	6.3 Schädliches Umfeld	keine	✓
	6.01 Bes. Umfeld	keine	✓

5.2 Chemisch-physikalische Untersuchungen

Neben den hydromorphologischen Parametern sind es vor allem die chemisch-physikalischen Eigenschaften, welche das Leben von Makrophyten und Makroinvertebraten bestimmen. Diese werden in der Aller durch anthropogene Einflüsse in die Gewässermorphologie, den Eintrag durch gereinigtes Abwasser sowie durch Düngebelastung der angrenzenden Landwirtschaft stark verändert. Um das Gefährdungspotential erkennen zu können, wurde es daher wichtig, ein umfangreiches, chemisch-physikalisches Gewässerbild zu erstellen. Die Untersuchungen wurden in den Jahren 2009, 2010 wie auch im Jahr 2014 durch den Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft entsprechend der dafür vorgesehenen DIN durchgeführt. Die Verfahren sind den Forschungsberichten von 2009 und 2010 zu entnehmen.

Für einen direkten Vergleich der Gewässergüte wird auch in diesem Bericht das siebenstufige Bewertungsschema des UBA (2004) angewandt. Die Klasse eins gibt den idealen (unbelasteten) Zustand und Klasse sieben den ungünstigsten (sehr hohe Belastung) Zustand wieder (siehe Tabelle 6). Ziel der EU-WRRL ist es, alle Gewässer auf ein chemisches Niveau der Klasse 2 zu heben.

Tab. 6: Chemische Gewässergüteklassen (www.bmub.bund.de/P2458/)

Stoffname	Einheit	Stoffbezogene chemische Gewässergüteklasse						
		I	I - II	II	II - III	III	III - IV	IV
Gesamtstickstoff	mg/l	≤ 1	≤ 1,5	≤ 3	≤ 6	≤ 12	≤ 24	> 24
Nitrat-N	mg/l	≤ 1	≤ 1,5	≤ 2,5	≤ 5	≤ 10	≤ 20	> 20
Nitrit-N	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 0,4	≤ 0,8	> 0,8
Ammonium-N	mg/l	≤ 0,04	≤ 0,1	≤ 0,3	≤ 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	> 2,4
Gesamtphosphor	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,3	≤ 0,6	≤ 1,2	> 1,2
Ortho-Phosphat-P	mg/l	≤ 0,02	≤ 0,04	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 0,4	≤ 0,8	> 0,8
Sauerstoffgehalt ¹	mg/l	> 8	> 8	> 6	> 5	> 4	> 2	≤ 2
Chlorid	mg/l	≤ 25	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	> 800
Sulfat	mg/l	≤ 25	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	> 800
TOC	mg/l	≤ 2	≤ 3	≤ 5	≤ 10	≤ 20	≤ 40	> 40
AOX	µg/l	"0"	≤ 10	≤ 25	≤ 50	≤ 100	≤ 200	> 200

- Bewertung:
- Güteklasse I anthropogen unbelastet, Güteklasse I-II sehr geringe Belastung,
 - Güteklasse II mäßige Belastung, Güteklasse II-III deutliche Belastung
 - Güteklasse III erhöhte Belastung, Güteklasse III-IV hohe Belastung
 - Güteklasse IV (rot): sehr hohe Belastung

5.2.1 Erfolgskontrolle der chemisch-physikalisch Untersuchungen

Die Untersuchungen der Jahre 2009 und 2010 zeigten, dass zwischen den einzelnen Messstellen keine auffallenden Unterschiede, mit Ausnahme der Chloridkonzentration, nachgewiesen werden konnte. Es zeigte sich, dass die Renaturierungsmaßnahmen keine positiven Effekte auf die Wasserqualität ausübten, obwohl im direkten Einzugsgebiet der Renaturierungszone das Düngen verboten ist. Die Selbstreinigungsleistung ist aufgrund der knappen Länge von 750 m deutlich zu schwach, um merkbare Unterschiede festzustellen. Aus diesem Grund konnte auf eine Untersuchung im renaturierten Bereich im Jahr 2014 verzichtet werden. Es fand lediglich eine Untersuchung ober- und unterhalb der Renaturierung statt (Tab.7). Zusätzlich zu den Resultaten von 2014 wurden die Ergebnisse von 2010 für die Gebiete außerhalb der Renaturierung eingefügt. Diese zeigen, dass die Gewässerqualität der Aller nicht durch das Renaturierungsgebiet positiv beeinflusst wird. Vielmehr stehen die Gewässerparameter in Abhängigkeit zum Monat und damit den anthropogenen Einflüssen sowie der allgemeinen Selbstreinigungsleistung der Aller in Verbindung.

Tab. 7: Ergebnisse chemischer Untersuchungen (Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft, 2014)

Parameter	Messstelle Einheit	Oberhalb der Renaturierung			Unterhalb der Renaturierung		
		31.03.2014	29.04.2010	17.07.2014	31.03.2014	29.04.2010	17.07.2014
TW	°C	9,7	12,9	19,3	9,5	13,2	19,1
LF	µS/cm	1.045	1.306	1.141	1.107	1.387	1.153
pH	-	6,62	7,93	7,61	6,71	7,85	7,62
O ₂	mg/L	11,5	10,81	3,85	10,34	9,95	5,94
O ₂	%	103,6	108,1	41,7	92,9	102,8	64
TN	mg/L	7,7	11,0	3,5	7,8	10,7	3,9
NO ₃ ⁻	mg/L	28,6	39,8	12,4	29	39,4	10,5
NO ₂ ⁻	mg/L	0,202	0,257	0,264	0,239	0,257	0,169
NH ₄ ⁺	mg/L	<0,02	0,115	0,051	<0,02	0,119	0,04
o-PO ₄ ³⁻	mg/L	0,406	0,177	1,851	0,374	0,167	1,657
Ges-PO ₄ ³⁻	mg/L	0,62	0,351	1,968	0,611	0,356	1,821
Cl ⁻	mg/L	90,1	85,800	83	114,2	106,4	86,5
SO ₄ ²⁻	mg/L	171	176,250	150	181	182	144
TOC	mg/L C	76,4	6,020	55,3	77,6	6,5	54,2
Zehrung	mg/L O ₂	2,8	1,600	1,79	2,76	2	1,62
Ca ²⁺	mg/L	172	189,280	130	170	151,8	145
Mg ²⁺	mg/L	37	36,620	33,1	38,9	59,4	28,6
KS _{4,3}	mmol/L	6,35	5,640	5,86	6,29	5,72	5,9
CSB	mg/L O ₂	20,9	14,800	27,5	21,3	15,7	24,6
Trübung	FNU	6,2	2,360	1,32	11,41	2,38	1,34

Bevor eine Einteilung in die stoffbezogene chemische Gewässergüteklasse stattfindet, wird zunächst an einigen Beispielen deren Einwirkung auf Makroinvertebraten und Fischen mithilfe des Werkes von GÜNTER GUNKEL (1996) durchgeführt. Bei den in der Tabelle 7 angegebenen Werten handelt es sich zwar nicht um maximal erreichbare Grenzwerte, jedoch spiegeln sie die alltäglichen Parameter für den März, April und Juni wieder.

Temperatur: Die Wirkung der Temperatur auf einen Organismus erfolgt durch die spezifische Temperaturtoleranz eines jeden Lebewesens. Diese Spanne kann bei Makroinvertebraten sehr hoch sein, ist für die Fortpflanzung und damit deren Verbreitung jedoch deutlich geringer. So vermehren sich *Gammarus pulex* ungefähr zwischen 5 °C bis 20 °C. Bei einer wie bereits in Punkt 3.2 erwähnten Jahresdurchschnittstemperaturen von 8,5 °C, haben sie damit ideale Lebensvoraussetzungen. Die Temperatur beeinflusst jedoch nicht nur die Lebensbedingungen von Organismen, sondern auch andere Parameter wie die Löslichkeit von Sauerstoff und Mineralien. Nach der RGT-Regel verlaufen außerdem alle chemischen Reaktionen bei einer Erhöhung der Temperatur um 10 K doppelt bis viermal so schnell ab.

LF: Die elektrische Leitfähigkeit gibt keine Auskünfte als Toleranzparameter für Makroinvertebraten. Sie zeigt jedoch mit 1000 µS/cm bis 1400 µS/cm einen hohen Anteil durch anthropogene Einflüsse. Gewässer mit geringer Belastung erreichen nur ungefähr 300µS/cm.

pH-Wert: Für viele Organismen liegt der Toleranzbereich zwischen einem pH von 6,5 bis 9,5, der in der Aller gemessene liegt zwischen 6,6 und 7,9 und stellt für die meisten Arten damit keine Probleme dar.

Sauerstoff: Der Parameter des Sauerstoffs ist einer der wichtigsten für das Leben von Makrophyten sowie Makroinvertebraten. Die Löslichkeit im Wasser wird durch das Vorhandensein von Salzen und die Temperatur beeinflusst. Je höher diese beiden Faktoren, desto schlechter der Sauerstoffgehalt im Wasser. Aufgrund der hohen LF wundert es daher nicht, dass die sehr gute O₂ Konzentration Ende März von 11,5 mg/l auf 3,85 mg/l oberhalb der Renaturierung im Juni sinkt. Auch unterhalb der Renaturierung sinkt der Wert auf 5,94 mg/l. Ein ähnliches Verhalten ist im Renaturierungsgebiet zu erwarten. Bei solch geringen Konzentrationen geraten viele Makroinvertebraten wie *Hydropsyche contubernalis* (krit O₂ von 4,8 mg/l), *Diura nanseni* (krit O₂ zwischen 4-5 mg/l) oder Fische wie *Oncorhynchus mykiss* (krit O₂ von 6 mg/l) in Atemnot. Vor allem nachts sinkt die Sauerstoffsättigung aufgrund von fehlender Photosynthese kritisch.

TN: Der gebundene Stickstoff wird vor allem von Algen benötigt. So ist deren Bedarf nach Stickstoff sechzehnmal so hoch wie der vom Phosphor. Aufgrund der hohen Konzentration im Gewässer stellt dies jedoch keinen limitierenden Faktor da. Damit wächst auch die Ausbreitungsgefahr von Cyanobakterien im Sommer.

Nitrat: Nitrat gelangt vor allem durch Düngung in Form von Gülle ins Gewässer. Nitrat selbst wirkt sich nicht toxisch auf Lebewesen aus, führt jedoch zu einer erhöhten Gefahr der Eutrophierung und dem damit verbundenen Pflanzen- und Algenwachstum. Außerdem wird Nitrat im Boden unter Sauerstoffmangel zu Stickstoff und Lachgas (N₂O) reduziert.

Ammonium/Nitrit: Ammonium gelangt vor allem durch das Einleiten von Abwässern und gereinigten Abwässer von Kläranlagen in Gewässer. Ammonium selbst wirkt sich auf Organismen nicht giftig aus. Während der Oxidation von Ammonium durch *Nitrosomonas* wird Nitrit freigesetzt ($2\text{NH}_4^+ + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+$). Nitrit wirkt sich dabei bereits bei geringsten Konzentrationen stark toxisch auf Fische aus (0,2-0,3 mg/l).

Ortho-/Gesamtposphat: Phosphat gelangt durch anthropogene Einträge ins Gewässer und stellt vor allem für Pflanzen und Algenwachstum einen limitierenden Faktor dar. Als Orthophosphat werden im Wasser gelöste Phosphate bezeichnet –diese sind für Pflanzen unmittelbar zugänglich. Toxische Wirkungen aufgrund von Phosphorverbindungen liegen nicht vor.

Sauerstoffzehrung: Die Zehrung des Sauerstoff wird vor allem durch Saprobisierung erhöht und führt zu einer Abnahme des Sauerstoffgehaltes.

Säurekapazität: Mit Hilfe der Säurekapazität wird die Eigenschaft zum Puffern von plötzlich auftretenden Säureeinträgen in ein Gewässer beschrieben. Je höher dieser ist, desto stabiler verhält sich der pH-Wert. Die Säurekapazität wird beeinflusst durch die im Wasser gelösten Hydrogencarbonate von Calcium, Natrium und Magnesium.

TOC: Der TOC ist ein Parameter, welcher sich auf alle organischen Kohlenstoffverbindungen der Wasserprobe bezieht und ein Maß für organische Verschmutzung darstellt. Besonders hohe organische Belastungen gelangen durch Düngung in Form von Gülle, Mist oder Kompost ins Gewässer.

Für die Einteilung der chemischen Parameter in die chemischen Gewässergüteklassen erfolgt eine Umrechnung auf Basis der molaren Masse jedes Elementes. Dies ist zwingend, da sich die Tabelle für chemische Gewässergüteklassen (Tab. 6) nicht auf die gesamte Verbindung wie zum Beispiel Nitrat (NO₃), sondern nur auf das Element Stickstoff (N) bezieht. Anhand des folgenden Beispiels Nitrat (der Messung vom 31.03.2014 oberhalb) wird gezeigt, wie diese Umrechnung erfolgt.

Die Berechnung erfolgt auf Grundlage der stoffmengenbezogenen Massen. Nitrat setzt sich aus dem Element Stickstoff (14,007 g/mol) sowie drei Elementen Sauerstoff (3 x 15,999 g/mol) zusammen und bildet eine Gesamtmasse von 62,004 g/mol.

Für die Berechnung der Stickstoffmasse muss daher das Gewicht der Sauerstoffatome abgezogen werden. Für das Beispiel Nitrat ergibt sich:

$$m_N = \frac{m_{ges}}{M_{ges}} * M_N = \frac{28,6 \frac{mg}{l}}{62,004 \frac{g}{mol}} * 14,007 \frac{g}{mol} = 6,46 mg/l$$

Für die Umrechnung der chemischen Untersuchungen ergibt sich Tabelle 8, die Einteilung in die chemische Gewässergüteklasse ist der Tabelle 9 zu entnehmen.

Tab. 8: Umrechnung chemischer Untersuchungen (Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft, 2014)

Parameter	Messstelle Einheit	Oberhalb der Renaturierung			Unterhalb der Renaturierung		
		31.03.2014	29.04.2010	17.07.2014	31.03.2014	29.04.2010	17.07.2014
NO ₃ -N	mg/L	6,47	8,880	2,34	6,38	8,79	2,77
NO ₂ -N	mg/L	0,073	0,078	0,051	0,061	0,0781	0,08
NH ₄ -N	mg/L	<0,016	0,089	0,04	<0,016	0,093	0,031
o-PO ₄ -P	mg/L	0,122	0,058	0,54	0,132	0,054	0,604
Ges-PO ₄ -P	mg/L	0,199	0,114	0,594	0,202	0,116	0,642
anorg. N	mg/L	6,54	9,040	2,43	6,44	8,96	2,88

Tab. 9: Chemische Gewässergüteklasse nach UBA

Parameter	Messstelle Einheit	Oberhalb der Renaturierung			Unterhalb der Renaturierung		
		31.03.2014	29.04.2010	17.07.2014	31.03.2014	29.04.2010	17.07.2014
TN	mg/L	III	III	II	III	III	II
NO ₃ -N	mg/L	III	III	II	III	III	II
NO ₂ -N	mg/L	II	II	II	II	II	II
NH ₄ -N	mg/L	I	II	I	I	II	I
o-PO ₄ -P	mg/L	II-III	II	III-IV	II-III	II	III-IV
Ges-PO ₄ -P	mg/L	II-III	II	III	II-III	II	III-IV
Cl ⁻	mg/L	II	II	II	II-III	II-III	II
SO ₄ ²⁻	mg/L	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III
TOC	mg/L C	IV	II-III	IV	IV	II-III	IV
O ₂	mg/L	I	I	III-IV	I	I	II-III
Durchschnitt	mg/L	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III

Mit Hilfe der Gewässergüteklassierung lässt sich die Wasserqualität von Frühling bis Sommer und von 2010 zu 2014 bewerten. Aufgrund der geringen Größe des Renaturierungsgebietes und den hohen anthropogenen Einträgen in die Aller sind auch im Jahr 2014 kaum positive Effekte auf die chemischen Wassereigenschaften von oberhalb zu unterhalb erkennbar. Besonders auffällig sind die Parameterunterschiede zwischen den einzelnen Monaten.

Zwischen März und April finden intensive Düngungen mit Gülle statt. Die Folgen sind deutlich erhöhte Belastungen mit Stickstoffverbindungen. So steigt der gebundene Stickstoff oberhalb der R. von März bis April von 7,7 mg/l auf 11,0 mg/l sowie der Nitratgehalt von 28,6 mg/l auf 39,8 mg/l. Dies entspricht der Gewässergüteklasse 3 und damit nicht den Zielvorstellungen der EU-WRRL.

In den folgenden Monaten findet weniger Düngung statt, da die Aussaat von z.B. Sommerweizen zwischen März und April und Mais ab Mitte April erfolgt und die Hauptdüngung der Felder vor der Aussaat stattfindet, um die heran wachsenden Pflanzen nicht zu gefährden (www.dsv-saaten.de). Daher sinkt TN auf 3,5 mg/l und Nitrat auf 12,4 mg/l, womit die erwünschte Güteklasse 2 erreicht wird. Sehr erfreulich ist der verminderte Nachweis von Ammonium zwischen den Jahren 2010 und 2014. So sanken die Konzentrationen von ca. 0,115 mg/l auf kleiner als 0,02 mg/l und sind damit kaum noch nachzuweisen (Güteklasse 1).

Als Grund hierfür ist vor allem eine bessere Reinigungsleistung der Kläranlage Eisleben zu vermuten. Trotz der geringeren Ammoniumkonzentrationen bleiben die toxisch wirkenden Nitrate bei Konzentrationen zwischen 0,2 mg/l und 0,26 mg/l (Klasse 2). Der pH-Wert pendelt zwischen 6,6 und 7,9 und stellt für die meisten Arten damit keine Beeinträchtigung dar.

Ein besonderes Problem zeigt sich in der Sauerstoffsättigung der Aller im Sommer. Aufgrund der deutlich erhöhten Salzbelastung (CL- Klasse II-III), der erhöhten Temperaturen, des erhöhten Sauerstoffverbrauch von Destruenten, wie auch durch das Fehlen von Sauerstoff fördernden Bauwerken, sinkt der Sauerstoffgehalt von 11,5 mg/l im März auf sehr kritische 3,85 mg/l im Oberlauf ab (Klasse III-IV). Im Unterlauf ist ein ähnliches Bild in Bezug auf Sauerstoff von 10,34 mg/l auf 5,94 mg/l (Klasse II-III) festzustellen. Es zeigt sich jedoch, dass im Unterlauf im Sommer 2 mg/l mehr Sauerstoff zur Verfügung stehen. Dies ist als Renaturierungserfolg zu werten. Mit Hilfe der rauen Gleiten zu Beginn der Renaturierungsstrecke sowie den erhöhten Strömungen (erhöhte Zirkulation an der Wasseroberfläche) diffundiert mehr Sauerstoff ins Wasser. Auch senkt sich die Wassertemperatur durch Beschattung der Galerie und Röhrichte leicht ab.

Als weiteres ist ein Anstieg der Chlorionen von 90,1 mg/l (II) im Oberlauf auf bis zu 114,2 mg/l (II-III) im Unterlauf zu verzeichnen. Diese deutliche Erhöhung könnte vor allem im Zulauf der Marbetz begründet sein.

Phosphate gelangen durch Erosion ins Gewässer. Daher variieren die gemessenen Konzentrationen je nach Wetterlage beim Gesamtphosphor zwischen 0,351 mg/l (II) und 1,968 mg/l (III-IV) sehr stark. Mit Zunahme der Phosphorkonzentration steigt auch die Gefahr der Algenvermehrung von *Zygnema*, welche an der Aller in Vielzahl nachgewiesen wurden. Einen weiteren Beweis für die vor allem im Frühjahr auftretenden hohen anthropogenen Einflüsse zeigt die Konzentration vom Sulfat, welche oberhalb im März von 171 mg/l (II-III) auf 150 mg/l im Juni (II-III) sinkt.

Die schlechteste chemische Klassifizierung nach UBA, wurde in den organischen Kohlenstoffverbindungen nachgewiesen. So wurden im Jahr 2014 Konzentrationen zwischen 54 mg/l bis 77 mg/l nachgewiesen. Diese entsprechen der Klasse IV und sind damit sehr hoch belastet. Im Gegensatz dazu wurden im Jahr 2010 Konzentrationen um ungefähr 6 mg/l ermittelt. Da dieser Größenunterschied sehr erheblich ausfällt und nicht erklärbar scheint, werden an dieser Stelle die TOC Werte von 2009 heran gezogen.

Diese liegen ähnlich wie 2014 zwischen 45 mg/l und 55 mg/l. Aus diesem Grund werden die Werte für das Jahr 2010 vernachlässigt und weiterhin eine sehr starke organische Belastung des Einzugsgebietes festgestellt.

Abschließend wurde ein Mittelwert aller Gewässergüteklassen gebildet und eine deutliche Belastung (Güteklasse II-III) festgestellt. Das Ziel der EU-WRRL von Klasse 2 wurde damit nicht erfüllt. Belastungen stammen vor allem aus den landwirtschaftlich genutzten Ackerflächen und treten in einer Intensität auf, in der die Selbstreinigungsleistung der Aller (auch in deren renaturierten Gebiet) nicht ausreicht.

Neben der Bewertung der UBA stehen Orientierungswerte der LAWA für Typ 18 Gewässer zur Verfügung. Diese geben einen Richtwert und werden in der folgenden Tabelle 10 mit den Werten des Jahres 2014 verglichen.

Tab. 10: Orientierungswerte LAWA Typ 18

Parameter	Richtwert	Bestanden
Temperatur	<18 °C	✓
Sauerstoff	>7 mg/l	✓
TOC	7 mg/l	x
CL	200 mg/l	✓
pH-Wert	6,5-8,5	✓
Pges	0,1 mg/l	x
o-PO4	0,07 mg/l	x
NH4-N	0,3mg/l	✓

Auch dieser Vergleich zeigt, dass die anthropogenen Einflüsse deutlich zu hoch sind.

Dies bedeutet jedoch auch, dass es durch gesetzliche Vorgaben in der Düngeverordnung möglich wäre, die Gewässerbelastung stark zu reduzieren.

In Paragraph vier der Düngeverordnung (2007) werden Angaben zur Aufbringungsmenge an Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft gegeben. So ist eine maximale Stickstoffaufbringung auf Äcker von 170 kg/ Hektar und auf Grünland 230 kg/ Hektar im Jahr möglich. Dieses bedeutet, dass die anthropogene Gefahr durch Grünland sogar höher sein kann als durch Ackerland, obwohl der Nutzen für den Menschen deutlich geringer ist.

Hier sollte durch den Gesetzgeber eine Verminderung des Stickstoffeintrages unter 170 kg/ Hektar stattfinden.

In Paragraph drei Abschnitt sechs (2007) werden zusätzlich Vorschriften zum Aufbringen des Düngemittels erlassen. So ist der direkte Auftrag von Düngemittel innerhalb eines Abstandes von drei Metern zum Gewässer zu vermeiden. Dieser Abstand ist aufgrund von Auswaschungen jedoch minimalistisch und sollte deutlich ausgebaut werden.

Neben den organischen Düngern werden zahlreiche mineralische Dünger wie zum Beispiel Kaliumsulfat verwendet. Diese und andere Volldünger enthalten Schwefel, Magnesium und Calcium und tragen damit zur Gewässereutrophierung bei. Zusätzlich sind viele dieser Dünger verunreinigt und können geringe Konzentrationen von Cadmium und Uran enthalten. Anhand der Düngeverordnung sind keine Beschränkungen bezüglich des Vorkommens dieser Elemente vorhanden, es erfolgt lediglich in Paragraph 8 Absatz 1, die Aussage, dass diese durch die Düngemittelverordnung oder durch die Verordnung EG 2003/2003 zugelassen werden müssen. Einträge mit Schwefel, Magnesium und Calcium werden daher nicht limitiert.

Es zeigt sich, dass es zur Erreichung der chemischen Gewässergüteklasse 2 nicht zwingend notwendig ist Renaturierungsmaßnahmen durchzuführen, sondern die Bewirtschaftung von Grünland und Ackerbau bei Gewässernähe durch eine straffere Düngeverordnung zu begrenzen ist.

5.3 Bakteriologische Untersuchungen

Die bakteriologischen Untersuchungen werden in den EU-WRRL nicht berücksichtigt. Daher wurden keine Untersuchungen zu den Auswirkungen coliformer Bakterien auf Fließgewässer durchgeführt. Die durchgeführten Untersuchungen dienen zum Schutz des Menschen mit dem Umgang des Allerwassers. Das Gefährdungspotential dieser Bakterien wird im Folgenden Abschnitt mithilfe der Literatur aus INTEWA Wiki erläutert. Die Einschätzung erfolgte nach dem Verfahren von POPP (1997) und wurde durch den Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft durchgeführt. Die Bestimmung coliformer Bakterien erfolgte über das MPN-Verfahren, Fäkalstreptokokken wurden mittels Membranfiltrationsverfahren unter Verwendung eines Agarboden nachgewiesen. Zur Bestimmung der Belastungsintensität durch Bakterien in Gewässer dient die folgende Tabelle 11.

Tab. 11: Wasserqualität nach Bakterien (Forschungsbericht, 2009)

Hygienische Belastungsstufe	Belastung	gesamtciliforme Bakterien [MPN]	fäkalcoliforme Bakterien* [MPN] und fäkale Streptokokken [KBE]
1	unbelastet bis sehr gering	< 5	< 1
2	gering	5-50	1-10
3	Mäßig	51-500	11-100
4	Kritisch	501-5000	101-1000
5	Stark	5001-50000	1001-10000
6	sehr stark	50001-500000	10001-100000
7	Übermäßig	> 500000	> 100000

Untersuchungen der Jahre 2009 und 2010 stellten geringe bis mäßige Belastungen mit gesamtciliformen Bakterien fest. Auch wenn im Jahr 2014 nur oberhalb und unterhalb beprobt wurde, konnten diese Ergebnisse bestätigt werden (Tab 12). Gesamtciliforme Bakterien sind in freier Natur vermehrungsfähig und zählen nicht zu den Infektionserregern. Sie dienen jedoch als Anzeichen dafür, ob ein Gewässer fäkal verunreinigt ist.

Tab. 12: Gesamtcoliforme Bakterien (Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft, 2014)

	unterhalb		oberhalb	
Datum	MPN/ml	Belastung	MPN/ml	Belastung
31.03.2014	150	mäßig	43	gering
17.07.2014	21	gering	46	gering

Escherichia coli ist im Gegensatz zu gesamtcoliformen Bakterien außerhalb vom Darm nicht vermehrungsfähig und in der Regel harmlos. Es existieren jedoch zahlreiche pathogene Stämme, welche Verursacher von menschlichen Infektionskrankheiten sein können. Daher sind Belastungen mit *E. coli* sehr ernst zu nehmen. Für die Aller wurden Konzentrationen im gering bis mäßigen Bereich festgestellt (Tab.13). Die Resultate der Vorjahre zeigen Ähnliches.

Tab. 13: E. coli (Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft, 2014)

	unterhalb		oberhalb	
Datum	MPN/ml	Belastung	MPN/ml	Belastung
31.03.2014	4	gering	15	mäßig
17.07.2014	1	gering	3	gering

Eine Vermehrung der Fäkalstreptokokken ist in Wasser kaum existent. Auch sie sind in der Regel harmlos und spielen eine wichtige Rolle für die menschliche Verdauung. Es gibt jedoch auch Stämme, welche Infektionskrankheiten auslösen können. Für die Aller wurden mäßig bis kritische Belastungen festgestellt. Diese schlechten Ergebnisse sind mit den Untersuchungen von 2009 und 20010 konform. Ursachen sind vor allem in der Düngung mit Gülle sowie dem Einleiten mit Abwasser zu suchen. Die Ergebnisse sind der Tabelle 14 zu entnehmen.

Tab. 14: Fäkalstreptokokken (Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft, 2014)

	unterhalb		oberhalb	
Datum	KBE/ml	Belastung	KBE/ml	Belastung
31.03.2014	174	kritisch	48	mäßig
17.07.2014	230	kritisch	246	kritisch

5.4 Biologische Untersuchungen

Das Grundziel jeder Renaturierung an Fließgewässern ist es, die Degradierung der Ökosysteme wieder in einen naturnahen Zustand zu verstellen. Dazu gehört auch die Wiederbesiedlung von Makroinvertebraten, Makrophyten sowie Fischen, da nur eine hohe Diversität das Potenzial für ein selbstreinigendes Gewässer ermöglicht. Außerdem dienen diese Lebewesen selbst als Parameter für Umwelteigenschaften, da diese wie bereits in Punkt 5.2.1 erwähnt, einen spezifischen Toleranzbereich auf chemische und physikalische Größen aufweisen. Daher wurden in den Jahren nach der Renaturierung (2009, 2010 und 2014) im Frühjahr sowie Sommer zweistündige Beprobungen nach Makroinvertebraten und Makrophyten durchgeführt. Zusätzlich fand Ende September 2014 eine Befischung im Renaturierungsgebiet statt, um die Fischfauna aufzunehmen.

Makroinvertebraten:

Die mit einem Handsieb der Maschenweite 0,5 mm gesammelten Makroinvertebraten, wurden wenn möglich vor Ort ausgezählt und deren Häufigkeit in Abundanzklassen (Tab. 15) ausgewertet. Zusätzlich wurden einige Arten in 70%iger Alkohollösung konserviert, um deren Existenz zu belegen. Auf Grundlage dieser Abundanzen ist es dann möglich, ökologische Zustandsklassen zu berechnen.

Tab. 15: Abundanzklassen (Forschungsbericht 2010)

Abundanzklasse	Vorkommen	Individuen
1	Einzelfund	1
2	seltene V.	2-49
3	wenig häufiges V.	50-199
4	verbreitetes V.	200-499
5	häufiges V.	500-999
6	sehr häufiges V.	999-2000
7	massenhaftes V.	>2000

Makrophyten:

Die Bewertung der Vegetation erfolgt nach Schaumburg und ist in einer fünfstufigen Skala unterteilt (Tab. 16).

Tab. 16: Häufigkeiten nach Kohler

Klasse	Häufigkeit
1	sehr selten
2	selten
3	verbreitet
4	häufig
5	sehr häufig

5.4.1 Erfolgskontrolle der biologischen Untersuchungen

Makroinvertebraten:

Um eine Veränderung der Biodiversität nach den Renaturierungsmaßnahmen vom Jahr 2009 zu 2014 sichtbar zu machen, folgt ein Vergleich der nachgewiesenen Artenzahlen im Renaturierungsgebiet sowie unter- und oberhalb. Es findet dabei keine jahreszeitliche Differenzierung statt. Die gefundenen Artenzahlen sind in den Tabellen 17 bis 19 einzusehen.

Artenzahlen oberhalb der Renaturierung:

Tab. 17: Artenzahl oberhalb der Renaturierung

Gruppe	2009	2010	2014
Bivalvia (Muscheln)	2	2	-
Coleoptera (Käfer)	1	4	5
Crustacea (Krebse)	2	2	2
Diptera (Zweiflügler)	2	2	1
Ephemeroptera (Eintagsfliegen)	1	1	2
Gastropoda (Schnecken)	7	8	9
Heteroptera (Wanzen)	-	3	2
Hirudinea (Egel)	2	3	-
Megaloptera (Schlammfliegen)	-	-	-
Odonata (Libellen)	2	3	3
Oligochaeta (Wenigborster)	-	-	1
Plecoptera (Steinfliegen)	-	-	-
Trichoptera (Köcherfliegen)	1	4	3
Turbellaria (Strudelwürmer)	-	-	-
Artenzahl gesamt	20	32	28

Artenzahlen der Renaturierungsstrecke:

Tab. 18: Artenzahl der Renaturierungsstrecke

Gruppe	2009	2010	2014
Bivalvia (Muscheln)	1	2	2
Coleoptera (Käfer)	7	7	7
Crustacea (Krebse)	2	2	2
Diptera (Zweiflügler)	2	2	3
Ephemeroptera (Eintagsfliegen)	1	1	5
Gastropoda (Schnecken)	8	10	11
Heteroptera (Wanzen)	2	3	1
Hirudinea (Egel)	3	3	3
Megaloptera (Schlammfliegen)	1	1	-
Odonata (Libellen)	1	4	2
Oligochaeta (Wenigborster)	-	-	-
Plecoptera (Steinfliegen)	-	-	1
Trichoptera (Köcherfliegen)	4	4	9
Turbellaria (Strudelwürmer)	-	1	2
Artenzahl gesamt	32	40	48

Artenanzahlen unterhalb der Renaturierung:**Tab. 19: Artenanzahl unterhalb der Renaturierung**

Gruppe	2009	2010	2014
Bivalvia (Muscheln)	1	2	1
Coleoptera (Käfer)	5	10	6
Crustacea (Krebse)	2	2	2
Diptera (Zweiflügler)	5	2	3
Ephemeroptera (Eintagsfliegen)	1	1	2
Gastropoda (Schnecken)	10	8	8
Heteroptera (Wanzen)	4	1	3
Hirudinea (Egel)	2	3	3
Megaloptera (Schlammfliegen)	-	-	-
Odonata (Libellen)	3	4	4
Oligochaeta (Wenigborster)	-	-	2
Plecoptera (Steinfliegen)	-	-	-
Trichoptera (Köcherfliegen)	3	3	7
Turbellaria (Strudelwürmer)	-	-	-
Artenzahl gesamt	36	36	41

Die Artenzahlen zeigen, dass im Renaturierungsgebiet ein Anstieg von 32 (2009) zu 48 verschiedenen Arten im Jahr 2014 erfolgt ist. Dies bedeutet einen Anstieg der Makroinvertebratenvielfalt von 50 % innerhalb von fünf Jahren. Eine besonders starke Wiederbesiedlung ist bei den Gattungen der Ephemeroptera sowie Trichoptera zu verzeichnen. Aufgrund des kontinuierlichen Anstiegs der Artenzahlen im Renaturierungsgebiet und der kaum veränderten Werten ober- und unterhalb sind biotische (Konkurrenzen) und abiotische (Temperatur, anthropogene Einträge) Faktoren zu vernachlässigen.

Die Wiederbesiedlung mit Makroinvertebraten erfolgt sehr langsam. Dies begründet sich, da in unmittelbarer Umgebung wenig Biodiversität zur Verfügung steht und bereits SUNDERMAN et al (2011) beweisen konnte, dass im Zeitrahmen von ca. vier Jahren nur positive Auswirkungen auf die Wiederbesiedlung durch Organismen ausgeübt wird, wenn diese innerhalb eines Radius von 5 km existierten. Aufgrund der schlechten Qualität angrenzender Gewässer stehen jedoch kaum Arten für eine Wiederbesiedlung zur Verfügung. Die Autoren des Buches „Fließgewässerrenaturierung heute auf dem Weg zur Umsetzung der WRRL“ beschreiben einige Renaturierungsmaßnahmen wie zum Beispiel an der Ise oder Sieg und kamen zu dem Ergebnis „das positive Auswirkungen der Wiederbesiedlung durch

Renaturierungsmaßnahmen sieben bis zehn Jahre später messbar waren“ (S. 66). Daher ist auch in den kommenden Jahren mit einer wenn auch nur geringen Artenzunahme zu rechnen.

Als weiteres ist die Ansiedlung von Turbellaria und Plecoptera im Renaturierungsgebiet zu erwähnen. Planariidäe zu denen *Planaria torva* (Abb.12) gehören, bevorzugen stehend bis fließend pflanzenreiche Gewässer, auch sind sie sehr lichtscheu (ENGELHARDT, 1996). Damit haben sie aufgrund des starken Bewuchses im Renaturierungsgebiet ideale Voraussetzungen zur Vermehrung. Besonders beeindruckend ist der Nachweis von *Nemoura flexuosa* (Abb.12), da deren Larven sauerstoffliebend sind und hauptsächlich Bewohner von Mittelgebirgsbächen sind (ENGELHARDT, 1996). Dies zeigt einmal mehr, dass sich der Sauerstoffgehalt im Wasser des Renaturierungsgebietes deutlich verbessert hat.

Die Artenvielfalt ober- und unterhalb blieb vom Renaturierungsgebiet fast unbeeinflusst. Oberhalb sind in den Jahren deutlich Schwankungen zu verzeichnen. Diese lassen sich jedoch auf biotische und abiotische Einflüsse zurück führen. Die Artenzahlen (2014) sind mit 28 deutlich geringer als im Renaturierungsgebiet mit 48. Ein ähnliches Bild ist unterhalb der Renaturierung zu verzeichnen. Die Artenzahlen sind mit 36 bis 41 zwar deutlich höher als oberhalb, es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Diversität schon vor der Renaturierung bestand. Einzige Ausnahmen bilden die Trichoptera, welche sich neben dem Renaturierungsgebiet auch unterhalb dessen stärker ansiedeln.



Abbildung 12: *Planaria torva* (links) *Nemoura flexuosa* (rechts) (Biopix)

Eine genaue Artenbestimmung ist der folgenden Tabelle 20 zu entnehmen. Insgesamt befindet sich sechs Jahre nach Umverlegung der Aller ins Allertal eine höhere Anzahl an Arten im Renaturierungsgebiet. Die Gesamtartenzahl ist im Gewässer von 51 (2009) über 53 (2010) zu 62 im Jahr 2014 gestiegen. Dies bedeutet einen prozentualen Anstieg von 21,5 % und ist als Renaturierungserfolg zu werten.

Artenbestimmung mit Abundanzen:

Tab. 20: Abundanzen der nachgewiesenen Makroinvertebraten (Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft 2014)

Taxon	oberhalb		Renaturierung		unterhalb	
	27.3.14	5.6.14	27.3.14	5.6.14	27.3.14	5.6.14
Bivalvia (Muscheln)						
<i>Pisidium casertanum</i>			3	3		
<i>Sphaerium corneum</i>			5	5	3	3
Coleoptera (Käfer)						
<i>Agabus bipustulatus</i>		4		3		
<i>Agabus didymus</i>						3
<i>Anacaena limbata</i>				4		3
<i>Elmis maugetii</i>				4		
<i>Enochrus quadripunctatus</i>		4				
<i>Halplus laminatus</i>				4		4
<i>Halplus lineatocollis</i>		4				
<i>Helophorus aquaticus</i>				4		
<i>Hyphyrus ovatus</i>						3
<i>Ilybius fuliginosus</i>		3				
<i>Nebrioporus elegans</i>	4	4	3	5	3	5
<i>Platambus maculatus</i>				4		5
Crustacea (Krebse)						
<i>Asellus aquaticus</i>	5	5	5	5	5	5
<i>Gammarus pulex</i>	5		5	4	5	4
Diptera (Zweiflügler)						
<i>Chironomidae</i>				5	5	
<i>Simulium ornatum - Gr</i>	4		4		4	
<i>Stratiomys sp.</i>				3		
<i>Tabanus sp.</i>					3	
Ephemeroptera (Eintagsfliegen)						
<i>Baetis fuscatus</i>			5			
<i>Baetis niger</i>			4			
<i>Baetis rhodani</i>	4	3	5	4	3	4
<i>Baetis vernus</i>			4			
<i>Cloeon dipterum</i>		4		4		4
Gastropoda (Schnecken)						
<i>Anisus vortex</i>	3	4	4		3	4
<i>Bithynia tentaculata</i>	5	6	3	3	6	6
<i>Galba truncatula</i>	4	5		3		3
<i>Gyraulus albus</i>		4	4	3	3	4
<i>Lymnaea stagnalis</i>	3	5	4		4	3
<i>Physa fontinalis</i>		4		4		
<i>Planorbarius corneus</i>	3	3	6		3	4
<i>Planorbis planorbis</i>	6	4	4	4	3	3
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>			4			
<i>Radix balthica</i>	4	4	4	3	4	3
<i>Viviparus contectus</i>				3		
Heteroptera (Wanzen)						
<i>Nepa cinerea</i>						3
<i>Notonecta glauca</i>	4					4
<i>Sigara striata</i>	4		4			4

Taxon	oberhalb		Renaturierung		unterhalb	
	27.3.14	5.6.14	27.3.14	5.6.14	27.3.14	5.6.14
Hirudinea (Egel)						
<i>Erpobdella octoculata</i>			4	5	4	5
<i>Glossiphonia complanata</i>			4	4	3	3
<i>Haemopsis sanguisuga</i>						3
<i>Theromyzon tessulatum</i>			3			
Odonata (Libellen)						
<i>Calopteryx splendens</i>	5	4	4	4	5	6
<i>Coenagrion puella</i>						3
<i>Ischnura elegans</i>		4				
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>			3		4	
<i>Platycnemis pennipes</i>	4	4			3	
Oligochaeta (Wenigborster)						
<i>Eiseniella tetraedra</i>					3	
<i>Tubifex tubifex</i>	5				4	
Plecoptera (Steinfliegen)						
<i>Nemoura flexuosa</i>			2			
Trichoptera (Köcherfliegen)						
<i>Anabolia nervosa</i>	4		4	4	5	5
<i>Athripsodes cinereus</i>				4		4
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	3		4	4	3	
<i>Limnephilus decipiens</i>			2			
<i>Limnephilus extricatus</i>				3	3	
<i>Limnephilus flavicornis</i>			5			
<i>Limnephilus lunatus</i>	5	4	5	5	5	5
<i>Limnephilus stigma</i>			5		4	
<i>Notidobia ciliaris</i>			2			
<i>Silo pallipes</i>					2	
Turbellaria (Strudelwürmer)						
<i>Dendrocoelum lacteum</i>			4			
<i>Planaria torva</i>			4			

Der auf der Roten Liste Sachsen-Anhalt stehende *Halipus varius* konnte im Gegensatz zum Jahr 2010 nicht nachgewiesen werden. Eine mögliche Ursache hierfür ist, dass dieser im Juli 2010 nachgewiesen wurde, die Beprobung von 2014 erfolgte bereits Anfang Juni.

Dafür konnten im Beobachtungsgebiet die Nachweise von *Baetis niger*, welcher in die Gefährdungskategorie 2 (stark gefährdet) gehört und *Silo pallipes*, Gefährdungskategorie 3 (gefährdet), getätigt werden.

Um prüfen zu können, ob es sich bei den gefundenen Makroinvertebraten um typspezifische Löss-lehmgeprägte geprägte Bacharten handelt, folgt ein Vergleich mit dem Leitbild Typ 18.

Makrophyten:

Die Wasservegetation ist ober- und unterhalb der Renaturierungsstrecke sehr ähnlich und wird von Laichkrautgesellschaften dominiert. Am Uferbereich finden sich Brennnesseln und andere Krautarten. Auf der gesamten Fließstrecke sind Fadenalgen vorzufinden. Im Renaturierungsgebiet dominiert Schilf und verdrängt damit die Laichkrautgesellschaft. Eine Artenbestimmung ist der folgenden Tabelle 21 zu entnehmen.

wiss. Name	deutscher Name	unterhalb	Renaturierung	oberhalb
<i>Berula erecta</i>	Aufrechte Berle	2		1
<i>Callitriche palustris</i>	Sumpf-Wasserstern	3	2	
<i>Glyceria fluitans</i>	Flutender Schwaden	3		
<i>Glyceria maxima</i>	Wasser-Schwaden		2	
<i>Lemna minor</i>	Kleine Wasserlinse	3	3	3
<i>Lemna trisulca</i>	Dreifurchige Wasserlinse	3		1
<i>Phragmites australis</i>	Schilf		5	
<i>Potamogeton crispus</i>	Krauses Laichkraut	2		5
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Kamm-Laichkraut	4		3
<i>Spirodela polyrhiza</i>	Vielwurzelige Teichlinse	3		
<i>Veronica beccabunga</i>	Bach-Ehrenpreis		2	
	Fadenalgen	4		3

Tab. 21: Abundanzen der nachgewiesenen Makrophyten (Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft 2014)

Urtica dioica wurde bei der Vegetationsbeprobung nicht gefunden, bei der Messung der Fließgeschwindigkeit jedoch ausreichend nachgewiesen. Es ist festzustellen, dass die Makrophytendiversität innerhalb des Renaturierungsgebietes im Vergleich zum Jahr 2010 deutlich geringer ausfällt. Gattungen wie *Potamogeton crispus* oder *Berula erecta* konnten im Renaturierungsgebiet nicht mehr nachgewiesen werden. Dies ist vor allem mit der starken Schilfausbreitung zu begründen, da andere Arten völlig verdrängt werden. Es sollte daher überlegt werden, ob es nicht ratsam wäre, die Schilfausdehnung mittels Bewirtschaftung einzudämmen.

Die Vegetation ober- und unterhalb blieb aufgrund von Bewirtschaftung im Vergleich zu 2010 ähnlich erhalten.

5.4.2 Vergleich der nachgewiesenen Makroinvertebraten mit dem Leitbild Typ 18 sowie Typ 14&16

Die Auswertung erfolgt auf Grundlage der Tabelle 17 und damit der Daten von 2014. Neben dem Nachweis charakterisierender Typ 18 Makroinvertebraten wird sich zeigen, dass sich auch beheimatete Typ 14- und 16 Arten im Untersuchungsgebiet angesiedelt haben. Der Vergleich erfolgt nach Gruppen sortiert, um einen besseren Überblick zu erhalten.

Ephemeroptera:

Die Eintagsfliegen haben sich bis auf *Baetis rhodani* hauptsächlich im Renaturierungsgebiet angesiedelt. Diese Art ist mit einer Abundanz von fünf eine des am häufigsten vertretenen Typs 18 Makroinvertebraten und spiegelt damit einen typischen Löss-lehmgeprägten Bach wieder. Die Beprobung zeigt jedoch auch, dass mit drei von neun möglichen typischen Ephemeroptera Arten ein sehr geringes Artenspektrum vertreten ist. Auffällig ist die Ansiedlung von *Baetis niger* innerhalb des Renaturierungsgebietes. Diese ist- wie bereits erwähnt- auf der Roten Liste Sachsen-Anhalts zu finden, jedoch eine Leitart für ein Typ 14/16 Gewässer.

Trichoptera:

Köcherfliegen wie *Anabolia nervosa* oder *Hydropsyche angustipennis* haben sich im und um das Allertal sehr stark verbreitet. Sie sind sehr kennzeichnend für Typ 18 Gewässer. Hauptsächlich haben sich die verschiedenen Köcherfliegenarten unterhalb und im Renaturierungsgebiet angesiedelt und sind mit einer Artenzahl von sechs (aus 16) charakteristischen Typ 18 Gewässern ebenfalls gering vertreten. Auch hier konnten klassische Typen der 14/16 Gattungen nachgewiesen werden. Diese sind *Notidobia ciliaris* sowie *Silo pallipes*.

Plecoptera:

Steinfliegenlarven bevorzugen fließendes und sauerstoffreiches Wasser und sind daher kaum in Löss-lehmgeprägten Bächen zu finden. Daher wundert es nicht, dass die einzig nachgewiesene selten vorkommende Art *Nemoura flexuosa* eine zugehörige Typ 14/16 Gattung ist.

Coleoptera:

Die Ansiedlung von verschiedenen Käfergattungen erfolgte im Vergleich zu anderen Gruppen stark. So siedeln klassische Typ 18 Makroinvertebraten wie *Nebrioporus elegans* über das gesamte Einzugsgebiet. Aber auch *Elmis maugetii* (Typ 14/16) und andere wie *Anacaena limbata*, welche keinem dieser Typen zuzuordnen ist. Bei Betrachtung aller Käfergattungen fällt es daher schwer, ein Typ 18 Gewässer nur mithilfe der Coleoptera zu erkennen.

Odonata:

Die Besiedlung der Libellen ist vor allem durch *Colopteryx splendens* sowie andere Arten gekennzeichnet. Diese gehören zum klassischen Typ 18 Bild. Insgesamt ist das Vorkommen der Libellendiversität zufrieden stellend.

Diptera:

Die Zweiflügler sind auf Sicht der Artenvielfalt eher gering vertreten. Typische Arten wie Vertreter der Chironomidae und *Simulium ornatum* wurden zahlreich nachgewiesen, andere wie *Dicranota* spp. oder *Dixa* spp. fehlen vollständig.

Crustacea:

Die Krebse *Asellus aquaticus* und *Gammarus pulex* sind typische Vertreter der Löss-lehmgeprägten Bäche und kommen auf der gesamten Fließstrecke sehr häufig vor.

Mollusca:

Weichtiere sind aufgrund von fehlenden Räubern wie zum Beispiel Hechten weit verbreitet. So finden sich alle typischen Gattungen vom Typ 18 wie *Pisidium casertanum* oder *Gyraulus albus* wieder.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die vorherrschende Diversität zwar in den letzten Jahren vor allem im Renaturierungsgebiet zugenommen hat, diese im Vergleich mit den Typ 18 Leitarten jedoch mit 24 von 55 möglichen klassischen Leitarten gering ist. Es wird angenommen, dass dies mit der geringen Artenvielfalt im Umkreis der Aller begründet ist.

5.4.3 Erfolgskontrolle der biologischen Untersuchungen mit ASTERICS

Bei ASTERICS (4.0.4) handelt es sich um ein Programm, welches auf Grundlage des nachgewiesenen Makrozoobenthos, den ökologischen Zustand von Fließgewässern nach den Vorgaben der EU-WRRL bewertet. Die Software ist auf www.fliessgewaesserbewertung.de zu finden. Berechnet wird die ökologische Zustandsklasse aufgrund der Teilmodule Allgemeinen Degradation, Versauerung, Saprobienindex, Deutscher Fauna-Index und andere Stressoren. Das schlechteste dieser Ergebnisse stellt dabei das Gesamtergebnis dar. Auch werden mit dem Programm Vorlieben der Arten wie zum Beispiel von Strömungs- und Substratpräferenzen dargestellt. Bevor eine Auswertung dieser Ergebnisse erfolgt, wird zunächst deren Berechnung sowie Bedeutung mithilfe des Handbuches von ASTERICS erklärt.

Saprobienindex:

Die Berechnung des Saprobienindex nach DIN 38410 (FRIEDRICH und HERBST 2004) erfolgt über das Vorkommen von Makrozoobenthos sowie deren Abundanzen, welche auf organische Verschmutzungen reagieren. Die Messskala reicht zwischen 1 (geringe organische Belastung) bis 4 (starke organische Belastung). Die in ASTERICS verwendete Formel lautet:

$$SI_G = \frac{\sum_i s_{GS_i} * s_{GG_i} * f(n_i)}{\sum_i s_{GG_i} * f(n_i)} \quad s_{GS} = \text{Saprobiewert}; s_{GG} = \text{Gewichtungsfaktor};$$

i = im Saprobienindex eingestufte Art

Allgemeine Degradation:

Die Allgemeine Degradation ist ein Bewertungsverfahren, welches auf verschiedenen Einzelfaktoren beruht. Das Modul zeigt an, ob die Artenzusammensetzung sowie deren Anzahl des Makrozoobenthos für eine bestimmte Messstelle in Abhängigkeit des Gewässertyps nach den Qualitätsklassen sehr gut oder eher schlecht sind. Die Ergebnisse der Einzelindizes werden zu einem Gesamtindex verrechnet und abschließend in der Gewässerqualität von sehr gut bis schlecht bewertet. Besondere Gewichtung erhält der Faunaindex, welcher mit 50% in die Gesamtbewertung einfließt. Der Faunaindex gibt Auskunft über die Einwirkung morphologischer Störungen auf Makrozoobenthos innerhalb eines definierten Abschnittes. Die Einstufung wird in der Tabelle 22 ersichtlich.

Tab. 22: Qualitätsklassen Allgemeine Degradation (ASTERICS Softwarehandbuch)

Index	Qualitätsklasse
> 0,8 bis 1	sehr gut
> 0,6 bis ≤ 0,8	gut
> 0,4 bis ≤ 0,6	mäßig
> 0,2 bis ≤ 0,4	unbefriedigend
0,0 bis ≤ 0,2	schlecht

Versauerung:

Ein weiteres wichtiges Modul stellt die Versauerung von Flüssen dar. Betroffen sind vor allem kalkarme, schwach gepufferte Gewässer. Da die Versauerung der Aller jedoch keine Rolle spielt, wird die Versauerung nicht weiter beachtet.

Deutscher Fauna-Index:

Der GFI ist ein Index, welcher sich auf Makroinvertebraten bezieht, welche eine besondere Vorliebe für bestimmte Substrate wie zum Beispiel Lehm oder Totholz besitzen (PAULS et al. 2002). Arten welche naturnahe Strukturen zur Ansiedlung benötigen erhalten eine Wertung von +2, wohin gegen Arten die anthropogenen Gewässer bevorzugen die Wertung -2 erhalten. Der größte Unterschied zum Saprobienindex liegt darin, dass die Bewertung des Deutschen Fauna-Index gewässerspezifisch stattfindet. Dies bedeutet, dass eine Art in unterschiedlichen Gewässern, unterschiedliche Wertungen erfahren kann.

$$GFI = \frac{\sum_i^N SC_i * a_i}{\sum_i^N a_i}$$

i = Indikator-Taxa; N = Gesamtzahl der Indikator-Taxa;

SC_i = Indikator-Wert von Taxon i; a_i = Abundanzklasse von Taxon i

Auswertung:

Mit Hilfe der Daten aus ASTERICS erfolgt eine Darstellung der Makroinvertebratenpräferenzen. Diese kann erfolgen, da die Software über einen enormen Datenpool mit den Vorlieben vieler Makroinvertebraten verfügt. Jedes der folgenden Diagramme 1-3, zeigt die Vorlieben der dort lebenden Makroinvertebraten für die Fließstrecken oberhalb-, unterhalb- und der Renaturierungsstrecke.

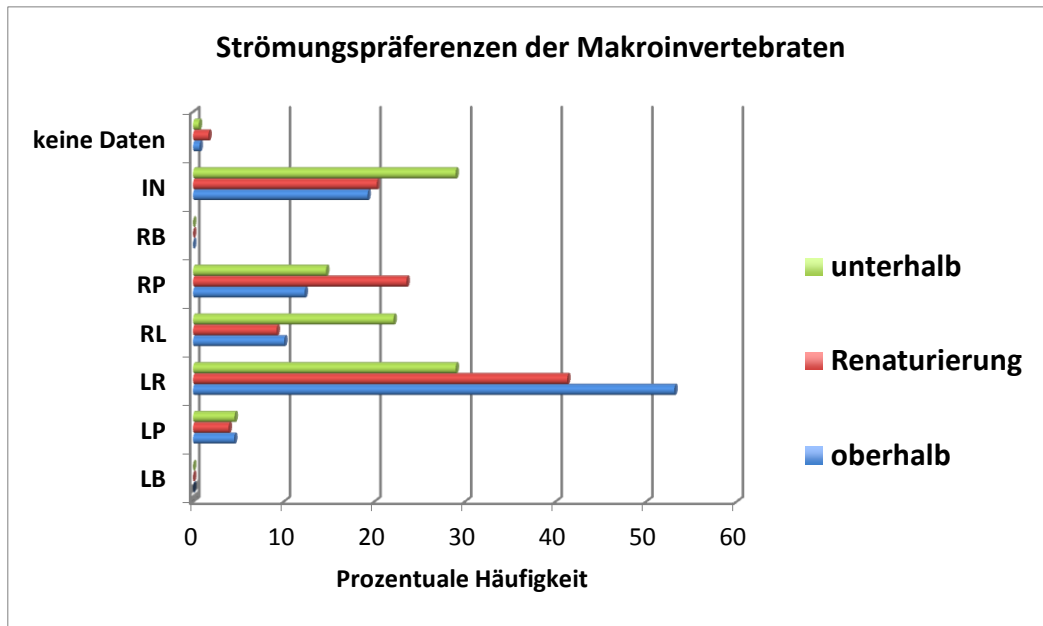


Diagramm 1: Strömungspräferenzen LB (limnobiont); LP (limnophil); LR (limno-rheophil); RL (rheo- limnophil); RB (rheobiont); RP (rheophil); IN (indifferent), no data (keine Daten verfügbar)

Wie in der Grafik zu erkennen, dominieren Gattungen, welche leicht strömende Verhältnisse bevorzugen (LR). Besonders auffallend ist, dass sich die Anteile der LR vorliebenden Arten im Vergleich zum Jahr 2010 um 4 % (unterhalb) bis zu 14 % (oberhalb) erhöht haben. Auch hat sich der Anteil strömungsliebender Arten (RP) im Renaturierungsgebiet von 12 % (2009) auf 23,5 % (2014) kontinuierlich erhöht. Begründet werden kann dies vor allem mit in Punkt 5.1 nachgewiesenen deutlich erhöhten Fließgeschwindigkeit.

So haben sich innerhalb der letzten Jahre vor allem leicht Strömung bevorzugende sowie strömungsliebende Arten im Renaturierungsgebiet angesiedelt. Infolge der stärkeren Strömung im Renaturierungsgebiet, haben sich limno-rheophile Arten oberhalb und unterhalb ansiedeln können. Die logische Konsequenz lässt sich an der Grafik ablesen.

Der Anteil mit Stillgewässer bevorzugender Arten ist im Renaturierungsgebiet von 18 % (2009) auf 4 % (2010) gesunken. Dasselbe gilt für den Anteil an Arten, welche keine bevorzugten Strömungspräferenzen besitzen. So ist der Anteil von 29 % (2009) im Renaturierungsgebiet auf 20 % (2014) gesunken. Dies ist vor allem mit der Ansiedlung neuer Arten sowie derer biotischer Auswirkungen zu erklären.

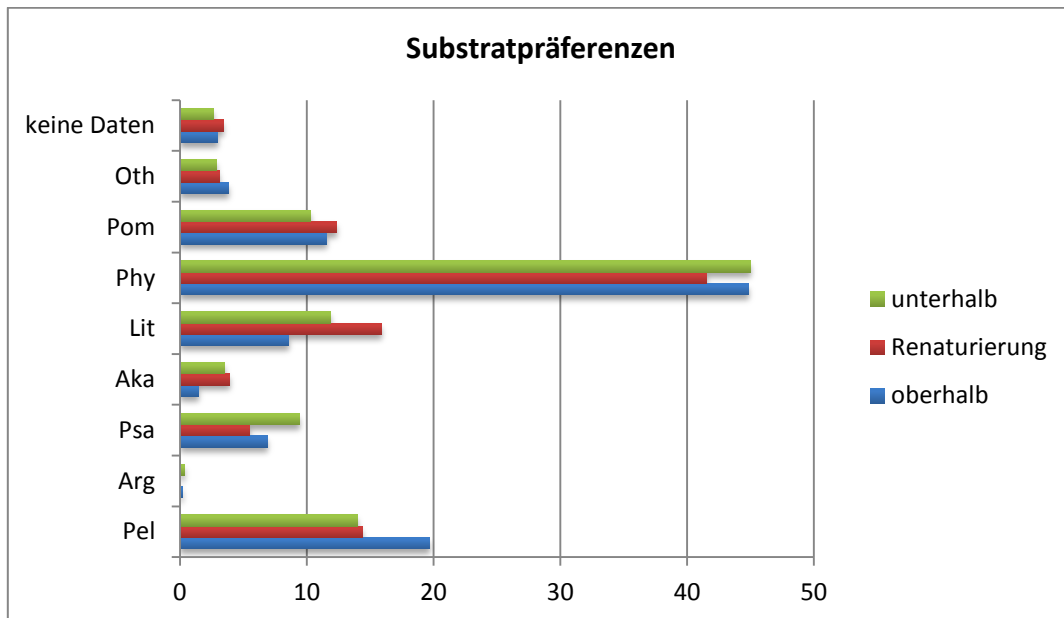


Diagramm 2: Substratpräferenzen Pelal (unverfestigte Feinsedimente < 0,063 mm); Argillal (verfestigte Feinsedimente < 0,063 mm); Psammal (Fein- bis Grobsand, 0,063 bis 2 mm); Akal (Feinkies, Mittelkies, 0,2 bis 2 cm); Lithal (Grobkies, Steine > 2 cm), Phytal (aquatische Algen, Moose, Wasserpflanzen, Wurzeln); POM (partikuläres organisches Material)

Als bevorzugter Siedlungsraum werden Pflanzen im Renaturierungsgebiet genutzt (>40 %). Es folgen Steine (16 %) und Feinsedimente wie Schlamm (14 %). Ein ähnliches Verhalten zeigt sich auch unter- und oberhalb der umgebauten Fließstrecke. Auch hier dominieren Pflanzen (>40 %), Schlamm (14 % -19 %) sowie Steine (8 % - 11 %). Anhand der Werte für die Besiedlung von Totholz (ca. 10 %) in allen Gebieten zeigt sich erneut, dass auf das wichtige Einbringen von Totholz im Renaturierungsgebiet verzichtet wurde. Die Einbringung abgestorbenen Holzes könnte zu einer deutlichen Steigerung der Biodiversität im Renaturierungsgebiet führen. Insgesamt sind kaum Unterschiede zu 2010 erkennbar.

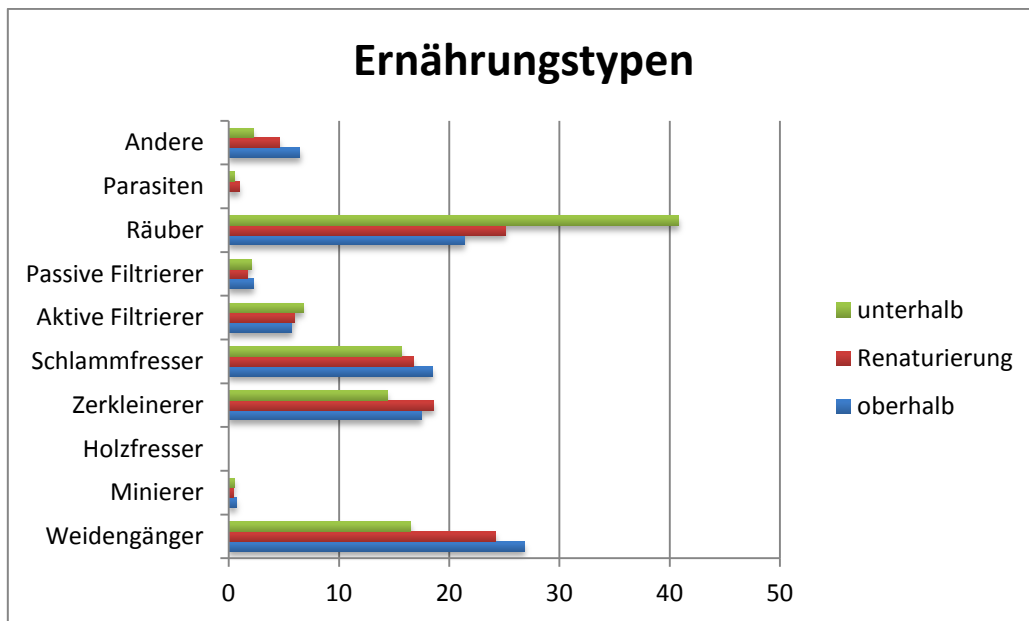


Diagramm 3: Ernährungstypen

Bei den Ernährungstypen sind im Vergleich zu 2010 deutliche Unterschiede erkennbar. Überwogen in den Vorjahren die Räuber, sind nun, bis auf das Gebiet unterhalb der Renaturierung, Räuber und Weidengänger auf einem Niveau (24 %). Dies hängt vor allem mit der Zunahme von Gastropoda (Arten/Abundanzen) und der gleichzeitigen Abnahme der Odonata (Arten/Abundanzen) zusammen. Unterhalb der Renaturierung bleiben die Ernährungstypen nahezu identisch. Mit ungefähr 18 % folgen auf der gesamten Fließstrecke Verwerter organischer Materialien, wie Schlammfresser und Zerkleinerer. Typische Gruppen hierfür sind Crustacea und Trichoptera.

Auch hier fällt wieder besonders auf, dass Aufgrund von fehlendem Totholz keine Arten der Holzfresser vorhanden sind.

Die Auswertung der Module zeigt (Tab. 23), dass sechs Jahre nach Beendigung der Renaturierungsmaßnahmen sichtbare Erfolge zu verzeichnen sind. So ist aufgrund der Zunahme der Taxa und Verbesserung anderer Stressoren die ökologische Zustandsklasse im Bereich unterhalb der Aller und im renaturierten Abschnitt von schlecht auf unbefriedigend gestiegen. Das Teilmodul Saprobie hat sich innerhalb der Renaturierungsstrecke von mäßig zu gut verändert (2,19). Außerhalb dieser ist das Modul jedoch minimal von gut auf mäßig gefallen. Dies ist zum einen mit den geringen Taxa oberhalb sowie den teilweise untypisch auftretenden Arten zu erklären. Eine deutliche Verbesserung hat auch das Modul der Allgemeinen Degradation im Bereich unterhalb und im renaturierten Bereich von schlecht auf unbefriedigend erhalten. Dies bedeutet, dass ein höherer Anteil an Taxa mit größeren morphologischen Ansprüchen vorhanden ist. Wie die chemische Analyse zeigte, sind anthropogene Einflüsse weiter stark vorhanden. Die Verbesserungen sind also allein durch Wiederbesiedlung sowie das Verbot des Einsatzes von Pestiziden und Düngern im Renaturierungsgebiet entstanden. Auch der Deutsche Fauna-Index zeigt mit einer Wertung von -0,57 (unterhalb) bis -0,93 (oberhalb) eher die Besiedlung von Makroinvertebraten, welche degradierte Gewässer bevorzugen. Es zeigt sich jedoch eine Verbesserung von oberhalb zu unterhalb der Renaturierung. Ohne die wasserbaulichen Maßnahmen ist davon auszugehen, dass die Aller bei Wefensleben auch weiterhin den schlechten ökologischen Zustand aufweisen würde. Das Ziel der EU-WRRL von einem guten ökologischen Zustand wurde nicht erreicht.

Tab. 23: Ökologische Zustandsklasse und Module

Messstelle	oberhalb	Renaturierung	unterhalb
Artenzahl	28	48	41
Ökologische Zustandsklasse	schlecht	unbefriedigend	unbefriedigend
Modul Saprobie	mäßig	gut	mäßig
SI =	2,31	2,19	2,28
Modul Allgemeine Degradation	schlecht	unbefriedigend	unbefriedigend
GFI =	-0,93	-0,609	-0,567

5.4.4 Erfolgskontrolle der biologischen Untersuchungen nach Schaumburg sowie Befischung

Neben der Bewertung nach Makroinvertebraten existiert die auf Vegetation aufbauende Bewertung nach SCHAUMBURG et al. (2006). Anhand dieser Bewertung ist es möglich, einen Referenzindex auf Basis der submersen und schwimmenden nachgewiesenen Arten zu berechnen. Dazu erfolgt zunächst die Umrechnung der Pflanzenmengen aus den Abundanzen in die Quantitäten, nach der Formel: $Pflanzenmenge^3 = Quantität$

Mittels dieser Formel ist es möglich, die Summe aller Quantitäten zu berechnen. Die Pflanzenmenge bezieht sich dabei auf die nachgewiesene Abundanz. Zusätzlich werden die verschiedenen Pflanzenarten in positive, neutrale oder negative Quantitäten zugeordnet. Diese sind A (Summe der Quantitäten von Gütezeigern), B (Summe der Quantitäten von Arten ohne Indikation) und C (Summe der Quantitäten von Störzeigern).

Mit Hilfe dieser Unterscheidung wird es möglich, einen Referenzindex nach der folgenden Formel zu berechnen:

$$R_I = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} - \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci}}{\sum_{i=1}^{n_g} Q_{gi}} * 100$$

R_I = Referenzindex ; Q_{Ai} = Quantität des Taxon aus A; Q_{Ci} = Quantität des Taxon aus C;

Q_{gi} = Quantität des Taxon aller Gruppen; n_A = Gesamtzahl der Taxa aus A;

n_C = Gesamtzahl der Taxa aus C; n_g = Gesamtzahl der Taxa aller Gruppen

Bevor eine Einteilung in die Ökologische Zustandsklasse möglich wird, erfolgt die Berechnung des Modulergebnisses auf Grundlage des Referenzindex nach der Gleichung:

$$M_{MP} = \frac{(R_I + 100) * 0,5}{100}$$

Eine Gesamtauswertung aller Ergebnisse ist der Tabelle 24 zu entnehmen. Die Modulergebnisse werden in fünf Zustandsklassen von sehr gut bis schlecht mithilfe der Indexgrenzen der LAWA-Typ 18 von 2012 festgelegt.

Tab. 24: Ökologische Zustandsklasse nach Makrophyten

	Unterhalb	Renaturierung	oberhalb
Summe der Quantitäten von Gütezeigern	8	0	1
Summe der Quantitäten von Arten ohne Indikation	54	16	1
Summe der Quantitäten von Störzeigern	126	27	179
Summe aller Quantitäten	188	43	181
Referenzindex RI	-62,76	-62,79	-98,34
Modulergebnis Makrophyten	0,186	0,186	0,0083
Ökologische Zustandsklasse (Makrophyten)	4	4	5

Die Zustandsklassen weisen einen erwarteten unbefriedigenden bis schlechten Vegetationszustand auf. Besonders auffallend ist der geringe Artenreichtum innerhalb der Renaturierungsstrecke, welcher aufgrund des starken Schilfbewuchses stark abnahm. So konnte im Jahr 2014 kein einziger positiver Gütezeiger nachgewiesen werden. Im Jahr 2010 waren es hingegen noch 27. Das Ergebnis unbefriedigend wurde im Renaturierungsgebiet nur erreicht, da auch die Störzeiger von 189 auf 27 drastisch sanken. Mit dieser Erkenntnis sind die durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen nicht förderlich für die vegetative Biodiversität der Aller, da diese nun durch das Fehlen von Bewirtschaftung durch *Phragmites australis* vollkommen dominiert wird. Auch unterhalb und oberhalb der Renaturierung haben die gütezeigenden Arten mit einem Verlust von -87,5% der Quantitäten im Vergleich zu 2010 gravierend abgenommen. Während die Zahl der Störzeiger unterhalb der Renaturierung von 189 (2010) zu 126 ebenfalls abnahm, stieg sie oberhalb von 72 auf 181 sehr stark an. Vor allem das häufige Auftreten von *Potamogeton crispus* und *Potamogeton pectinatus* gelten als störende Indikatoren für den Nachweis organischer Belastung. Durch das Fehlen positiver Indikatoren sank die Ökologische Zustandsklasse ober- und unterhalb der Renaturierung von mäßig im Jahr 2010 auf unbefriedigend und schlecht. Damit sind keine positiven Auswirkungen ober- und unterhalb des Renaturierungsgebietes erkennbar. Auch haben positive Gütezeiger in der umgebauten Fließstrecke aufgrund der starken Schilfausbreitung keine Möglichkeit zum Fortbestand bzw. zur Vermehrung und Ansiedlung. Die Bewertung des Renaturierungsgebietes mit unbefriedigend kann daher angezweifelt werden, da *Phragmites australis* nicht in die Index gestützte Bewertung einfließt und das Leben von echten Indikatoren stark negativ beeinflusst wird. Daher ist im Renaturierungsgebiet das Ziel der EU-WRRL von einem guten ökologischen Zustand nicht erreicht.

Zusätzlich zu den in den vergangenen Jahren unternommenen Beprobungen, wurde eine Befischung Ende September 2014 im Renaturierungsgebiet durchgeführt. Die Befischung zeigte eine Typ 18 klassische Individuen arme Fischfauna, welche hauptsächlich vom krautlaichenden Dreistachligem Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) besiedelt wird. Dieser besetzt aufgrund seines geringen wasserqualitativen Anspruchs sowie seiner Abwassertoleranz ideale Ansiedlungsvoraussetzungen und kann sich dank fehlender Räuber wie Hechte und Zander stark vermehren. Ein weiterer typischer Vertreter ist der Döbel (*Squalius cephalus*), er konnte ebenfalls in der Aller nachgewiesen werden und zählt ebenfalls zu den anspruchslosen Arten. Der Döbel erreicht eine Größe bis zu 40 cm und ein Gewicht von 1 kg und ist damit ein Vertreter, welcher nur in größeren Bächen vorkommt. Dies beweist, dass es sich bei der Aller um ein größeres Fließgewässer handelt.

Besonders beeindruckend ist der Nachweis einer 16 cm großen Bachforelle (*Salmo trutta fario*), da dieser schnell fließende und sauerstoffreiche Gewässer bevorzugt (Abb. 13). Diese Ansiedlung wurde wie bereits bewiesen, aufgrund der Renaturierungsmaßnahmen realisiert. Auch diese Gattung ist im Leitbild der Löss-lehmgeprägten Bäche zu finden.



Abbildung 13: Planaria *Salmo trutta fario* (Befischung im Renaturierungsgebiet, 24.09.2014)

Die Befischung zeigt, dass es sich bei der Aller um ein Fischfauna armes Gewässer handelt. Da dies jedoch nicht untypisch für ein Typ 18 Fließgewässer ist, ist der ökologische Zustand aus Sicht der vorhandenen Fischarten mit gut zu bewerten.

Es ist hervor zu heben, dass während der Befischung keine Fische zu Schaden gekommen sind und auch die gefangene Bachforelle zurück in die Aller gebracht wurde.

6. Erfolgskontrolle nach Lüderitz et al. (2007) mit den Daten von 2009 und 2010

Die Erfolgskontrolle setzt sich aus den bereits beschriebenen Modulen Wassergüte, Gewässerstruktur, Naturnähe, Diversität und der Schutzwürdigkeit zusammen. Die meisten Werte wurden hierfür bereits im Rahmen dieser Arbeit errechnet und werden in der folgenden Tabelle 25 zusammengetragen, um sie mit den Ergebnissen der Vorjahre vergleichen zu können. Zusätzlich verfügt die Erfolgskontrolle nach Lüderitz über drei weitere Indizes. Diese sind der Ecological Quality Index (EQI_M), der Schannon-Wiener-Index sowie der Conservation-Index.

EQI_M :

Der Ecological Quality Index benutzt verschiedene Indizes und Eigenschaften von Makroinvertebraten, den Diversitätsindex sowie den GFI und beschreibt die Ökosystemgesundheit. Die Berechnung wurde bereits durch ASTERICS durchgeführt.

Schannon-Wiener-Index:

Dieser Index gibt Auskunft über die Vielzahl von Arten bzw. Artenanzahlen. Er ist damit ein Maß direkter Biodiversität, macht aber keine Aussagen zu Vorlieben oder Bedeutung bestimmter Arten. Die Berechnung wurde ebenfalls durch ASTERICS ausgeführt.

Conservation-Index:

Bei dem Conservation-Index handelt es sich um einen neunstufigen Naturschutzindex, welcher Auskunft über das Vorhandensein gefährdeter Arten gibt. Sobald eine Art der Roten Liste mit der Gefährdungsstufe 1 nachgewiesen wird, erhält der Index die höchste Wertung mit 9. Für die Renaturierungsstrecke ergibt sich eine Wertung von 7, da *Baetis niger* mit der Gefährdungskategorie 2 (stark gefährdet) nachgewiesen wurde.

Um eine Gesamtbewertung durchführen zu können, erhält jeder Index eine Benotung, welche im Anschluss zu einer Gesamtnote zusammengefasst wird. Die Note 5 gibt dabei den sehr guten Zustand und die Note 1 den schlechten Zustand wieder.

Tab. 25: Erfolgskontrolle, Vergleich mit 2009 und 2010

Modul / Index	oberhalb der Renaturierung		Renaturierung		unterhalb der Renaturierung	
	Wert	Note	Wert	Note	Wert	Note
Wassergüte						
Saprobienindex	2,31	3	2,19	4	2,28	3
Makrophytenindex	5	1	4	2	4	2
Gewässerstruktur						
Gewässerstruktur	5,5	1	2,7	4	5,6	1
Faunaindex	-0,93	1	-0,609	2	-0,576	2
Naturnähe**						
EQI _(MI)	2	2	1	1	1	1
Diversität / Schutzwürdigkeit						
Shannon-Wiener-Index	3,095	4	3,595	5	3,33	4
Conservation-Index	6	3	7	4	5	2
Gesamt 2014		2,14		3,14		2,14
Gesamt 2010		2,57		2,78		2,57
Gesamt 2009		2,14		2,43		2

Die Bewertungen der letzten Jahre zeigen eine stetige Verbesserung im Renaturierungsgebiet, so konnte die Benotung von einer unbefriedigenden zu einer befriedigenden (3,14) Gesamtbewertung erfolgen, der nach den EU-WRRL geforderte gute ökologische Zustand ist jedoch noch nicht erreicht. Verbesserungen sind vor allem aufgrund der Zunahme von Makroinvertebratenarten sowie deren Abundanzen und den damit verbesserten Bewertungen im Saprobien-, Fauna- und Shannon-Wiener-Index eingetreten. Deutliches Verbesserungspotential ist weiterhin in der Diversität der Makrophyten zu finden, da die Artenvielfalt sehr gering ausfällt und das Renaturierungsgebiet hauptsächlich von Schilf dominiert wird. So konnten keine positiven Gütezeiger nachgewiesen werden. Ebenso fällt das Modul der Naturnähe sehr schlecht aus, da typische Arten Löss-lehmgeprägter Bäche aufgrund von zum Beispiel fehlendem Totholz keine Nahrungsgrundlage finden und sich somit nicht ansiedeln können. Die geringe Verschlechterung der Benotung des Conservation-Index von fünf (2010) zu vier, ist mit dem fehlenden Nachweis einer Art der Gefährdungsstufe 1 zu begründen. Diese ist aufgrund der allgemeinen Populationszunahme jedoch zu vernachlässigen. Bei der Betrachtung der Gebiete ober- und unterhalb der Renaturierung ist festzustellen, dass über die Jahre keine gravierenden Verbesserungen eingetreten sind und diese daher nur mit unbefriedigend bewertet werden können. Es zeigte sich, dass in diesen Gebieten kaum positive Effekte durch das Renaturierungsgebiet eintreten. So ist lediglich eine leichte Zunahme der Makroinvertebratendiversität unterhalb der Renaturierung zu erkennen.

7. Vergleich des Renaturierungserfolges der Aller mit dem Jungfernbach

Der Jungfernbach (Abbildung 14) in der Börde bei Calden und Immenhausen spiegelt einen typisch Löss-lehmgebrägten Tieflandbach (Typ 18) wieder und wurde auf einer Länge von 200 m durch das Ingenieurbüro „Büro für Ingenieurbiologie und Landschaftsplanung“ (BIL, Witzenhausen) sowie in Zusammenarbeit der Universität Kassel im Jahr 2007 renaturiert und im Bericht „Renaturierung kleiner Lössbäche – ein Beitrag der Ökologischen Landwirtschaft zum Naturschutz“ von Braukmann et al. 2010 festgehalten. Daher bietet sich dieses Projekt zum idealen Vergleich mit den Renaturierungserfolgen der Aller bei Wefensleben an, um eventuelle Verbesserungsmöglichkeiten in der renaturierten Fließstrecke der Aller zu finden. Beim Jungfernbach handelt es sich wie bei der Aller um einen durch Landwirtschaft stark degradierten Flussverlauf mit einer Breite von 1 m – 3 m, einem Durchfluss von 1,7 m³/s und einer Fließgeschwindigkeit von 0,1 m/s – 0,4 m/s. Ziel der Renaturierung war es, die ökologische Durchgängigkeit zu gewährleisten, die Herstellung eines naturnahen Zustandes zu erreichen sowie die biologische Diversität deutlich zu erhöhen. Für die Umsetzung dieser Maßnahmen erfolgten der Einbau von Grundschwelen aus Holz, eine Verlegung des Flussverlaufes aus einem unterirdischem Kanal an die Oberfläche sowie der Eintrag von Totholz. Für eine Verbesserung der Wasserqualität erfolgte der Verzicht auf Pestizide und Mineraldünger durch Umstellung auf eine ökologische Landwirtschaft im Einzugsgebiet der Renaturierung. In Folge dessen konnten bereits im Jahr 2008 leichte Verbesserungen des Jungfernbaches mit dem Rückgang der Konzentrationen von Magnesium und Phosphor gemessen werden. Der Verzicht auf mineralische Dünger scheint daher bereits nach sehr kurzer Zeit messbar zu werden. Diese Erfolge konnten für die Aller nicht erreicht werden, da zwar im direkten Renaturierungsgebiet Düngeverbot herrscht, jedoch ober- wie unterhalb nur konventionelle Landwirtschaft betrieben wird. Die Ansiedlung neuer Makrophyten konnte innerhalb eines Jahres am Jungfernbach nicht nachgewiesen werden. Dies ist auch an der Aller von 2009 zu 2010 nicht möglich gewesen, da, wie sich zeigte, die Ansiedlung von Pflanzen sehr langsam stattfindet. Die Erstbesiedlung mit Makroinvertebraten fand am Jungfernbach mit 14 Taxa hingegen zügig statt. Diese sind vor allem *Gammarus pulex*, *Beathis rhodani* und *Gammarus fossarum*. Vor allem *Gammarus pulex* und *Beathis rhodani* konnten bereits 2009 an der renaturierten Aller in hoher Abundanz nachgewiesen werden.

Die Fischpopulation des Jungfernbaches zeigte nach einem Jahr mit lediglich wenigen Bachforellen keine Veränderungen. Auch an der Aller konnten erst 6 Jahre nach Durchführung der Renaturierungsmaßnahmen Veränderungen der Fischfauna durch den Fang einer Bachforelle und von Döbeln nachgewiesen werden. So zeigen die Aller und der Jungfernbach trotz signifikanter Renaturierungsunterschiede (Eintrag von Totholz, ökologischer Landwirtschaft, Flussprofil) erhebliche Gemeinsamkeiten in der Erstbesiedlung sowie der hydromorphologischen Verbesserung beider Gewässer. Große Unterschiede finden sich jedoch im Gewässerbett, da die Aller ein vorgegebenes Trapezprofil mit wenigen Breitenvarianzen erhalten hat, der Jungfernbach hingegen mit einem flachen Gewässerbett und vielen Breiten- und Tiefenvarianzen eine bessere Eigendynamik entwickeln kann. Von großem Interesse wäre nun zu wissen, wie sich die Biodiversität des Jungfernbaches entwickelt hat, um einen abschließenden Vergleich 6 Jahre nach Durchführung der wasserbaulichen Maßnahmen beider Flüsse ausarbeiten zu können.



Abbildung 14: Renaturierte Stelle am Jungfernbach (BIL)

8. Verbesserungsmöglichkeiten des ökologischen Zustandes der Aller bei Wefensleben

Wie die hier vorliegende Arbeit zeigt, hat sich der ökologische Zustand der Aller deutlich verbessert, jedoch noch nicht den ökologisch guten Zustand erreicht. Dieses liegt zum einen an den weiterhin wirkenden anthropogenen Einflüssen ober- und unterhalb des Renaturierungsgebietes, wie auch an dem Fehlen typischer Makroinvertebraten und Makrophyten im Umkreis von 5 km der renaturierten Zone. Aus diesem Grund werden im Folgenden Maßnahmen aufgezeigt, welche die ökologische Zustandsklasse der Aller verbessern könnte.

1. Umwandlung der konventionellen zur ökologischen Landwirtschaft im Einzugsgebiet der Aller oder eine Verschärfung der Düngeverordnung an Gewässern, um die anthropogenen Einflüsse zu begrenzen.
2. Ausweitung der Renaturierungsstrecke, um anthropogenen Einflüssen besser begegnen zu können.
3. Anpflanzen von klassischen Typ 18 Gütezeigenden Makrophyten wie *Berula erecta* sowie Aussetzen von Makroinvertebratenarten, welche an der Aller scheinbar nicht angesiedelt sind, wie z.B. *Leuchta fusca* und *Nemoura cinerea*.
4. Wasserbauliche Maßnahmen an anderer Stelle innerhalb des 5 km Radius (Abb. 6), um Sprungzonen für Makroinvertebraten zu ermöglichen.
5. Einträge von Totholz am Beispiel der Gewässersteckbriefe von POTTGIESSER und SOMMERHÄUSER (2008).
6. Weiteres Anlegen von Breiten- und Tiefenvarianzen für eine erhöhte Eigendynamik.
7. Beschneidung von *Phragmites australis* im Renaturierungsgebiet, um anderen Arten die Ansiedlung zu ermöglichen.

Mit diesen Maßnahmen wird es möglich, die Wasserqualität zu verbessern und gleichzeitig die Biodiversität stark zu erhöhen. Das Erreichen des geforderten guten ökologischen Zustandes sollte damit ermöglicht werden.

Literaturverzeichnis

Bayrisches Landesamt für Umwelt (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-WRRL Makrophyten und Phytobenthos S. 53- 68

Berendes, Konrad (2010): Wasserhaushaltsgesetz. Kurzkomentar. Berlin: Schmidt. S. 37-42

BIL: <http://www.ingenieurbuero-bil.de/renaturierung-jungfernbach.html> (Stand: 5.01.2015)

Bmub: <http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/fluesse-und-seen/schutzziele-und-bewertungsparameter/chemische-gewaessergueteklassifizierung/>

(Stand: 13.12.2014)

Bodenkarte SA: <http://www.geofachdatenserver.de/de/sachsen-anhalt-bodenkarte.html>

(Stand: 2.11.2014)

Braukmann, Ulrich (2010): Renaturierung kleiner Lössbache – ein Beitrag der Ökologischen Landwirtschaft zum Naturschutz, in Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz Heft 10 (2010) S. 41 – 56

Bund: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d_v/gesamt.pdf (Stand: 23.12.2014)

Dickhaut, Wolfgang (2006): Fließgewässerrenaturierung heute: Auf dem Weg zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie Taschenbuch S. 66

DSV: <https://www.dsv-saaten.de/mais/anbau/duengung.html#punkt1> (Stand: 17.12.2014)

Engelhardt, Wolfgang (1996): Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Pflanzen und Tiere unserer Gewässer ; eine Einführung in die Lehre vom Leben der Binnengewässer. 14., neu bearb. und erw. Aufl. Stuttgart: Franckh-Kosmos (Kosmos-Naturführer). S. 114-226

FFH-Gebiet 202:

http://www.lau.sachsenanhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LAU/Naturschutz/Natura2000/Managementplanung/Dateien/Salzstelle-Wormsdorf_ges.pdf S. 15-16 (Stand: 4.11.2014)

Gartenteich: <http://www.gartenteich-ratgeber.com/tiere/fische/stichling.html> (Stand 13.12.2014)

Gunkel, Günter (1996): Renaturierung kleiner Fließgewässer. Jena: G. Fischer (Umweltforschung).

Klima Wefensleben: <http://de.climate-data.org/location/154101/> (Stand: 1.10.2014)

Koenzen, Uwe (2011): Auftretende Gewässertypen in NRW S. 52 – 56

LAWA (1998): Gewässerstrukturgütekartierung, Erhebungsbogen

LAWA (1998): Gewässerstrukturgütekartierung, Verfahrensbeschreibung

Landgesellschaft Sachsen – Anhalt mbH (2008): Antrag auf wasserrechtliche Genehmigung zur Renaturierung der Aller bei Wefensleben

LAU: <http://www.lau.sachsen-anhalt.de/startseite/naturschutz/arten-und-biotopschutz/rote-listen-sachsen-anhalt-2004/> (Stand: 1.12.2014)

Lazar, Silvia und Höke Silke (2012): Optimierung der Verwertung organischer Abfälle Materialband „Wirkungsanalyse Boden“ S. 38-50

LAZBW: http://www.lazbw.de/pb/site/lel/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lazbw_ffs/Forelle.pdf (Stand: 22.10.2014)

LGSA: http://www.lgsa.de/front_content.php?idcat=1879 (Stand: 26.12.2014)

Lüderitz, Volker (Hg.) (2007): Beiträge zum Institutskolloquium "Bewertung von Gewässern bei der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie". Magdeburg, 29. November 2007. Institutskolloquium Bewertung von Gewässern bei der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie <2007, Magdeburg>. Aachen: Shaker (Magdeburger wasserwirtschaftliche Hefte, Bd. 2007,8). S. 55-70

Lüderitz et al. (2009): Untersuchungen zum Renaturierungserfolg der Aller bei Wefensleben

Lüderitz et al. (2010): Weiterführende Untersuchungen zum Renaturierungserfolg an der Aller bei Wefensleben

Lüderitz et al. (2014): Forschungsdaten Aller 2014

MDR: <http://www.mdr.de/sachspiegel/elbe252.html> (Stand: 20.10.2014)

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2011): deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch Weser- und Emsgebiet S. 18

Pottgiesser und Sommerhäuser (2008): Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen S. 244 – 254

Schmidt, Martin (2000): Hochwasser und Hochwasserschutz in Deutschland vor 1850: Eine Auswertung alter Quellen und Karten Taschenbuch

Auswirkungen der Allerrenaturierung bei Wefensleben vom Jahr 2009 zu 2014

Storm, Peter Christoph: Umweltrecht, 23. Auflage 2012. S.184

TAV Börde: http://www.tav-boerde.de/sw_zahlenspiegel.php (Stand: 20.10.2014)

Tektonische Karte: <http://webs.idu.de/lagb/lagb-default.asp?thm=tek400&tk=C3930>
(Stand: 2.11.2014)

Wasser- und Schifffahrtsamt Verden: <http://www.wsa-verden.wsv.de/wasserstrassen/aller/>
(Stand: 05.10.2014)

Wefensleben: <http://www.gemeinde-wefensleben.de/verzeichnis/objekt.php?mandat=40953>
(Stand: 1.10.2014)

Eidesstattliche Erklärung

„Ich versichere, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt, nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, alle benutzten Quellen und Hilfsmittel angegeben sowie wörtliche und sinngemäße Zitate gekennzeichnet habe.“

Ort, Datum

Unterschrift

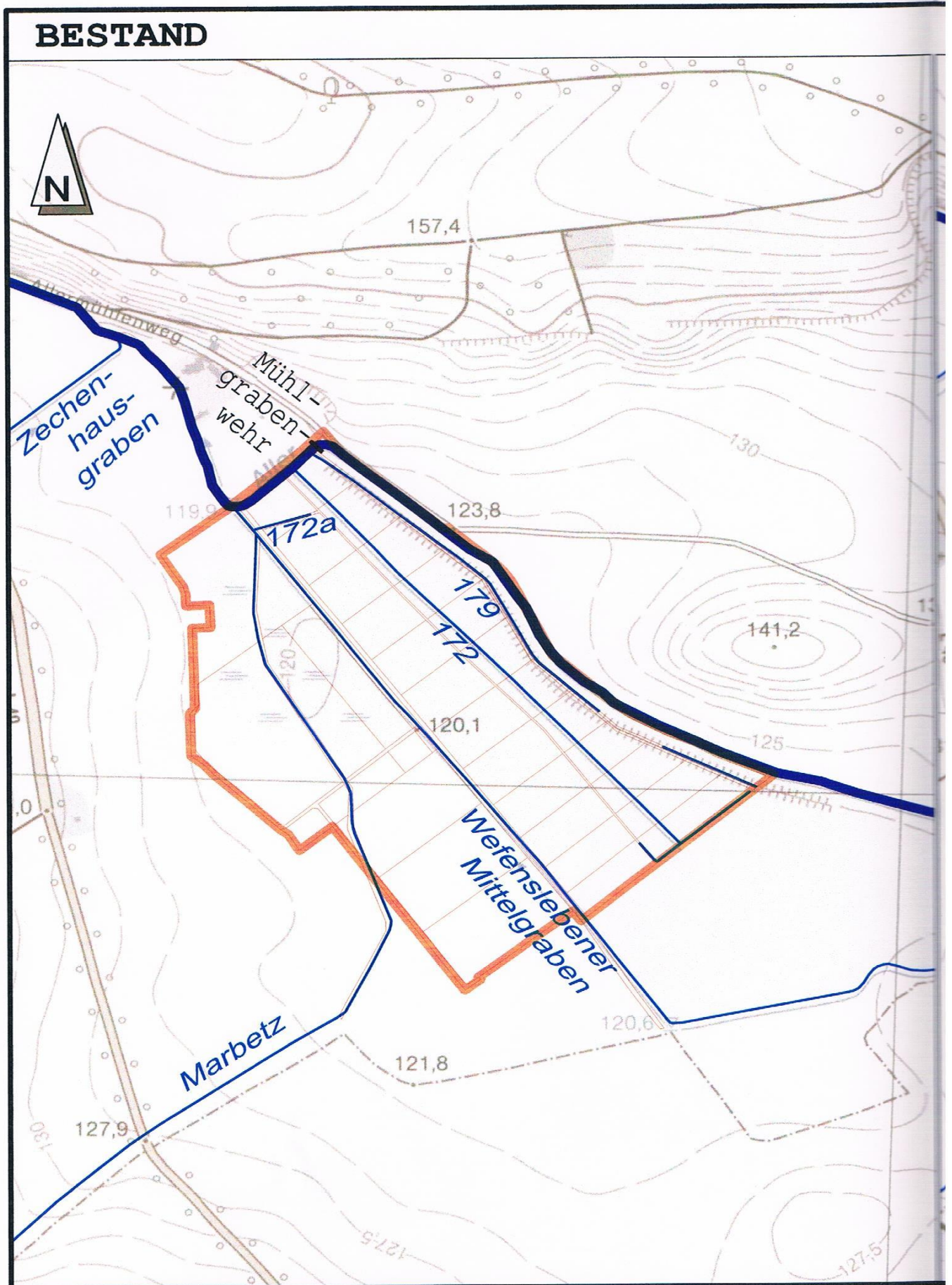
Auswirkungen der Allerrenaturierung bei Wefensleben vom Jahr 2009 zu 2014

Anlage 1

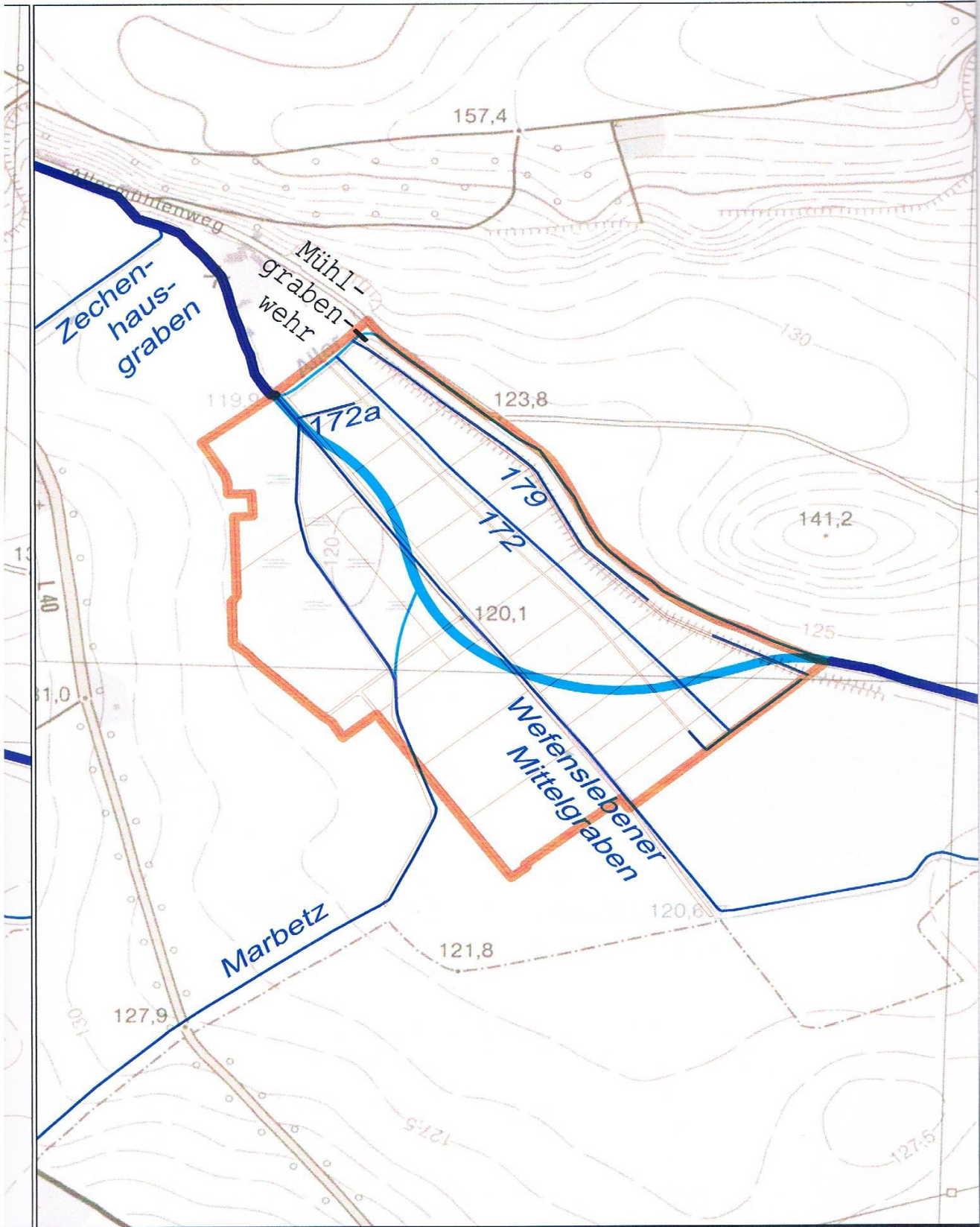
Übersichtsplanung vom Bestand zur realisierten Maßnahme

Erläuterung

Eine genaue Übersichtsplanung vom Ist (Seite 69) zum Soll Zustand
(Seite 70)



PLANUNG



Auswirkungen der Allerrenaturierung bei Wefensleben vom Jahr 2009 zu 2014

Anlage 2

Überblick von oben

Erläuterung

Drei detaillierte Videoaufnahmen von einer Drohne von ober-
unterhalb und dem Renaturierungsgebiet (zu finden auf der CD)