

Carl Macher GmbH & Co. KG

Antrag Neuerteilung Nutzwassererlaubnis

Gewässerökologisches Gutachten

Auftraggeber



Carl Macher GmbH & Co. KG, Fabrikstraße 14, 95189 Köditz

30.04.2024

Carl Macher GmbH & Co. KG

Antrag Neuerteilung Nutzwassererlaubnis

Gewässerökologisches Gutachten

BNGF GmbH, Zugspitzstr. 17, 82396 Pähl

Projektleitung:	Dr. Stefan Schütz
Bearbeitung:	Dr. Sabine Bernhard
	M. Sc. Marius Heiß
	M. Sc. Julia Mayr
	Dr. Roland Meyer
	M. Sc. Jakob Popp
	Dipl. Ing. (FH) Julia Schmid
	Dr. Stefan Schütz
	M. Sc. Christina Spieß
	M. Sc. Philip Wendt

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Anlass und Aufgabenstellung.....	1
2.	Untersuchungsgebiet und maßgebliche Kenndaten	2
2.1	Untersuchungsgebiet mit Lage der Untersuchungsabschnitte	2
2.2	Einstufung der Wasserkörper innerhalb des Untersuchungsgebietes nach WRRL/WHG.....	4
2.2.1	Oberflächenwasserkörper 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“	4
2.2.2	Oberflächenwasserkörper 5_F031 „Göstra“	8
2.3	Hydrologie	12
2.3.1	FWK 5_F021 (Sächsische Saale, Pegel Hof)	12
2.3.2	FWK 5_F031 (Göstra)	14
2.4	Temperaturregime der Sächsischen Saale.....	14
3.	Beschreibung des Vorhabens.....	16
4.	Grundlegende Wirkungsebenen und Wirkungspfade des Vorhabens im Bereich Gewässerökologie	18
4.1	Stoffliche Einleitung.....	18
4.1.1	Allgemeine Wirkungsebenen und -pfade	18
4.1.2	Wirkungsebenen maßgeblicher Inhaltsstoffe von Papierfabrik Abwässern	19
4.1.2.1	Organische Bestandteile	19
4.1.2.2	Komplexbildner.....	20
4.1.2.3	Endokrin wirksame Stoffe	20
4.1.2.4	AOX	21
4.1.2.5	Anorganische Nährstoffe.....	21
4.1.3	Wechselwirkungen	22
4.2	Wärmeeinleitung	22
4.2.1	Temperaturbeeinflussung der Gewässer.....	22
4.2.2	Empfindlichkeiten von Fischen gegenüber thermischen Veränderungen im Wasserkörper.....	23
4.2.3	Empfindlichkeiten von Makrozoobenthos gegenüber thermischen Veränderungen im Wasserkörper.....	24
5.	Grundlagen und Methodik.....	25
5.1	Nationale und europäische Richtlinien und fachrechtliche Grundlagen.....	25

5.2	Datengrundlagen.....	25
5.2.1	Vom Vorhabenträger zur Verfügung gestellte Daten und Unterlagen	25
5.2.2	Amtliche Daten.....	26
5.2.3	Vom BNGF durchgeführte Erhebungen und Untersuchungen	26
5.3	Stoffliches Untersuchungsprogramm ARA und Oberflächengewässer.....	27
5.4	Abwasserscreening	28
5.5	Temperaturmessungen in der Sächsischen Saale und Auswertungszeitraum	29
5.6	Messung der Fließgeschwindigkeiten in der Sächsischen Saale.....	30
5.7	Kartierung der Gewässerstruktur und der Fischhabitate.....	31
5.8	Kartierung des FFH-Anhang-II-Lebensraumtyps 3260	33
5.9	Erhebung der Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen.....	34
5.10	Makrozoobenthoserhebungen	35
5.11	Elektrobefischungen.....	36
5.12	Fotodokumentation.....	38
6.	IST-Zustand	39
6.1	Abflussverhältnisse in der Sächsischen Saale im Untersuchungszeitraum 2018–2020.....	39
6.2	Anforderungen an die unterstützenden, allgemein physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten gemäß OGewV.....	39
6.3	Anforderungen an die unterstützende Qualitätskomponente „Temperatur“ gemäß OGewV	40
6.4	Thermische und stoffliche Vorbelastungen der Sächsischen Saale.....	41
6.5	Stoffkonzentrationen im Vorlauf der Einleitung der Firma Macher	42
6.5.1	Sächsische Saale oh. der Einleitung der Firma Macher	42
6.5.1.1	Nach OGewV geregelte Stoffe.....	43
6.5.1.2	Ungeregelte Stoffe	44
6.5.2	Göstra oh. Stausee der Firma Macher.....	47
6.5.2.1	Nach OGewV geregelte Stoffe.....	48
6.5.2.2	Ungeregelte Stoffe	48
6.5.3	Göstra uh. Stausee der Firma Macher kurz vor Mündung in die Sächsische Saale	51
6.5.3.1	Nach OGewV geregelte Stoffe.....	52
6.5.3.2	Ungeregelte Stoffe	53
6.5.4	Zusammenfassung.....	56
6.5.4.1	Sächsische Saale.....	56
6.5.4.2	Göstra oh. Stausee der Firma Macher.....	56
6.5.4.3	Göstra uh. Stausee der Firma Macher kurz vor Mündung in die Sächsische Saale	56
6.6	Vorlauftemperaturen in den Jahren 2020–2021	57
6.6.1	Monatsmittelwerte	57

6.6.2	Hochsommerliche Maximaltemperaturen	58
6.6.3	Winterliche Maximaltemperaturen	59
6.7	Bisherige Einleitung der Firma Macher in die Sächsische Saale	60
6.7.1	Einleitmengen	60
6.7.2	Stoffliche Konzentrationen und Frachten.....	62
6.7.2.1	Konzentrationen	62
6.7.2.2	Frachten	63
6.7.2.3	pH-Wert	64
6.7.3	In Abwasserscreenings detektierte Stoffe.....	64
6.7.4	Einleittemperatur	65
6.7.4.1	Untersuchungsprogramm ARA und Oberflächengewässer	65
6.7.4.2	Betriebstagebücher	66
6.8	Stoffliche Beeinflussung des FWK 5_F021 durch die Firma Macher und die Göstra	67
6.8.1	Verhältnis Einleitung Firma Macher und Abfluss Göstra am Abfluss der Sächsischen Saale.....	67
6.8.2	Gemessene Konzentrationsänderungen in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher ggü. dem Vorlauf unter Berücksichtigung des Einflusses der Göstra	68
6.8.2.1	Nitrit-Stickstoff	69
6.8.2.2	Gesamtposphor.....	70
6.8.2.3	TOC.....	71
6.8.2.4	Chlorid	72
6.8.2.5	DOC.....	73
6.8.2.6	CSB	74
6.8.2.7	Elektrische Leitfähigkeit	75
6.8.2.8	Säurekapazität bis 4,3.....	76
6.8.2.9	Calcium	77
6.8.2.10	Magnesium.....	78
6.8.2.11	Natrium.....	79
6.8.3	Bewertung der gemessenen Stoffkonzentrationen in der Sächsischen Saale uh. der Einleitung der Firma Macher	80
6.8.3.1	Nach OGeWV geregelte Stoffe.....	82
6.8.3.2	Ungeregelte Stoffe	84
6.8.4	Konzentrationen der im Abwasserscreening detektierten Stoffe in der Sächsischen Saale.....	85
6.8.5	Fazit zur stofflichen Beeinflussung des FWK 5_F021 durch die Firma Macher.....	86
6.9	Thermische Beeinflussung des FWK 5_F021 durch die Firma Macher	87
6.10	Fließgeschwindigkeiten der Sächsischen Saale.....	94
6.11	Ökologische Durchgängigkeit der Sächsischen Saale und der Göstra	94
6.12	Struktur- und Habitatkartierung	95
6.12.1	Kieslaichplätze und Jungfischhabitate.....	95
6.12.2	Alt- und Nebengewässer	100
6.12.3	Rauschen.....	101

6.12.4	Rekrutierung.....	101
6.12.5	Quervernetzung	102
6.12.6	Sohlstruktur.....	103
6.12.7	Böschungsstruktur.....	104
6.12.8	Sonderstruktur.....	105
6.12.9	Gesamtbewertung	107
6.13	Makrozoobenthos.....	108
6.13.1	Bewertung nach WRRL.....	108
6.13.1.1	Amtliche Erhebung im FWK 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“	108
6.13.1.2	Amtliche Erhebung im FWK 5_F031 „Göstra“	108
6.13.1.3	Eigene Erhebungen des BNGF in den FWK 5_F021 und 5_F031	109
6.13.1.4	Ökologische Zustandsklassen nach WRRL.....	111
6.13.2	Zusammenfassung.....	112
6.14	Fischfauna	113
6.14.1	Arteninventar.....	113
6.14.2	Individuenzahlen, Biomasse, Dominanzverhältnisse	115
6.14.3	Einheitsfang	119
6.14.4	Ökologische Ausprägung der Fischfauna	120
6.14.5	Anteil an temperatursensiblen Arten.....	125
6.14.6	Fortpflanzungsverhältnisse.....	129
6.14.7	Bewertung der Fischfauna nach WRRL.....	134
6.14.7.1	Methodische Hinweise zu fiBS	134
6.14.7.2	Bewertung der Gewässer des Untersuchungsgebietes.....	135
6.14.7.3	Ursachen für die Nichterreichung des guten ökologischen Zustands der Fischfauna im Untersuchungsgebiet	137
6.14.8	Naturschutzfachlich relevanten Arten und Bewertungen	138
6.14.8.1	Autochthone Fischarten und Neozoen.....	138
6.14.8.2	Arten der Roten Listen Deutschland und Bayern Nord.....	139
6.14.8.3	Ausgewählte charakteristische Fischarten des FFH-Anhang-I-LRT 3260.....	141
6.14.8.4	Nachgewiesene FFH-Anhang-II-Fischarten in der Sächsischen Saale.....	145
6.15	Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen.....	149
6.16	Lebensraumtyp 3260.....	150
7.	Maßnahmen zur Verbesserung/Vermeidung/Verminderung	151
8.	Prognose der Umweltauswirkungen des Vorhabens.....	152
8.1	Stoffliche Beeinflussung	152
8.1.1	Vorbemerkung zur stofflichen Prognose.....	152
8.1.2	Bewertung der prognostizierten maximalen stofflichen Beeinflussung in der Sächsischen Saale.....	153

8.1.2.1	Geregelte Stoffe	157
8.1.2.2	Ungeregelte Stoffe	161
8.1.2.3	Bewertung der stofflichen Einleitung unter Berücksichtigung der Biologischen Qualitätskomponenten	163
8.1.3	Prognostizierte stoffliche Beeinflussung beim Sonderbetrieb	163
8.1.3.1	Geregelte Stoffe	165
8.1.3.2	Ungeregelte Stoffe	166
8.1.3.3	Bewertung der stofflichen Einleitung unter Berücksichtigung der Biologischen Qualitätskomponenten	167
8.1.4	Fazit zur Prognose der stofflichen Beeinflussung des Vorhabens	168
8.2	Prognostizierte thermische Beeinflussung der Sächsischen Saale.....	170
9.	Beurteilung des Vorhabens hinsichtlich Vereinbarkeit mit WHG und WRRL	174
9.1	Allgemeine Hinweise zum Verschlechterungsverbot/Verbesserungsgebot nach WRRL	174
9.1.1	Verschlechterungsverbot.....	174
9.1.2	Verbesserungsgebot	176
9.2	Beurteilung des Vorhabens.....	176
9.2.1	Auswirkungen auf die QK Fischfauna.....	179
9.2.1.1	Bewertungen nach § 27 WHG (Verschlechterungsverbot, Verbesserungsgebot)	179
9.2.1.2	Bewertungen nach § 12 WHG	180
9.2.2	Auswirkungen auf die QK Makrozoobenthos (MZB)	181
9.2.3	Auswirkungen auf die QK Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen.....	183
9.2.4	Auswirkungen auf die unterstützenden hydromorphologischen Qualitäts-komponenten	184
9.2.4.1	Wasserhaushalt.....	184
9.2.4.2	Durchgängigkeit	185
9.2.4.3	Morphologie.....	185
9.2.5	Auswirkungen auf die allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskom-ponenten Temperatur und Sauerstoff.....	185
9.2.5.1	Temperatur.....	186
9.2.5.2	Sauerstoffverhältnisse.....	186
9.2.6	Auswirkungen des Vorhabens auf die flussgebietsspezifischen Schadstoffe (unterstützende Komponenten)	186
9.2.7	Auswirkungen auf den chemischen Zustand	186
10.	Prüfung gem. Umweltschadengesetz (USchadG)	187
11.	Zusammenfassung	188
11.1	Vorhaben	188
11.2	Betroffene Gewässer, Wirkfaktoren und Untersuchungen	189
11.3	Stoffliche Auswirkungen des Vorhabens	189

11.4	Thermische Auswirkungen des Vorhabens	190
11.5	Auswirkungen auf biologische Qualitätskomponenten und naturschutzfachliche Belange.....	191
11.5.1	Fischfauna	191
11.5.2	Makrozoobenthos (MZB)	192
11.5.3	Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen	195
11.6	Zusammenfassende Bewertung.....	196
12.	Literatur	197

Anhänge

- Anhang 1:** Stoffe und physikalisch-chemische Parameter
- Anhang 2:** Bewertungsschlüssel für die abschnittsbezogene, funktionale Habitatbewertung
- Anhang 3:** Auflistung der Kieslaichplätze mit Kennzahlen und Bewertung
- Anhang 4:** Auflistung der Jungfischhabitats mit Kennzahlen und Bewertung
- Anhang 5:** Auflistung der Alt- und Nebengewässer mit Kennzahlen und Bewertung
- Anhang 6:** Zusammenstellung aller Einzelergebnisse der abschnittsbezogenen funktionalen Habitatbewertung
- Anhang 7:** Übersichtspläne der Struktur- und Habitatkartierung
- Anhang 8:** Fachbericht LRT 3260
- Anhang 9:** Fachbericht Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen
- Anhang 10:** Fachbericht Makrozoobenthos
- Anhang 11:** Lage der Befischungsstrecken
- Anhang 12:** Referenz-Fischzönosen Nr. 234 und Nr. 744
- Anhang 13:** Fotodokumentation
- Anhang 14:** Zusätzliche Angaben zur Temperatur
- Anhang 15:** Auflistung der gemessenen Fließgeschwindigkeiten

Tabellenverzeichnis

Seite

Tab. 1: Lage und Ausdehnung der Untersuchungsabschnitte	3
Tab. 2: Stammdaten des FWK 5_F021 (Quelle: LfU Bayern Datenstand: 22.12.2021)	5
Tab. 3: Amtliche Bewertung des ökologischen Zustands und des chemischen Zustands des FWK 5_F021 im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum (Quelle: LfU Bayern Datenstand: 22.12.2021) und bei den biologischen QK in Klammer der Zustand im 2. BWZ	5
Tab. 4: Stammdaten des FWK 5_F031 (Quelle: LfU Bayern Datenstand: 22.12.2021)	8
Tab. 5: Amtliche Bewertung des ökologischen Zustands und des chemischen Zustands des FWK 5_F031 im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum (Quelle: LfU Bayern Datenstand: 22.12.2021)	9
Tab. 6: Abflusshauptwerte der Sächsischen Saale am Pegel Hof (Jahresreihe 1921–2015; Datenquelle: LfU Bayern)	12
Tab. 7: Übersicht über die bisher genehmigten Überwachungswerte und die neu beantragten Überwachungswerte (Einleitkonzentrationen und absolute Frachten) zur Einleitung in die Sächsische Saale	16
Tab. 8: Beantragte Überwachungswerte (Einleitkonzentrationen) zur Einleitung in die Sächsische Saale für den Sonderbetriebsfall	17
Tab. 9: Lageinformation zu den vom WWA Hof installierten Temperaturloggern	29
Tab. 10: Lageinformation zu den von der Firma Macher installierten Temperaturloggern	30
Tab. 11: Übersicht und Kurzcharakteristik der Probenahmestellen für das Makrozoobenthos	36
Tab. 12: Übersicht der im Rahmen des Projekts durchgeführten Elektrobefischungen	37
Tab. 13: Einteilung der Untersuchungsabschnitte (UA)	38
Tab. 14: Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial von Fließgewässern. Werte für allgemeine physikalisch-chemische Parameter für die Gewässertypen 9 und 5 (Anlage 7 OGewV)	40
Tab. 15: Auszug der Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial von Fließgewässern. Werte für Temperatur und Temperaturerhöhung mit Zuordnung der Fischgemeinschaften zu den Gewässertypen (OGewV)	41
Tab. 16: Stoffkonzentrationen (Mittelwert) mit Anzahl der Messwerte in der Sächsischen Saale im Vorlauf der Firma Macher und Abgleich mit Anforderungen an den guten Zustand nach OGewV sowie mit weiteren Vergleichswerten aus der Literatur (Überschreitung des Orientierungswerts gemäß OGewV orange markiert)	42
Tab. 17: Stoffkonzentrationen (Mittelwert) mit Anzahl der Messwerte in der Göstra oberhalb des Stausees der Firma Macher und Abgleich mit Anforderungen an den guten Zustand nach OGewV sowie weiteren Vergleichswerten aus der Literatur	47
Tab. 18: Stoffkonzentrationen (Mittelwerte) mit Anzahl der Messwerte in der Göstra unterhalb des Stausees der Firma Macher und Abgleich mit Anforderungen an den guten Zustand nach OGewV sowie weiteren Vergleichswerten aus der Literatur	51
Tab. 19: Ablaufmengen ARA in die Sächsische Saale in m ³ /d (2016–2020)	61
Tab. 20: Mittlere Konzentrationen im Ablauf der ARA in die Sächsische Saale in mg/l (2016 – 2020)	62
Tab. 21: Mittlere Tagesfracht aus der ARA in die Sächsische Saale in kg/d (2016–2020)	63
Tab. 22: Jahresfrachten aus der ARA in die Sächsische Saale in kg/a bzw. t/a (2016–2020)	64
Tab. 23: pH-Wert im Ablauf der ARA in die Sächsische Saale (2016–2020)	64
Tab. 24: Verteilung der Abflussmengen bzw. Anteil Einleitung ARA am Gesamtabfluss der S. Saale uh Macher	68
Tab. 25: Vergleich der Konzentrationszunahme verschiedener Stoffe in der Sächsischen Saale oh. und uh. Macher	69

Tab. 26: Stoffkonzentrationen in der Sächsischen Saale unterhalb der Einleitung der Firma Macher und Abgleich mit Anforderungen an den guten Zustand nach OGewV sowie weiteren Vergleichswerten aus der Literatur	81
Tab. 27: Durch das Abwasserscreening gemessene Bor Konzentrationen in der Sächsischen Saale	85
Tab. 28: Tagesmesswert der Einleittemperatur der Firma Macher im Frühlingszeitraum [°C]	90
Tab. 29: Tagesmesswert der Einleittemperatur der Firma Macher im Sommerzeitraum [°C]	91
Tab. 30: Tagesmesswert der Einleittemperatur der Firma Macher im Winterzeitraum [°C].....	93
Tab. 31: Übersicht der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Querbauwerke, deren Funktion und Durchgängigkeit.....	95
Tab. 32: Anbindung und Habitatqualität der Alt- und Nebengewässer	100
Tab. 33: Modul „Saprobie“ (Dezember 2018 und Mai 2019).....	109
Tab. 34: Modul „Allgemeine Degradation“ – Gesamtbewertung (Dezember 2018 und Mai 2019)	110
Tab. 35: Ökologische Zustandsklassen nach WRRL für die einzelnen Probestellen (Dezember 2018 und Mai 2019).....	111
Tab. 36: Fischartennachweise der Befischungen 2019 (Sommer / Herbst) in der Sächsischen Saale und in der Göstra aufgeschlüsselt nach naturschutzfachlichem Status und ökologischen Gilden	113
Tab. 37: Individuenzahlen der im Rahmen der Elektrobefischungen erfassten Fische je Gewässer sowie bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet (UG gesamt)	115
Tab. 38: Biomassen der im Rahmen der Elektrobefischungen erfassten Fische je Gewässer sowie bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet (UG gesamt)	116
Tab. 39: Einteilung der im Untersuchungsgebiet durch Elektrofischerei nachgewiesenen Fischarten in die Strömungsgilden rheophil, indifferent und stagnophil.....	121
Tab. 40: Gegenüberstellung der Fangergebnisse 2019 (Sommer, Herbst) mit den Referenzzönosen der untersuchten Fließgewässer in Hinblick auf die Gildenzugehörigkeit.....	122
Tab. 41: Temperatursensibilität und Vorkommen (Individuenzahlen) der in der Sächsischen Saale und Göstra erfassten Fischarten	126
Tab. 42: Übersicht der je Untersuchungsabschnitt (UA) nachgewiesenen Jungfische, unterteilt in 0+-Fische und Jungfische älter 0+ sowie Anteil an adulten Tieren	130
Tab. 43: Übersichtschart der Jungfischnachweise in der Sächsischen Saale	131
Tab. 44: Übersichtschart der Jungfischnachweise in der Göstra	132
Tab. 45: Art- und Individuennachweise der autochthonen bzw. neozoiischen Fischfauna in den untersuchten Gewässern.....	138
Tab. 46: Individuenzahlen sowie Einheitsfänge der drei nachgewiesenen FFH-Anhang-II-Arten bei den projektspezifischen Befischungen	145
Tab. 47: Jungfische der drei nachgewiesenen FFH-Anhang-II-Arten bei den projektspezifischen Befischungen.	145
Tab. 48: Ausgewählte, tatsächlich aufgetretene und gemessene Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA und der Saale, oberhalb und unterhalb der Einleitung, zur Prognostizierung der Beeinflussung geregelter Stoffe	155
Tab. 49: Ausgewählte tatsächlich aufgetretene und gemessene Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA und der Saale, oberhalb und unterhalb der Einleitung, zur Prognostizierung der Beeinflussung ungeregelter Stoffe	156
Tab. 50: Ausgewählte, tatsächlich aufgetretene und gemessene Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA und der Saale, oberhalb und unterhalb der Einleitung, zur Prognostizierung der Beeinflussung durch den Sonderbetrieb	164
Tab. 51: Überblick über die unterstützenden hydromorphologischen Qualitätskomponenten und deren Parameter nach OGewV, Anlage 3.	184
Tab. 52: Übersicht der einzelnen Querbauwerke des 5_F021.....	185

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abb. 1: Untersuchungsgebiet mit Untersuchungsabschnitten.....	2
Abb. 2: Amtliche Abgrenzung des FWK 5_F021 (Quelle: LfU Bayern Datenstand: 22.12.2021) und Umgriff des Untersuchungsgebietes (rot).....	4
Abb. 3: Auszug signifikanter Belastungsquellen, Auswirkungen der Belastungen und Risikoanalyse des FWK 5_F021 im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum (Quelle: LfU Bayern Datentand: 22.12.2021)	6
Abb. 4: Auszug aus dem aktuellen Maßnahmenprogramm für den FWK 5_F021 (Quelle: LfU Bayern Datenstand: 22.12.2021)	7
Abb. 5: Amtliche Abgrenzung des FWK 5_F031 (Quelle: LfU Bayern Datenstand: 22.12.2021) und Umgriff des Untersuchungsgebietes (rot).....	8
Abb. 6: Auszug signifikanter Belastungsquellen, Auswirkungen der Belastungen und Risikoanalyse des FWK 5_F031 im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum (Quelle: LfU Bayern Datentand: 22.12.2021)	10
Abb. 7: Auszug aus dem aktuellen Maßnahmenprogramm für den FWK 5_F031 (Quelle: LfU Bayern).....	11
Abb. 8: Charakteristische gemittelte Jahres-Abflussganglinie der Sächsischen Saale am Pegel Hof – Tagesmittelwerte der Zeitreihe 1920–2023 (Datenquelle: LfU Bayern)	13
Abb. 9: Temperaturregime der Sächsischen Saale an der Messstelle Hof, 2016–2021 (Jahresmittelwerte)	14
Abb. 10: Temperaturregime der Sächsischen Saale an der Messstelle Hof, 2016–2021 (Monatsmittelwerte)	15
Abb. 11: Übersicht der Probenahmestellen von Wasserproben des Untersuchungsprogramms Oberflächengewässer zur Untersuchung ausgewählter Stoffe und chemisch-physikalischer Parameter	28
Abb. 12: Übersicht der Messstellen für die Wassertemperatur (amtliche Messstelle Hof, Temperaturlogger WWA Hof und Firma Macher).....	30
Abb. 13: Übersicht der kartierten Abschnitte des FFH-Anhang-II-Lebensraumtyps (LRT) 3260.....	34
Abb. 14: Übersicht der Probenahmestellen für Makrophyten, Phytobenthos und Diatomeen	35
Abb. 15: Übersicht der Probenahmestellen für das Makrozoobenthos	36
Abb. 16: Abflussverhältnisse in der Sächsischen Saale im Untersuchungszeitraum Okt. 2018 – April 2021 (Datenquelle: LfU Bayern)	39
Abb. 17: Am Temperaturlogger MA 1 gemessene Vorlauftemperaturen der Sächsischen Saale (Juli 2020 bis März 2021, dargestellt als Monatsmittelwerte)	58
Abb. 18: Am Temperaturlogger MA 1 gemessene Vorlauftemperaturen der Sächsischen Saale im August 2020 (dargestellt als gl-6h-Mittelwerte)	59
Abb. 19: Am Temperaturlogger MA 1 gemessene Vorlauftemperaturen der Saale im März 2021 (dargestellt als gl-6h-Mittelwerte)	60
Abb. 20: Ablaufmenge ARA in die Sächsische Saale in m³/d (2016–2020). Überwachungswert bei 2.880 m³/d (rote Linie)	61
Abb. 21: Ablaufmenge ARA in die Sächsische Saale in m³/a (2016–2020).....	62
Abb. 22: Einleittemperaturen in die Sächsische Saale (Untersuchungsprogramm ARA, Tageseinzelnwerte Okt 2018 – Okt 2020)	66
Abb. 23: Vergleich der Einleittemperaturen (Betriebstagebücher – Untersuchungsprogramm ARA)	66
Abb. 24: Einleittemperaturen in die Sächsische Saale (Betriebstagebücher, Tageseinzelnwerte Nov 2020 bis März 2021)	67
Abb. 25: Nitrit-Stickstoff in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz der Firma Macher	70
Abb. 26: P _{ges} in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz der Firma Macher.....	71
Abb. 27: TOC in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz externes Labor	72

Abb. 28: Chlorid in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ- Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz der Firma Macher.....	73
Abb. 29: DOC in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ- Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz externes Labor	74
Abb. 30: CSB in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ- Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz der Firma Macher.....	75
Abb. 31: Leitfähigkeit in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ- Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz der Firma Macher.....	76
Abb. 32: Säurekapazität bis 4,3 in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz externes Labor.....	77
Abb. 33: Calcium in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ- Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz externes Labor	78
Abb. 34: Magnesium in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ- Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz externes Labor	79
Abb. 35: Natrium in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ- Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz externes Labor	80
Abb. 36: Monatsmittelwerte im gleitenden 6h-Mittel der Temperatur der Sächsischen Saale [°C] im Untersuchungsjahr Juli 2020 bis April 2021. Dargestellt sind die Daten der Logger im unmittelbaren Wirkbereich des Vorhabens MA 1 (Kontrolle), MA 2 (uh Macher links) und MA 3 (uh Macher rechts)	88
Abb. 37: Stundenmittelwerte der Saale-Temperatur [°C] als gleitendes 6h-Mittel in dem ausgewählten Zeitraum im Frühling 2021 (gemäß OGewV noch Winterzeitraum). Dargestellt sind die Daten der Logger oberhalb der Macher-Einleitung (MA 1) und unterhalb der Macher-Einleitung links (MA 2) und rechts (MA 3). Der Orientierungswert nach OGewV im Winter (Dezember bis März) beträgt 10 °C.....	89
Abb. 38: Stundenmittelwerte der Saale-Temperatur [°C] als gleitendes 6h-Mittel in dem ausgewählten Zeitraum im Sommer 2020. Dargestellt sind die Daten der Logger oberhalb der Macher-Einleitung (MA 1) und unterhalb der Macher-Einleitung links (MA 2) und rechts (MA 3). Der Orientierungswert nach OGewV im Sommer (April bis November) beträgt 21,5 °C.	91
Abb. 39: Stundenmittelwerte der Saale-Temperatur [°C] als gleitendes 6h-Mittel in dem ausgewählten Zeitraum im Winter 2021. Dargestellt sind die Daten der Logger oberhalb der Macher-Einleitung (MA 1) und unterhalb der Macher-Einleitung links (MA 2) und rechts (MA 3). Der Orientierungswert nach OGewV im Winter (Dezember bis März) beträgt 10 °C.....	93
Abb. 40: Anzahl (pro km) und Qualität des Kieslaichplatzes in den kartierten Untersuchungsabschnitten (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke	97
Abb. 41: Kleinflächige Bereiche mit umlagerungsfähigen Kiessubstraten zwischen Makrophytenbeständen	97
Abb. 42: Anzahl (pro km) und Qualität der Jungfischhabitate für rheophile Fischarten in den kartierten Untersuchungsabschnitten (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke	99
Abb. 43: Anzahl (pro km) und Qualität der Jungfischhabitate für nicht-rheophile Fischarten in den kartierten Untersuchungsabschnitten (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke	99
Abb. 44: Anzahl (pro km) der Rauschen in den kartierten Untersuchungsabschnitten (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke.....	101
Abb. 45: Bewertung des Parameters „Rekrutierung“ der Strukturkartierung in 500-m-Abschnitten. Die ökologischen Qualitätsstufen sind als farbige Balken rechts im Diagramm dargestellt. Kartierte Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume	102
Abb. 46: Bewertung des Parameters „Quervernetzung“ der Strukturkartierung in 500-m-Abschnitten. Die ökologischen Qualitätsstufen sind als farbige Balken rechts im Diagramm dargestellt. Kartierte Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume	103

Abb. 47: Bewertung des Parameters „Sohlstruktur“ der Strukturkartierung in 500-m-Abschnitten. Die ökologischen Qualitätsstufen sind als farbige Balken rechts im Diagramm dargestellt. Kartierte Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume	104
Abb. 48: Bewertung des Parameters „Böschungsstruktur“ der Strukturkartierung in 500-m-Abschnitten. Die ökologischen Qualitätsstufen sind als farbige Balken rechts im Diagramm dargestellt. Kartierte Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume	105
Abb. 49: Geradlinige Uferlinie mit Blocksteinen in UA 1	105
Abb. 50: Heterogene Uferlinie mit Felsvorsprüngen in UA 8.....	105
Abb. 51: Bewertung des Zusatzparameters „Sonderstruktur“ der Strukturkartierung in 500-m-Abschnitten. Kartierte Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume	107
Abb. 52: Abschnittsbezogene Gesamtbewertung aller Parameter (Rekrutierung, Quervernetzung, Sohl- und Böschungsstruktur) der Strukturkartierung in 500-m-Abschnitten. Die ökologischen Qualitätsstufen sind als farbige Balken rechts im Diagramm dargestellt. Die grau schraffierten Säulenabschnitte geben den Wert-Zuschlag an, der sich durch den Zusatzparameter „Sonderstruktur“ ergibt. Kartierte Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume	108
Abb. 53: Ermittelte Dominanzverhältnisse (Individuenzahl) der Fischfauna je Gewässer sowie bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet (UG gesamt). Unter „Sonstige“ sind alle Arten zusammengefasst dargestellt, die nicht zu den zehn häufigsten Arten im Gesamtfang zählen	117
Abb. 54: Ermittelte Dominanzverhältnisse (Biomasse) der Fischfauna je Gewässer sowie bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet (UG gesamt). Unter „Sonstige“ sind alle Arten zusammengefasst dargestellt, deren Gewicht bezogen auf den Gesamtfang nicht zu den zehn Arten mit dem höchsten Biomasseanteil zählen.....	118
Abb. 55: Gemittelter Einheitsfang (Individuen bzw. Biomasse pro 100 m) je Gewässer mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke	120
Abb. 56: Verteilung der erfassten Individuen (Ind.) bzw. Biomassen (Biom.) auf die Strömungsgilden je Gewässer sowie für das gesamte Untersuchungsgebiet (UG gesamt)	123
Abb. 57: Verteilung der erfassten Individuen auf die Strömungsgilden je Gewässer mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke	124
Abb. 58: Verteilung der erfassten Biomasse auf die Strömungsgilden je Gewässer mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke	125
Abb. 59: Verteilung der erfassten Individuen (Ind.) bzw. Biomasse (Biom.) bezogen auf die Temperatursensibilität je Gewässer sowie bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet (UG gesamt)	127
Abb. 60: Verteilung der erfassten Individuen bezogen auf die Temperatursensibilität je Gewässer mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke	128
Abb. 61: Verteilung der erfassten Biomasse bezogen auf die Temperatursensibilität je Gewässer mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke	129
Abb. 62: Ökologischer Zustand der Fischfauna nach fiBS. Durch BNGF ermittelte fiBS-Scores (beide Befischungsdurchgänge „gepoolt“) je Gewässer mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke	136
Abb. 63: Individuenanteile der Arten, die in der Roten Liste Deutschland (RLD) bzw. in der Roten Liste Bayern Nord (RL B N) mit einer Gefährdungsstufe gelistet werden (Kategorien: 0, 1, 2, 3, V)	139

Abb. 64: Individuenanteile der Arten, die in der Roten Liste Bayern Nord (RL B N) mit einer Gefährdungsstufe gelistet werden (Kategorien: 0, 1, 2, 3, V), je Gewässer, mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke	140
Abb. 65: Einheitsfang (EF) der beiden für den LRT 3260 charakteristischen Fischarten Bachforelle und Hasel im Untersuchungsgebiet (Saale und Göstra. Für den Einheitsfang wurden die Befischungsergebnisse des Sommer- und Herbsdurchganges gepoolt. * = staubeeinflusste UA; ** = Mindestwasserstrecke	142
Abb. 66: Längen-/Häufigkeitsdarstellung der für den LRT 3260 charakteristischen Fischart Bachforelle in der freifließenden S. Saale oberhalb der Einleitung der Fa. Macher (UA3, obere Abb.) sowie in der S. Saale unterhalb der Einleitung der Fa. Macher (UA4 + UA8, untere Abb.). Befischungsergebnisse des Sommer- und Herbsdurchganges 2019 gepoolt.....	143
Abb. 67: Längen-/Häufigkeitsdarstellung der für den LRT 3260 charakteristischen Fischart Hasel in der freifließenden S. Saale oberhalb der Einleitung der Fa. Macher (UA3, obere Abb.) sowie in der S. Saale unterhalb der Einleitung der Fa. Macher (UA4 + UA8, untere Abb.). Befischungsergebnisse des Sommer- und Herbsdurchganges 2019 gepoolt	144
Abb. 68: Adultes Bachneunauge (<i>Lampetra planeri</i>)	146
Abb. 69: Bitterling (<i>Rhodeus amarus</i>) – Weibchen mit Legeröhre	147
Abb. 70: Groppe oder (Mühl-)Koppe (<i>Cottus gobio</i>)	148
Abb. 71: Konstellationen zur „Verschlechterung“ zwischen „unterstützenden“ und biologischen QK aus Lawa 2017	175

Glossar

Abundanz: Anzahl der Organismen in Bezug auf eine bestimmte Fläche oder Raumeinheit.

adult: erwachsen (geschlechtsreif).

anthropogen: durch menschlichen Einfluss bedingt.

AOX: Adsorbierbare organisch gebundene Halogene. Summe der an Aktivkohle adsorbierbaren organischen Halogene bestimmt. Diese umfassen Chlor-, Brom- und Iodverbindungen. Organische Fluorverbindungen werden durch diese Analysenmethode nicht erfasst.

autochthon: in einem Gebiet selbstständig entstanden, bodenständig, standorttypisch, ursprünglich.

Autökologie: Ökologie von Arten; Untersuchung der Anpassung von Arten an ihren Lebensraum.

Biomasse: Gewicht einer Organismengruppe pro Flächen- oder Volumeneinheit.

Biozönose: Lebensgemeinschaft, Gemeinschaft von in Raum und Zeit zusammenlebenden Arten, Artenliste einer Lebensgemeinschaft.

Cypriniden: Karpfenartige Fische, Weißfische.

DOC: Dissolved organic carbon - gelöster organisch gebundener Kohlenstoff. Der DOC stellt ein Gemisch verschiedenster Substanzen dar. Allgemein liegt die organische Substanz aquatischer Systeme überwiegend gelöst vor. Nach HELMER-MADHOK (2010) umfasst der gelöste Anteil (DOC) rund 90 %, während nur etwa 10 % den partikulären organisch gebundenen Kohlenstoff (POC) ausmachen. DOC und POC bilden zusammen den TOC – den gesamten organischen Kohlenstoff.

EC₅₀-Wert: Als mittlere effektive Konzentration (EC50) bzw. mittlere effektive Dosis (ED50) wird in der Pharmakologie und Toxikologie die effektive Konzentration bzw. Dosis bezeichnet, bei der ein halbmaximaler Effekt beobachtet wird. Die mittlere Effektivdosis kann nicht direkt gemessen werden, sondern muss aus einer an einer Gruppe von Individuen bestimmten Dosis-Wirkungs-Kurve durch mathematische Modellierung abgeleitet werden. Bei der Toxizitätsbestimmung entspricht die EC50 einer Konzentration, die bei 50 % einer Versuchspopulation eine andere definierte Wirkung als den Tod auslöst – bei Letalität würde man von LC50 sprechen.

Endokrine Wirksamkeit: Potenzial eines Stoffes, hormonähnliche Wirkung zu entfalten und so das physiologische Gleichgewicht des Hormonsystems von Tieren und Menschen zu stören

eurytherm: Bezeichnung für Arten, die an große Temperaturschwankungen angepasst sind.

Gilde: Gruppe von Arten mit ähnlichen Strategien der Ressourcennutzung oder ähnlichen Lebensformtypen.

Habitat: Lebensraum bestimmter Beschaffenheit und Lokalität (auch: Lebensraum einer Art oder eines Organismus).

indifferent: Bezeichnung für Organismen, die keine ausgeprägte Präferenz bezüglich eines lebensraumbestimmenden Faktors (z.B. Fließgeschwindigkeit) zeigen.

Interstitial (hyporheisches): (durchflossenes) Lückensystem der Gewässersohle (Bett sediment); Hohlraum system der Kiesschicht.

juvenil: jugendlich (nicht geschlechtsreif).

Kolmation: Verstopfung/Verlegung der Poren im Boden, Verminderung der Durchlässigkeit des Gewässerbodens durch Ablagerungen (äußere Kolmation) und Einlagerungen (innere Kolmation), Abdichtung der Bettsedimente.

Kelvin: Das Kelvin (Einheitenzeichen: K) ist die SI-Basiseinheit der thermodynamischen Temperatur und zugleich gesetzliche Temperatureinheit in der EU, der Schweiz und fast allen anderen Ländern. Das Kelvin wird vor allem in Naturwissenschaft und Technik zur Angabe von Temperaturen und Temperaturdifferenzen verwendet.

Krenal: Lebensraum der Quellregion eines Gewässers.

letal: tödlich.

lithophil: Bezeichnung für aquatische Organismen, die vorzugsweise auf Steinen vorkommen bzw. Steine (Kies) als Laichsubstrat bevorzugen.

Makrophyten: submerse Wasserpflanzen mit Körpergliederung in Wurzel, Stamm und Blatt; inkl. Moose und Characeen, lebende Pflanzenteile, Wurzelbärte, Ufergrasbüschel etc.; mit bloßem Auge deutlich erkennbar.

Makrozoobenthos: Sammelbezeichnung für wirbellose Tiere, die den Gewässerboden bewohnen und zumindest in einem Lebensstadium mit freiem Auge sichtbar sind.

meso-eurytherm: Bezeichnung für Arten, die mittlere bis große Temperaturschwankungen tolerieren bzw. an ein breites Temperaturspektrum angepasst sind.

Migration: Wanderung.

Morphologie: Wissenschaft von der Form/Gestalt.

Mutagenität: Potenzial eines Stoffes oder einer Strahlung, Veränderungen am Erbgut (Mutation) hervorzurufen. Mutationen von Körperzellen können zu Krebs führen, während Mutationen von Keimzellen die Fortpflanzung und/oder die Nachkommen beeinträchtigen und vererbt werden können (UBA 2018).

Neozoen: aus entfernten Gebieten oder anderen Kontinenten nach 1492 (neu) eingewanderte oder eingebürgerte Tierarten.

NOEC: (No observed effect concentration) ist die in einem in der Regel chronischen Toxizitätstest ermittelte höchste Schadstoffkonzentration, die gerade keine Beeinträchtigung eines Organismus in Morphologie, Physiologie, Wachstum, Entwicklung oder Lebenserwartung mehr verursacht

Normaljahr: langjähriger Durchschnitt, in der Hydrographie auf das Abflussjahr bezogen.

Ökosystem: funktionelle Einheit von Lebewesen und ihrer Umwelt in der Biosphäre, ein offenes System - durch Stoffkreisläufe zur Selbstregulierung befähigt, nie scharf abzugrenzen.

Phytobenthos: Algenaufwuchs des Gewässerbodens.

Phytoplankton: photoautotrophes Plankton bestehend aus Kieselalgen, Grünalgen, Goldalgen, Dinoflagellaten und Cyanobakterien.

Pontokaspischer Raum: Region auf dem eurasischen Kontinent mit Zentrum im Westteil der Eurasischen Steppe. Die Region ist benannt nach Pontos bzw. Pontus, dem antiken Namen des Schwarzen Meeres und dem Kaspischen Meer.

Population: Reproduktionsgemeinschaft in einem abgegrenzten Raum.

Potamal: Lebensraum der unteren Regionen fließender Gewässer

Prädation: Räuberdruck.

Realbetrieb: Regelbetrieb der ARA mit Sonderbetriebsereignisse (An-/Abfahren der Anlage, etc.)

Regelbetrieb: Betrieb der ARA ohne Sonderbetriebsereignisse

Refraktär: Sammelbegriff für Stoffe, die von Mikroorganismen nicht bzw. nur sehr langsam abgebaut werden

Rekrutierung: Rekrutierungspotenzial = strukturelle Grundlage (Laichplätze und Brut/Jungfischhabitate und deren räumliche Verknüpfung), welche die Versorgung eines Gewässerabschnittes mit Fischnachwuchs gewährleistet.

rheophil: strömungsliebend, Bezeichnung für Organismen, die sich mit Vorliebe in Gewässern mit starker Strömung aufhalten.

Rhithral: sommerkalte (< 20 °C), steinig-kiesige, gefällereiche Oberlauf-Region eines Fließgewässers.

rhithral: der Rhithralregion zugehörend.

Saprobie: Intensität des Abbaus organischer Substanzen durch Stoffwechselvorgänge. Die Saprobie ist ein Komplementärbegriff auf Trophie.

stagnophil: stillwasserliebend.

subletal: fast tödlich.

SVHC: Substance of very high concern – Besonders besorgniserregende Stoffe. Besonders besorgniserregende Stoffe haben

- krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Eigenschaften (CMR-Stoffe, Art. 57 Abs. a) bis c) REACH-Verordnung),
 - persistente, bioakkumulierende und toxische Eigenschaften (PBT-Stoffe, Art. 57 Abs. d)),
 - sehr persistente und sehr bioakkumulierende Eigenschaften (vPvB-Stoffe, Art. 57 Abs. e)).
- Ebenfalls besonders besorgniserregend sind Stoffe, die z.B. PBT-ähnliche Eigenschaften aufweisen oder Stoffe mit endokrinen Wirkungen (Art. 57 Abs. f „gleichwertige Besorgnis“).

TNb: Total Nitrogen bound, Gesamter gebundener Stickstoff. Anders als bei der Bestimmung der anorganischen Stickstoff-(N-)verbindungen NH_4^+ (Ammonium), NO_3^- (Nitrat) und NO_2^- (Nitrit) werden bei der TNb-Bestimmung auch organische N-Verbindungen erfasst.

TOC: Total organic carbon – gesamter organischer Kohlenstoff. Summe aus gelöstem und partikulärem, organisch gebundenem Kohlenstoff. (siehe auch DOC)

Zönose: siehe Biozönose.

Abkürzungsverzeichnis

AOX	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene
ARA	Abwasserreinigungsanlage
BG	Bestimmungsgrenze
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DOC	dissolved organic carbon
EW	Einwohnerwert
FFH-RL	Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie
FWK	Flusswasserkörper
GÖG	Gewässerökologisches Gutachten
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LfU	Landesamt für Umwelt
LRA	Landratsamt
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
LRT	Lebensraumtyp
MZB	Makrozoobenthos
NSG	Naturschutzgebiet
NOEC	no observed effect concentration
NWG	Nachweisgrenze
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
PNEC	predicted no effect concentration
QK	Qualitätskomponente
RIVM	National Institute for Public Health and the Environment
Sa-HR	Salmonidengeprägtes Gewässer des Hyporhithrals
Sa-MR	Salmonidengeprägtes Gewässer des Metarhithrals
SBR	Sequentielle biologische Reinigungsverfahren
TNb	Total Nitrogen bound (gebundener Stickstoff)
TOC	Total organic carbon (gesamter organischer Kohlenstoff)
UA	Untersuchungsabschnitt
UG	Untersuchungsgebiet
UQN	Umwelt-Qualitätsnorm nach OGewV
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WWA	Wasserwirtschaftsamt

1. Anlass und Aufgabenstellung

Die Firma Carl Macher GmbH & Co. KG (kurz Firma Macher) produziert am Standort in Köditz/Brunenthal bei Hof jährlich bis zu 210.000 Tonnen Hülsenkarton und ist somit das leistungsfähigste Hülsenkartonwerk Europas¹. Auf dem Betriebsgelände befinden sich neben der Papiermaschine unter anderem eine Anlage zur Biogasaufbereitung und eine Abwasserreinigungsanlage (ARA) zur Klärung des anfallenden Abwassers aus der Papierherstellung sowie von kommunalem Abwasser umliegender Siedlungen. Zukünftig ist die Errichtung eines Blockheizkraftwerkes geplant, das zur Nutzung des Biogases aus der Abwasserreinigung dienen soll.

Mit Bescheid des Landratsamtes (LRA) Hof vom 11.10.2000 wurde der Firma Macher eine gehobene wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung von – über die ARA – gereinigten Abwässern (Betriebsabwasser, Sanitärabwässer, verschmutzte Niederschlagswässer, kommunale Abwässer) in die Sächsische Saale erteilt. Die Erlaubnis ist bis zum 31.12.2020 befristet.

Aufgrund von Betriebsplanungen, notwendigen Umbauten an der ARA sowie der Inbetriebnahme zweier Anaerobreaktoren (mit der Einfahrphase Anaerobie und eigens dafür vorgesehenen Überwachungswerten) wurde die gehobene Wasserrechtliche Erlaubnis mit den Änderungsbescheiden vom 21.12.2020 und 26.10.2021 erst bis zum 31.03.2022 und nun bis zum 31.12.2025 befristet verlängert. Aufgrund der Befristung ist eine neue Beantragung der Erlaubnis erforderlich.

Das BNGF wurde seitens der Firma Macher mit der gewässerökologischen Begutachtung des Vorhabens beauftragt. Im Rahmen der Begutachtung wurden durch das BNGF Bestandserhebungen und Untersuchungen zur Fisch- und Gewässerökologie durchgeführt. Weiterhin wurde das Untersuchungsgebiet hinsichtlich der Ausstattung mit aquatischen Strukturen und Fischhabitaten kartiert.

Für die Bewertung der Umweltauswirkungen des beantragten Vorhabens wurde das vorliegende Gewässerökologische Gutachten (GÖG) erstellt. In diesem werden die Wirkungen der beantragten Entnahme und der thermischen Einleitung betrachtet. Das Gutachten enthält eine Prognose und Beurteilung der Auswirkungen des Vorhabens auf die Gewässerökologie unter besonderer Berücksichtigung der Kriterien und Anforderungen der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) und der Zielvorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Eingehend betrachtet wurden in diesem Kontext auch die biologischen Qualitätskomponenten nach Wasserrahmenrichtlinie. Darüber hinaus werden naturschutzfachliche Kriterien und Anforderungen geprüft.

¹ Quelle: <https://www.macher.de/de/unternehmen/> (abgerufen am 05.10.2023)

2. Untersuchungsgebiet und maßgebliche Kenndaten

2.1 Untersuchungsgebiet mit Lage der Untersuchungsabschnitte

Das Untersuchungsgebiet (UG) stellt den Umgriff des Bereichs dar, innerhalb dessen Umweltwirkungen des beantragten Vorhabens erwartet werden können. Zum UG gehören zudem Bereiche, die als Kontrolle für die vom gegenständlichen Vorhaben potenziell beeinflussten Gewässerabschnitte herangezogen werden können. Das UG sowie das Untersuchungsprogramm wurden im Vorfeld mit dem LfU und WWA abgestimmt bzw. wurden bereits vor Beauftragung des BNGF in Abstimmung mit den Behörden Untersuchungen (v.a. Wasseranalytik) angestoßen und aufgenommen. Die Auswahl des Untersuchungsgebietes und die Gestaltung des Untersuchungsprogrammes ermöglichen eine Abgrenzung des Einflusses der Einleitungen der Firma Macher von weiteren Faktoren, die Einfluss auf den ökologischen Zustand nehmen können. Diese weiteren Faktoren umfassen Vorbelastungen durch Einleitungen oberhalb der Firma Macher, hydromorphologische Einflüsse (Stauhaltung/Fließstrecke/Gewässerstruktur) sowie die Habitatausstattung.

Die Sächsische Saale und die Göstra im UG sind als Flusswasserkörper im Sinne der WRRL ausgewiesen. Ab rund 5 Fließkilometer unterhalb der Einleitung der Firma Macher durchfließt die Sächsische Saale das FFH-Gebiet „Saaletal v. Joditz bis Blankenstein u. das Naturschutzgebiet (NSG) Tannbach b. Mödlareuth“ (Abb. 1).

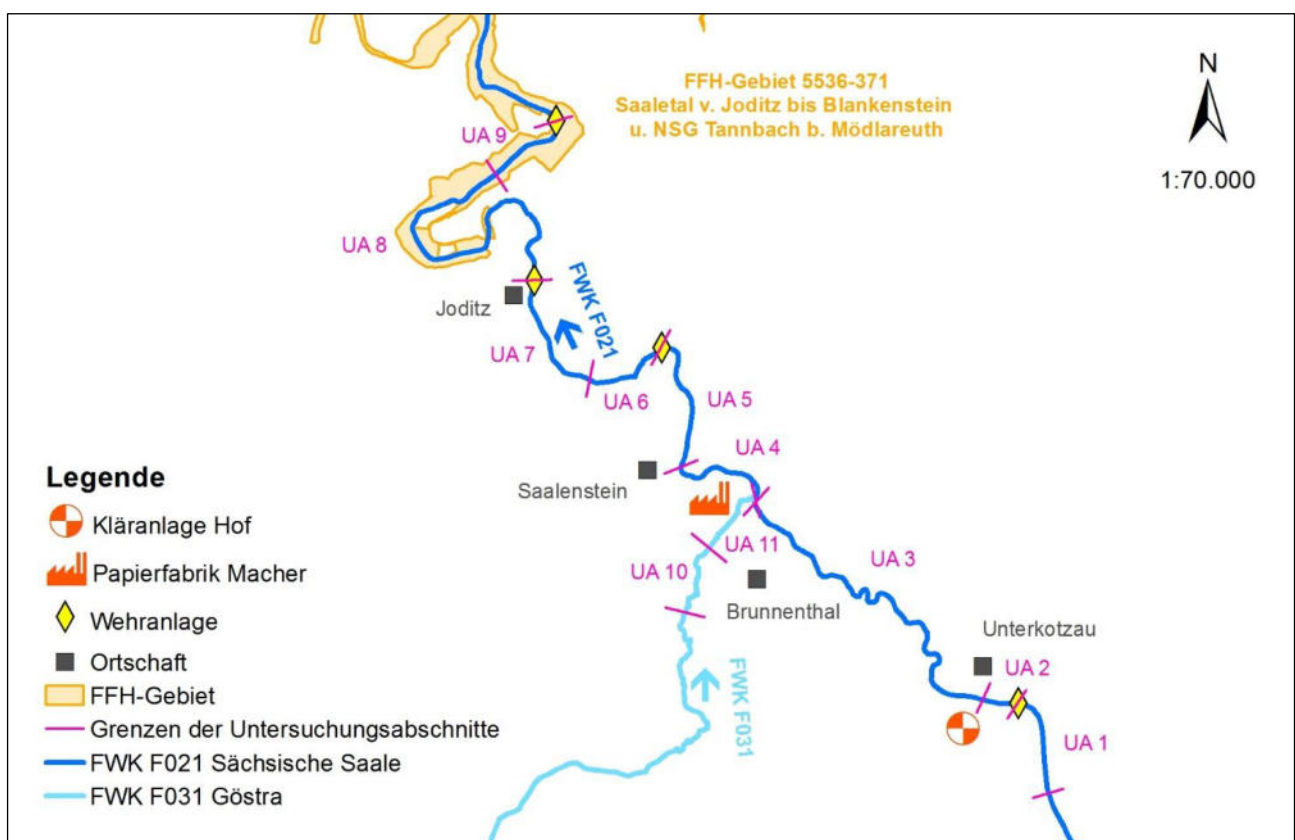


Abb. 1: Untersuchungsgebiet mit Untersuchungsabschnitten

Das Untersuchungsgebiet wurde in elf Untersuchungsabschnitte (UA) aufgeteilt (Abb. 1, Tab. 1). Innerhalb dieser wurden Bestandserhebungen und Untersuchungen zur Fisch- und Gewässerökologie durchgeführt. Die Abgrenzung der UA erfolgte anhand folgender Kriterien:

- Abgrenzung nach Gewässer-Zugehörigkeit
- Abgrenzung nach Gewässerabschnitten oberhalb und unterhalb der Firma Macher und der Kläranlage Hof
- Abgrenzung nach ökologischer Durchgängigkeit (z.B. nicht durchgängige Wehre)
- Abgrenzung nach Fließverhältnissen (Fließstrecke, Stau)

Tab. 1: Lage und Ausdehnung der Untersuchungsabschnitte

UA	Gewässer	F-km	Lage	Fließverhältnisse
1	Saale	32,93 – 32,06	oh. Firma Macher, oh. Kläranlage Hof	Stauraum
2	Saale	32,06 – 31,72	oh. Firma Macher, oh. Kläranlage Hof	Fließstrecke
3	Saale	31,72 – 28,36	oh. Firma Macher, uh. Kläranlage Hof	Fließstrecke
4	Saale	28,36 – 27,40	uh. Firma Macher, uh. Kläranlage Hof	Fließstrecke
5	Saale	27,40 – 26,10	uh. Firma Macher, uh. Kläranlage Hof, oh. Fattigsmühle	Stauraum
6	Saale	26,10 – 25,30	uh. Firma Macher, uh. Kläranlage Hof, uh. Fattigsmühle	Fließstrecke
7	Saale	25,30 – 24,09	uh. Firma Macher, uh. Kläranlage Hof, oh. Joditzmühle	Stauraum
8	Saale	24,09 – 20,80	uh. Firma Macher, uh. Kläranlage Hof, uh. Joditzmühle	Fließstrecke
9	Saale	20,80 – 20,00	uh. Firma Macher, uh. Kläranlage Hof, oh. Lamitzmühle	Stauraum
10	Göstra	1,40 – 0,60	oh. Firma Macher	Fließstrecke
11	Göstra	0,60 – 0,00	uh. Firma Macher (Mindestwasserstrecke)	Fließstrecke

2.2 Einstufung der Wasserkörper innerhalb des Untersuchungsgebietes nach WRRL/WHG

2.2.1 Oberflächenwasserkörper 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“

Wie in Kap. 2.1 dargestellt umfasst das Untersuchungsgebiet nahezu den gesamten Flusswasserkörper (FWK) 5_F021 (Abb. 2).

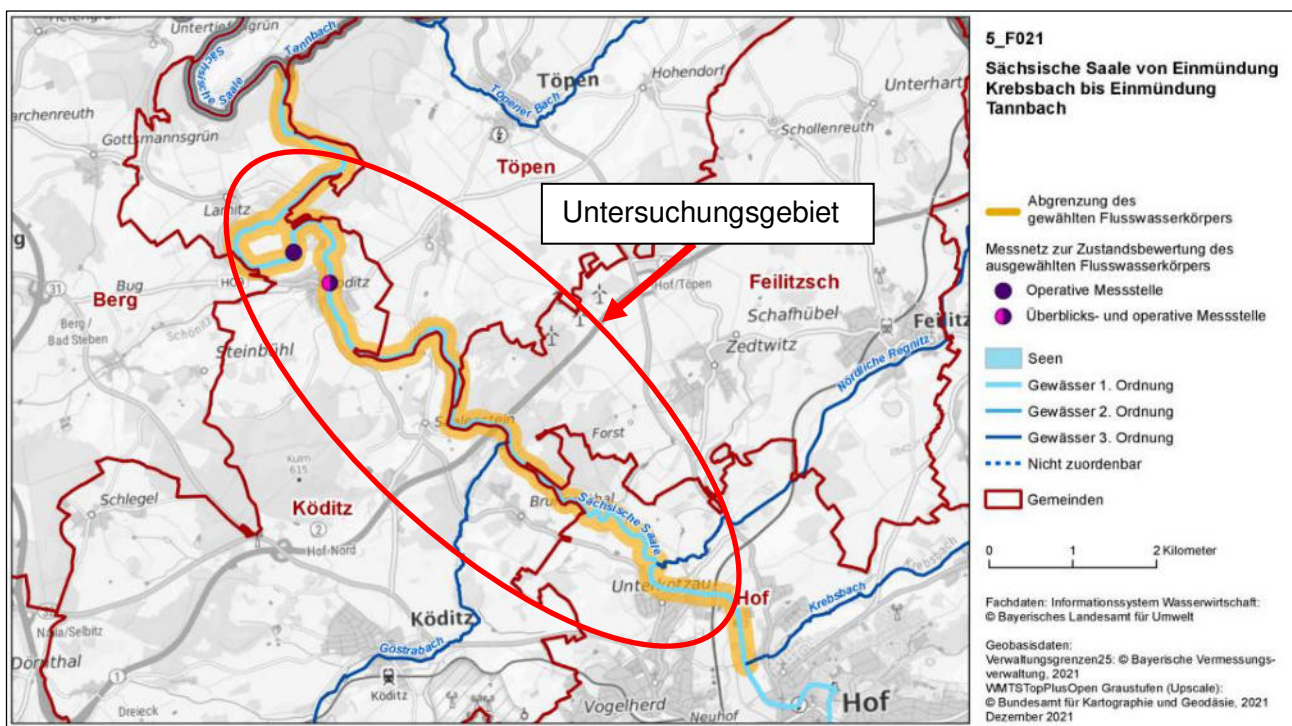


Abb. 2: Amtliche Abgrenzung des FWK 5_F021 (Quelle: LfU Bayern Datenstand: 22.12.2021) und Umgriff des Untersuchungsgebietes (rot)

Nachfolgende Auszüge aus dem Wasserkörper-Steckbrief geben die allgemeinen Stammdaten des FWK 5_F021 (Tab. 2) sowie die aktuelle amtliche Bewertung des ökologischen Zustands und des chemischen Zustands wieder (Tab. 3).

Der ökologische Zustand ist aufgrund des „unbefriedigenden“ Zustands der Qualitätskomponente Makrozoobenthos (MZB) insgesamt als „unbefriedigend“ eingestuft. Die Umweltqualitätsnormen (UQN) der flussgebietspezifischen Schadstoffe nach Anlage 6 OGewV werden erfüllt. Der chemische Zustand ist als „nicht gut“ eingestuft. Abgesehen von der Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) nach Anlage 8 OGewV für Quecksilber (Flächenhafte Überschreitung in der EU – ubiquitärer Stoff), werden im Fall der Sächsischen Saale auch die UQNs für Heptachlorepoxyd, cis-, trans- und Summe 6-BDE (28,47,99,100,153,154) nicht eingehalten.

Die amtlichen Messstellen im FWK 5_F021 befinden sich unterhalb der Einleitung der Fa. Macher.

Tab. 2: Stammdaten des FWK 5_F021 (Quelle: LfU Bayern Datenstand: 22.12.2021)

Kennzahl	5_F021
Bezeichnung	Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach
Länge [km]	14,6
Flussgebietseinheit	Elbe
Biozönotischer Gewässertyp	Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse
Einstufung gemäß §28 WHG	--

Tab. 3: Amtliche Bewertung des ökologischen Zustands und des chemischen Zustands des FWK 5_F021 im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum (Quelle: LfU Bayern Datentand: 22.12.2021) und bei den biologischen QK in Klammer der Zustand im 2. BWZ

Ökologischer Zustand		
Zustand (gesamt)		unbefriedigend (2. BWZ: unbefriedigend)
Biologische Qualitätskomponenten		
Phytoplankton		nicht klassifiziert
Makrophyten / Phytobenthos		mäßig (2. BWZ: mäßig)
Makrozoobenthos		unbefriedigend (2. BWZ: unbefriedigend)
Fischfauna		mäßig (2. BWZ: unbefriedigend)
Unterstützende Qualitätskomponenten		
Hydromorphologie	Wasserhaushalt	schlechter als gut
	Durchgängigkeit	schlechter als gut
	Morphologie	nicht bewertungsrelevant
Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten	Temperaturverhältnisse	nicht klassifiziert
	Sauerstoffhaushalt	Wert nicht eingehalten
	Salzgehalt	Wert eingehalten
	Versauerungszustand	Wert eingehalten
	Nährstoffverhältnisse	Wert nicht eingehalten
Flussgebietsspezifische Stoffe mit Überschreitung der Umweltqualitätsnormen (UQN)		-

Chemischer Zustand	
Zustand (gesamt)	nicht gut
Differenzierte Angaben zum chemischen Zustand	
ohne ubiquitäre Schadstoffe	gut
ohne Quecksilber und BDE	nicht gut
Prioritäre Stoffe mit Überschreitung der Umweltqualitätsnormen (UQN)	
	Heptachlorepoxid, cis-, trans-
	Quecksilber
	Summe 6-BDE (28,47,99,100,153,154)

Nach aktueller Bewirtschaftungsplanung wird die Zielerreichung für den guten chemischen Zustand nach 2045 und für den guten ökologischen Zustand 2034 – 2039 angestrebt (Quelle: LfU Bayern). Die signifikanten Belastungsquellen, die der Bewirtschaftungsplan identifiziert, sowie die Auswirkungen der Belastung und Risikoanalyse zur Zielerreichung sind in Abb. 3 dargestellt. Die zur Erreichung der Umweltziele geplanten Maßnahmen sind in Abb. 4 dargestellt.

Signifikante Belastungen	
Punktquellen – Kommunales Abwasser	
Punktquellen – Niederschlagswasserentlastungen	
Diffuse Quellen – Landwirtschaft	
Diffuse Quellen – Kontaminierte Gebiete oder aufgegebene Industriegelände	
Diffuse Quellen – Atmosphärische Deposition	
Physische Veränderung von Kanal/Bett/Ufer/Küste – Hochwasserschutz	
Physische Veränderung von Kanal/Bett/Ufer/Küste – Landwirtschaft	
Physische Veränderung von Kanal/Bett/Ufer/Küste – Andere	
Dämme, Querbauwerke und Schleusen – Wasserkraft	
Hydrologische Änderung – Wasserkraft	
Anthropogene Belastungen – Historische Belastungen	
Auswirkungen der Belastungen	
Verschmutzung mit Schadstoffen	
Veränderte Habitate aufgrund hydrologischer Änderungen	
Veränderte Habitate aufgrund morphologischer Änderungen (umfasst Durchgängigkeit)	
Erhöhter Gehalt an Nährstoffen	
Erhöhter Gehalt an sauerstoffzehrenden Stoffen	
Risikoanalyse	Einschätzung, ob Umweltziele bis 2027 ohne ergänzende Maßnahmen erreichbar
Ökologie	Unwahrscheinlich
Chemie	Unwahrscheinlich

Abb. 3: Auszug signifikanter Belastungsquellen, Auswirkungen der Belastungen und Risikoanalyse des FWK 5_F021 im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum (Quelle: LfU Bayern Datentand: 22.12.2021)

Ergänzende Maßnahmen - Maßnahmenbezeichnung gemäß LAWA-Maßnahmenkatalog**	LAWA- CODE	Synergien mit anderen Richtlinien	Umfang bis 2027	Umfang nach 2027
Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge durch Anlage von Gewässerschutzstreifen	28	Natura 2000	0,18 km ²	-
Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoff- und Feinmaterialeinträge durch Erosion und Abschwemmung aus der Landwirtschaft	29	Natura 2000	4,78 km ²	-
Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge durch Auswaschung aus der Landwirtschaft	30	Natura 2000	1,78 km ²	-
Maßnahmen zur Gewährleistung des erforderlichen Mindestabflusses	61	Natura 2000	4 Maßnahme(n)	-
Verkürzung von Rückstaubereichen	62	Natura 2000	4 Maßnahme(n)	-
Maßnahmen zur Herstellung/Verbesserung der linearen Durchgängigkeit an Staustufen/Flusssperren, Abstürzen, Durchlässen und sonstigen wasserbaulichen Anlagen gemäß DIN 4048 bzw. 19700 Teil 13	69	Natura 2000	4 Maßnahme(n)	-
Maßnahmen zur Habitatverbesserung durch Initiieren/Zulassen einer eigendynamischen Gewässerentwicklung	70	Natura 2000	12 km	-
Maßnahmen zur Habitatverbesserung im vorhandenen Profil	71	Natura 2000	1,6 km	-
Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Gewässer durch Laufveränderung, Ufer- oder Sohlgestaltung	72	-	5,9 km	-
Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Uferbereich	73	Natura 2000	1,7 km	-
Maßnahmen zur Auenentwicklung und zur Verbesserung von Habitaten	74	Natura 2000	0,1 km ²	-
Anschluss von Seitengewässern, Altarmen (Quervernetzung)	75	-	1 Maßnahme(n)	-
Maßnahmen zur Reduzierung anderer hydromorphologischer Belastungen	85	-	3 Maßnahme(n)	-
Maßnahmen zur Reduzierung anderer anthropogener Belastungen	96	-	1 Maßnahme(n)	-
Erstellung von Konzeptionen/Studien/Gutachten	501	-	5 Maßnahme(n)	-
Beratungsmaßnahmen	504	Natura 2000	1 im Wasserkörper	-
Vertiefende Untersuchungen und Kontrollen	508	-	1 Maßnahme(n)	-
Abstimmung von Maßnahmen in oberhalb und/oder unterhalb liegenden Wasserkörpern	512	-	1 Maßnahme(n)	-

** Nicht einzeln aufgelistet werden Maßnahmen gegen die diffusen Quellen, die zu einer flächendeckenden Belastung mit den ubiquitären Schadstoffen Quecksilber und Bromierte Diphenylether (BDE) führen.

Hinweise zur Maßnahmenplanung:

1. Mit den seit 01.05.2020 geltenden Änderungen der Düngeverordnung und der Ausweisung der mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebiete in Bayern durch die Ausführungsverordnung zur Düngeverordnung (AVDüV, in Kraft seit 01.01.2021) haben sich die verpflichtend umzusetzenden Maßnahmen im Bereich Landwirtschaft gegenüber dem vorherigen Bewirtschaftungszeitraum deutlich geändert. Dies hat vielfach zur Folge, dass die im Rahmen der Defizitanalyse ermittelten Minderungsanforderungen an den Nährstoffeintrag nun mit verpflichtend umzusetzenden (= grundlegenden) Maßnahmen erreicht werden können. In solchen Fällen wurden keine ergänzenden gewässerschonenden Maßnahmen für den 3. Bewirtschaftungszeitraum geplant.

2. Maßnahmen zur Zielerreichung in einem Wasserkörper müssen oftmals zusätzlich oder teilweise ausschließlich in benachbarten Wasserkörpern oder im Einzugsgebiet des betroffenen Wasserkörpers durchgeführt werden. Dies gilt insbesondere für Maßnahmen zur Reduzierung von Nähr- oder Schadstoffeinträgen, aber auch für hydromorphologische Maßnahmen. Verbesserungen in Bezug auf die Fischfauna bedingen häufig Durchgängigkeitsmaßnahmen in oberhalb und/oder unterhalb liegenden Wasserkörpern. Zur Erfassung der Gesamtsituation sind daher die Informationen in den Steckbriefen der benachbarten Wasserkörper miteinzubeziehen.

Abb. 4: Auszug aus dem aktuellen Maßnahmenprogramm für den FWK 5_F021 (Quelle: LfU Bayern Datenstand: 22.12.2021)

2.2.2 Oberflächenwasserkörper 5_F031 „Göstra“

Zum Untersuchungsgebiet gehört zudem ein kleiner Teil des Flusswasserkörpers 5_F031 (Abb. 5).

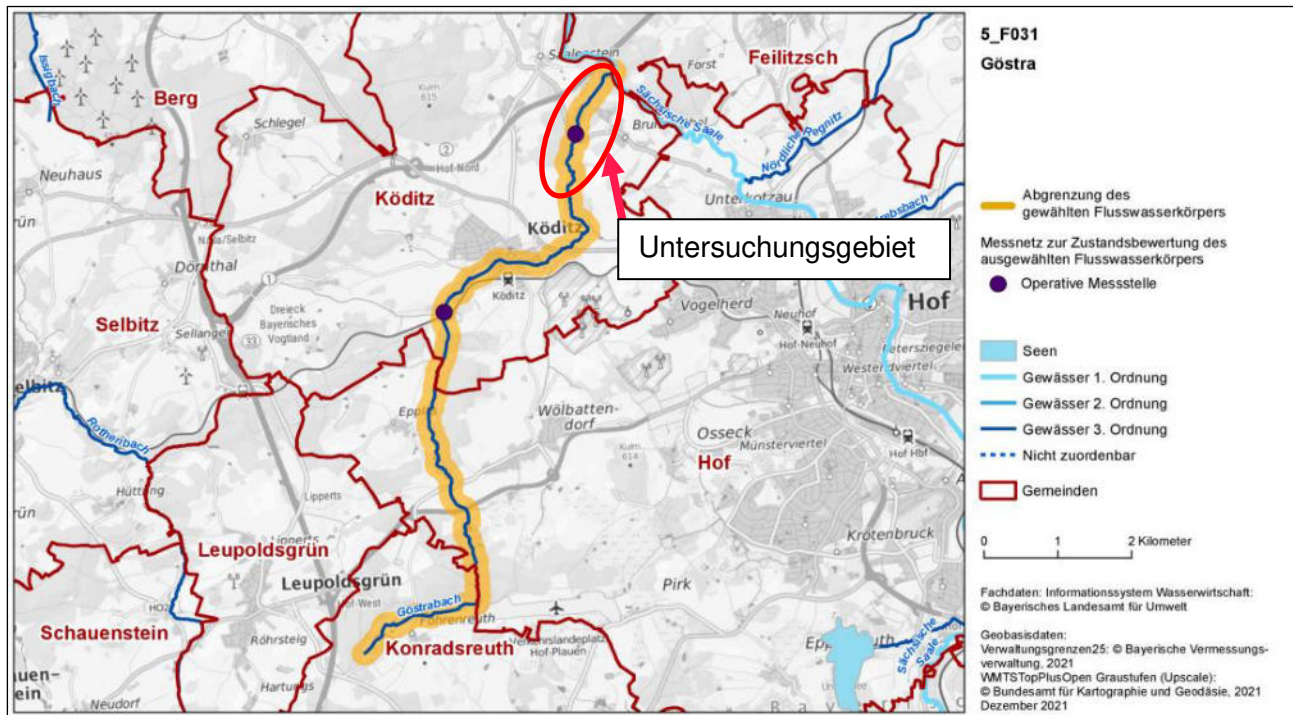


Abb. 5: Amtliche Abgrenzung des FWK 5_F031 (Quelle: LfU Bayern Datenstand: 22.12.2021) und Umgriff des Untersuchungsgebietes (rot)

Nachfolgende Auszüge aus dem Wasserkörper-Steckbrief geben die allgemeinen Stammdaten des FWK 5_F031 (Tab. 4) sowie die aktuelle amtliche Bewertung des ökologischen Zustands und des chemischen Zustands wieder (Tab. 5).

Der ökologische Zustand ist aufgrund des „unbefriedigenden“ Zustands der Qualitätskomponente Fischfauna und der Qualitätskomponente Makrozoobenthos (Modul Allgemeine Degradation) insgesamt als „unbefriedigend“ eingestuft. Die Umweltqualitätsnormen (UQN) der flussgebietsspezifischen Schadstoffe werden erfüllt. Der chemische Zustand ist als „nicht gut“ eingestuft. Abgesehen von der Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Quecksilber und Summe 6-BDE (28,47,99,100,153,154) (Flächenhafte Überschreitung in der EU – ubiquitärer Stoff) werden keine weiteren UQN für die prioritären Schadstoffe überschritten.

Tab. 4: Stammdaten des FWK 5_F031 (Quelle: LfU Bayern Datenstand: 22.12.2021)

Kennzahl	5_F031
Bezeichnung	Göstra
Länge [km]	11,9
Flussgebietseinheit	Elbe
Biozönotischer Gewässertyp	Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche
Einstufung gemäß §28 WHG	--

Tab. 5: Amtliche Bewertung des ökologischen Zustands und des chemischen Zustands des FWK 5_F031 im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum (Quelle: LfU Bayern Datenstand: 22.12.2021)

Ökologischer Zustand		
Zustand (gesamt)		unbefriedigend
Biologische Qualitätskomponenten		
Phytoplankton		nicht klassifiziert
Makrophyten / Phytobenthos		mäßig
Makrozoobenthos		unbefriedigend
Fischfauna		unbefriedigend
Unterstützende Qualitätskomponenten		
Hydromorphologie	Wasserhaushalt	schlechter als gut
	Durchgängigkeit	schlechter als gut
	Morphologie	nicht bewertungsrelevant
Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten	Temperaturverhältnisse	nicht klassifiziert
	Sauerstoffhaushalt	Wert eingehalten
	Salzgehalt	Wert eingehalten
	Versauerungszustand	Wert eingehalten
	Nährstoffverhältnisse	Wert eingehalten
Flussgebietsspezifische Stoffe mit Überschreitung der Umweltqualitätsnormen (UQN)		-
Chemischer Zustand		
Zustand (gesamt)		nicht gut
Differenzierte Angaben zum chemischen Zustand		
ohne ubiquitäre Schadstoffe		gut
ohne Quecksilber und BDE		gut
Prioritäre Stoffe mit Überschreitung der Umweltqualitätsnormen (UQN)		Quecksilber
		Summe 6-BDE (28,47,99,100,153,154)

Aktuell wird gemäß Steckbrief des Flusswasserkörpers 5_F031 angestrebt, den guten ökologischen Zustand voraussichtlich zwischen 2034 – 2039 und den guten chemischen Zustand voraussichtlich erst nach 2045 zu erreichen (Quelle: LfU Bayern). Die signifikanten Belastungsquellen, die der Bewirtschaftungsplan identifiziert, sowie die Auswirkungen der Belastung und Risikoanalyse zur Zielerreichung sind in Abb. 6 dargestellt. Die geplanten Maßnahmen zur Erreichung der Umweltziele sind in Abb. 7 dargestellt.

Signifikante Belastungen	
Punktquellen – Niederschlagswasserentlastungen	
Diffuse Quellen – Atmosphärische Deposition	
Physische Veränderung von Kanal/Bett/Ufer/Küste – Hochwasserschutz	
Physische Veränderung von Kanal/Bett/Ufer/Küste – Landwirtschaft	
Dämme, Querbauwerke und Schleusen – Wasserkraft	
Dämme, Querbauwerke und Schleusen – Unbekannt oder obsolet	
Hydrologische Änderung – Aquakultur	
Auswirkungen der Belastungen	
Verschmutzung mit Schadstoffen	
Veränderte Habitate aufgrund hydrologischer Änderungen	
Veränderte Habitate aufgrund morphologischer Änderungen (umfasst Durchgängigkeit)	
Risikoanalyse	Einschätzung, ob Umweltziele bis 2027 ohne ergänzende Maßnahmen erreichbar
Ökologie	Unwahrscheinlich
Chemie	Unwahrscheinlich

Abb. 6: Auszug signifikanter Belastungsquellen, Auswirkungen der Belastungen und Risikoanalyse des FWK 5_F031 im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum (Quelle: LfU Bayern Datentand: 22.12.2021)

Ergänzende Maßnahmen - Maßnahmenbezeichnung gemäß LAWA-Maßnahmenkatalog**	LAWA- CODE	Synergien mit anderen Richtlinien	Umfang bis 2027	Umfang nach 2027
Maßnahmen zur Gewährleistung des erforderlichen Mindestabflusses	61	-	1 Maßnahme(n)	-
Maßnahmen zur Herstellung/Verbesserung der linearen Durchgängigkeit an Staustufen/Flusssperren, Abstürzen, Durchlässen und sonstigen wasserbaulichen Anlagen gemäß DIN 4048 bzw. 19700 Teil 13	69	-	2 Maßnahme(n)	-
Maßnahmen zur Habitatverbesserung durch Initiieren/Zulassen einer eigendynamischen Gewässerentwicklung	70	-	4 km	-
Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Uferbereich	73	-	4 km	-
Maßnahmen zur Reduzierung anderer hydromorphologischer Belastungen	85	-	1 Maßnahme(n)	-
Erstellung von Konzeptionen/Studien/Gutachten	501	-	1 Maßnahme(n)	-

** Nicht einzeln aufgelistet werden Maßnahmen gegen die diffusen Quellen, die zu einer flächendeckenden Belastung mit den ubiquitären Schadstoffen Quecksilber und Bromierte Diphenylether (BDE) führen.

Hinweise zur Maßnahmenplanung:

1. Mit den seit 01.05.2020 geltenden Änderungen der Düngeverordnung und der Ausweisung der mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebiete in Bayern durch die Ausführungsverordnung zur Düngeverordnung (AVDüV, in Kraft seit 01.01.2021) haben sich die verpflichtend umzusetzenden Maßnahmen im Bereich Landwirtschaft gegenüber dem vorherigen Bewirtschaftungszeitraum deutlich geändert. Dies hat vielfach zur Folge, dass die im Rahmen der Defizitanalyse ermittelten Minderungsanforderungen an den Nährstoffeintrag nun mit verpflichtend umzusetzenden (= grundlegenden) Maßnahmen erreicht werden können. In solchen Fällen wurden keine ergänzenden gewässerschonenden Maßnahmen für den 3. Bewirtschaftungszeitraum geplant.

2. Maßnahmen zur Zielerreichung in einem Wasserkörper müssen oftmals zusätzlich oder teilweise ausschließlich in benachbarten Wasserkörpern oder im Einzugsgebiet des betroffenen Wasserkörpers durchgeführt werden. Dies gilt insbesondere für Maßnahmen zur Reduzierung von Nähr- oder Schadstoffeinträgen, aber auch für hydromorphologische Maßnahmen. Verbesserungen in Bezug auf die Fischfauna bedingen häufig Durchgängigkeitsmaßnahmen in oberhalb und/oder unterhalb liegenden Wasserkörpern. Zur Erfassung der Gesamtsituation sind daher die Informationen in den Steckbriefen der benachbarten Wasserkörper miteinzubeziehen.

Abb. 7: Auszug aus dem aktuellen Maßnahmenprogramm für den FWK 5_F031 (Quelle: LfU Bayern)

2.3 Hydrologie

Die Sächsische Saale entspringt im Fichtelgebirge in Oberfranken. Zur Unterscheidung von der kleineren Fränkischen Saale in Unterfranken, die in den Main mündet, wird sie im bayerischen Teil offiziell Sächsische Saale genannt.

Vom Fichtelgebirge fließt die Sächsische Saale entlang der Münchberger Hochfläche durch das Thüringer Schiefergebirge und die Randplatten des Thüringer Beckens. Nach dem Austritt aus dem Naturpark Saale-Unstrut-Triasland in Weißenfels beginnt der Unterlauf der Sächsischen Saale. Sie mündet bei Barby in die Elbe und ist mit rd. 410 km der zweitlängste Nebenfluss der Elbe².

Die bedeutendsten Nebenflüsse im Flusssystem der Sächsischen Saale sind die Unstrut, die Weiße Elster sowie die Bode. Zu den weiteren direkten Nebenflüssen zählen unter anderem die Roda, die Orla und die Ilm. Insgesamt 79 größere und kleinere Flüsse münden in die Sächsische Saale in ihrem gesamten Verlauf. Das Einzugsgebiet umfasst eine Fläche von 24.167 km²³. Die Göstra stellt mit einer Länge von 11,8 km und einem Einzugsgebiet von 36,2 km² einen vergleichsweise kleinen Nebenfluss dar.

Das Abflussregime von Mittelgebirgsflüssen weist generell große Abflussschwankungen im Jahresverlauf auf, mit stark ausgeprägten Extremabflüssen von Einzelereignissen (POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER 2008). Im Oberlauf der Sächsischen Saale am Pegel Hof umfasst der Mittelwasserabfluss der Sächsischen Saale 5,39 m³/s. Im Mündungsgebiet in die Elbe am Pegel Calbe-Grizehne beträgt der Mittelwasserabfluss der Sächsischen Saale 112 m³/s⁴.

2.3.1 FWK 5_F021 (Sächsische Saale, Pegel Hof)

In Hof befindet sich ein amtlicher Pegel in der Sächsischen Saale, der das Abflussregime des FWK 5_F021 repräsentiert. Der langjährige Mittelwasserabfluss (MQ) (Jahresreihe 1921–2015) beträgt 5,39 m³/s. Der langjährige Niedrigwasserabfluss (MNQ) beträgt 0,95 m³/s. Weitere Hauptwerte fasst die Tab. 6 zusammen.

Tab. 6: Abflusshauptwerte der Sächsischen Saale am Pegel Hof (Jahresreihe 1921–2015; Datenquelle: LfU Bayern)

	Jahr [m ³ /s]	Winter [m ³ /s]	Sommer [m ³ /s]
NQ	0,14	0,18	0,14
MNQ	0,95	1,68	1,04
MQ	5,39	7,27	3,53
MHQ	56,3	51,9	28,2
HQ	149	149	149

² Quelle: https://bundesland24.de/fluesse/die-saale/?utm_content=cmp-true (abgerufen am 04.10.2023)

³ Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Saale> (abgerufen am 04.10.2023)

⁴ Quelle: https://undine.bafg.de/elbe/pegel/elbe_pegel_calbe_grizehne.html (abgerufen am 04.10.2023)

Erläuterungen:

NQ: niedrigstes Tagesmittel des Abflusses (Q) im Beobachtungszeitraum
MNQ: Mittel der NQ aller Jahre
MQ: Mittelwert der Mittelwasserabflüsse aller Jahre
MHQ: Mittelwert der höchsten Abflüsse aller Jahre
HQ: höchster Wert im Beobachtungszeitraum

Eine für die Sächsische Saale charakteristische Jahres-Abflussganglinie zeigt die Abb. 8. Die Sächsische Saale ist in ihrem Abflussverhalten ein typischer Mittelgebirgsfluss. Diese charakterisieren sich durch starke Abflussschwankungen im Jahresverlauf. Das Verhältnis von mittlerem Niedrig- zu mittlerem Hochwasserabfluss der Sächsischen Saale beträgt 1:27 (vgl. Tab. 6). Die Sächsische Saale kennzeichnen von Schneeschmelze und Regen verursachte Hochwässer im hydrologischen Winterhalbjahr⁵ (rd. 2/3 des Jahresabflusses) und niedrige Abflussmengen im hydrologischen Sommerhalbjahr⁶ (rd. 1/3 des Jahresabflusses). Sommerhochwässer können nach starken Regenfällen gleichfalls auftreten. Abflussspitzen im Winterhalbjahr sind demgegenüber aber wesentlich häufiger und in der Regel auch stärker ausgeprägt.

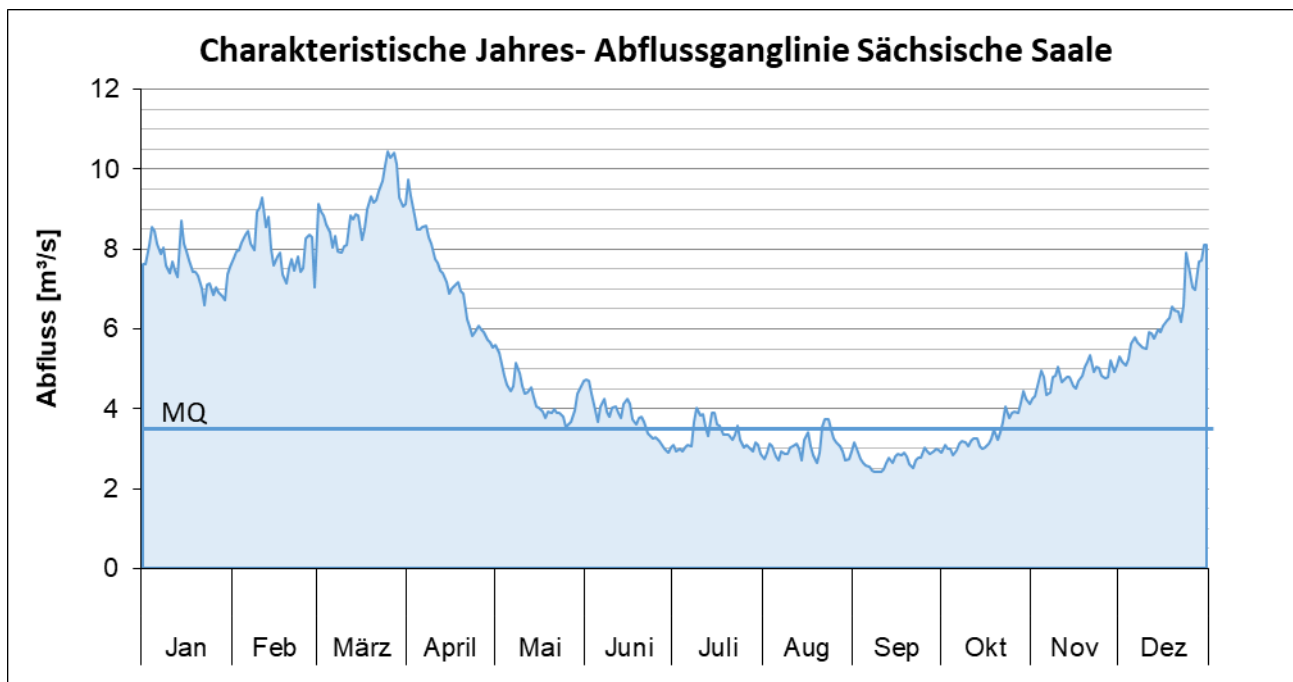


Abb. 8: Charakteristische gemittelte Jahres-Abflussganglinie der Sächsischen Saale am Pegel Hof – Tagesmittelwerte der Zeitreihe 1920–2023 (Datenquelle: LfU Bayern)

⁵ November bis April

⁶ Mai bis Oktober

2.3.2 FWK 5_F031 (Göstra)

An der Göstra existiert kein amtlicher Pegel. Vom Wasserwirtschaftsamt Hof wurden folgende Abflusswerte für die Göstra mitgeteilt:

Der Mittelwasserabfluss (MQ) beträgt	0,34 m³/s.
Der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) beträgt	0,07 m³/s.

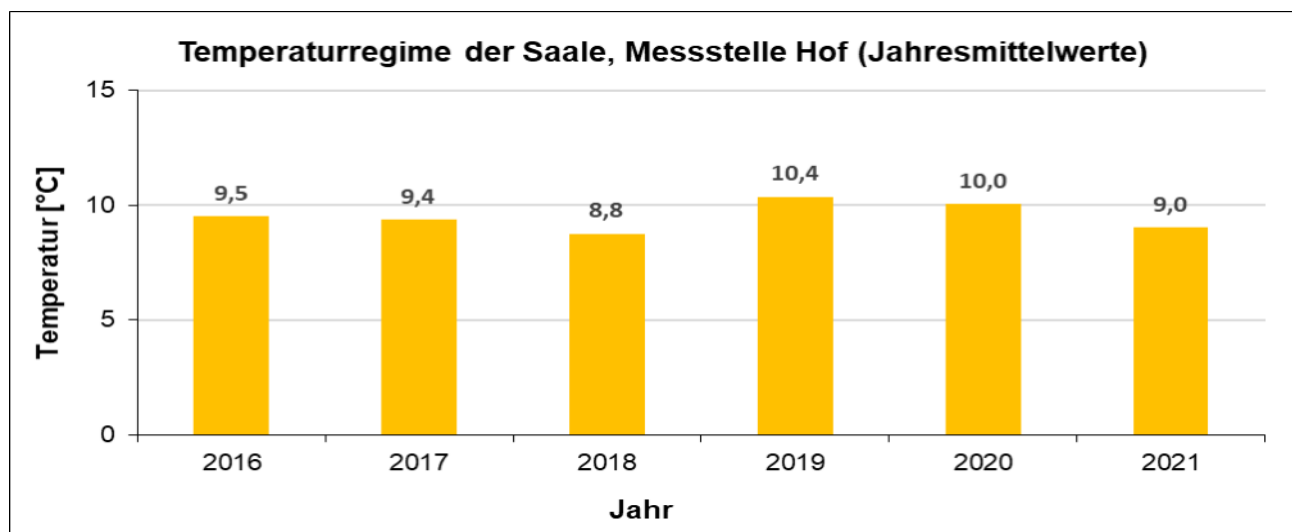
„Die Einzugsgebietsfläche des Göstrabaches vor Einmündung in die Sächsisches Saale beträgt ca. 36,2 km². Die Mq-Spende wurde mit Hilfe der Karte „Langjähriger mittlerer Jahresabfluss“ vom LfU ermittelt. Anschließend erfolgte ein Vergleich mit den Pegeln Hof (S. Saale) und Eppenreuth (Ölsnitz). Der Vertrauensbereich der o.g. Werte beträgt $\pm 25\%$.“ (Wasserwirtschaftsamt Hof 2020)

Durch die Stauhaltung auf dem Gelände der Firma Macher wird der Abfluss der Göstra reguliert. Im Wasserrechtsbescheid der Firma Macher zur Entnahme von Oberflächenwasser aus der Sächsischen Saale sowie der Göstra ist geregelt, dass in der Göstra stets ein Mindestabfluss von 40 l/s zu belassen ist.

2.4 Temperaturregime der Sächsischen Saale

Die amtliche Temperaturmessstelle Hof befindet sich bei F-km 33,60 auf Höhe der Bundesstraßenbrücke in der Stadt Hof. Die Messstelle repräsentiert damit die Temperatur der Sächsischen Saale (FWK 5_F021) rund 1,5 km oberhalb der Einleitung der Kläranlage Hof und etwa 5,3 km oberhalb der Firma Macher.

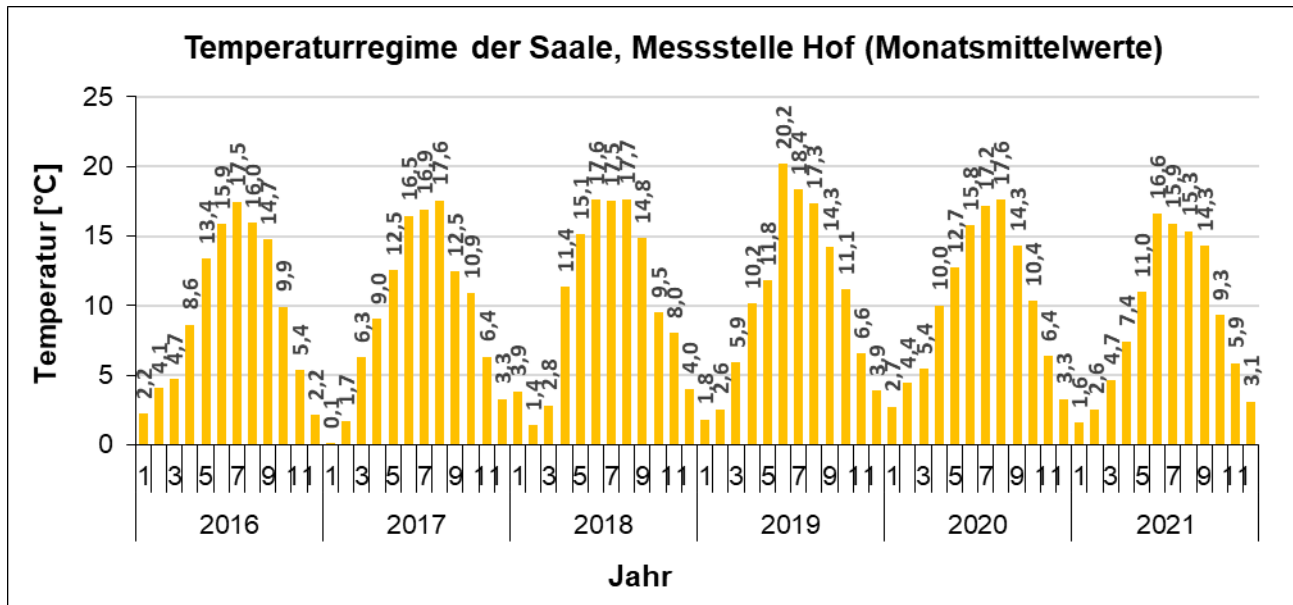
Nachfolgend wird das Temperaturregime der Sächsischen Saale an der Messstelle Hof für die Jahre 2016–2021 dargestellt. Die erfasste Temperatur der Sächsischen Saale lag im Jahresmittel zwischen 8,8 und 10,4 °C (Abb. 9).



Quelle: eigene Darstellung basierend auf Daten des LfU Bayern

Abb. 9: Temperaturregime der Sächsischen Saale an der Messstelle Hof, 2016–2021 (Jahresmittelwerte)

Die errechneten Monatsmitteltemperaturen in den Sommermonaten Juni/Juli/August variierten zwischen 15,8 °C (Juni 2020) und 20,2 °C (Juni 2019). Im März schwankten die Monatsmittelwerte zwischen 2,8 °C (2018) und 6,3 °C (2017) (Abb. 10). Bei der sehr geringen Wassertemperatur im Januar 2017 (0,1 °C) handelt es sich vermutlich um Messfehler⁷.



Quelle: eigene Darstellung basierend auf Daten des LfU Bayern

Abb. 10: Temperaturregime der Sächsischen Saale an der Messstelle Hof, 2016–2021 (Monatsmittelwerte)

Die Untersuchungsjahre 2019 bis tlw. 2021 werden in den entsprechenden Kapiteln zum Ist-Zustand (Kap. 6) ausführlich behandelt.

⁷ Bei der Interpretation der Jahresmittelwerte ist zu beachten, dass der Logger bis einschließlich Mitte des Jahres 2019 bei Wasserständen von weniger als 165cm Lufttemperatur gemessen hat. Alle Temperaturmesswerte der Jahre 2016, 2017, 2018 und der ersten Hälfte des Jahres 2019 bei Wasserständen <165cm wurden bei der Mittelwertbildung ausgeschlossen. Im Jahr 2018 mussten aufgrund niedriger Abflüsse überproportional viele sommerliche Temperaturmesswerte ausgeschlossen werden.

3. Beschreibung des Vorhabens

Gegenstand der neu beantragten wasserrechtlichen Erlaubnis ist die Einleitung von gereinigten Abwässern der Abwasserreinigungsanlage (ARA) der Fa. Macher in die Sächsische Saale bei F-km 28,3. In der ARA anfallende Abwässer sind:

- Betriebsabwässer
- Sanitärabwässer Werk
- verschmutzte Niederschlagswässer
- kommunale Abwässer (Ausbaugröße der Kläranlage 96.000 EW (entsprechend 5.760 kg BSB₅/d))

Die genehmigte Abwasserhöchstmenge lag bisher bei maximal 2.880 m³/d und soll im Zuge des Verfahrens auf 2.400 m³/d reduziert werden (wobei max. 1.920 m³/d aus der Produktion und 300 m³/d aus kommunalen Abwässern kommen). Für die maximale Einleittemperatur wird wie bisher ein Wert von 30 °C beantragt. Weitere beantragte Überwachungswerte und absolute Frachten sowie bisher genehmigte Überwachungswerte sind in Tab. 7 dargestellt.

Tab. 7: Übersicht über die bisher genehmigten Überwachungswerte und die neu beantragten Überwachungswerte (Einleitkonzentrationen und absolute Frachten) zur Einleitung in die Sächsische Saale

Parameter	Bisher genehmigte Überwachungswerte (Einleitkonzentrationen)	Neu beantragte Überwachungswerte (Einleitkonzentrationen)	Neu beantragte Überwachungswerte (absolute Frachten)
pH-Wert	6,5 – 9,0	-	-
CSB	350 mg/l	230 mg/l	225 kg/d
BSB ₅	20 mg/l	20 mg/l	15 kg/d
Stickstoff gesamt (N _{ges})	4 mg/l ¹	4 mg/l ¹	15 kg/d ²
Phosphor gesamt (P _{ges})	1 mg/l	1 mg/l	1,5 kg/d
AOX	0,4 mg/l	0,3 mg/l	0,2 kg/d
abfiltrierbare Stoffe	-	35 mg/l	30 kg/d
TN _b	-	20 mg/l	15 kg/d
TOC	-	85 mg/l	90 kg/d

Erläuterungen:

¹ Summe aus NH₄-N, NO₂-N und NO₃-N.

² Summe aus NH₄-N, NO₂-N und NO₃-N und N organisch.

Für den CSB wird der Überwachungswert von 350 mg/l auf 230 mg/l reduziert. Die Überwachungswerte für BSB₅, Stickstoff gesamt und Phosphor gesamt werden im Zuge des Verfahrens in unverändertem Umfang wieder beantragt. Für AOX wird mit 0,3 mg/l ein reduzierter Überwachungswert im Vergleich zur bisherigen Genehmigung beantragt. Für abfiltrierbare Stoffe (35 mg/l) und TN_b (20 mg/l) werden neue Überwachungswerte aufgenommen. Der Überwachungswert für TOC wird neu aufgenommen und soll 85 mg/l betragen. Für den pH-Wert wird kein Überwachungswert beantragt.

Der Betrieb der Kläranlage bzw. die Abgabe des Abwassers aus der Kläranlage in die Sächsische Saale wird auch zukünftig diskontinuierlich erfolgen. Es ist (wie bisher) von einem Spitzenstundenwert von 120 m³/h auszugehen.

Neben den oben dargestellten Antragswerten für den Regelbetrieb der Anlage werden davon abweichende Überwachungswerte für den sogenannten „Sonderbetriebsfall“ der Anlage beantragt. Beim Sonderbetriebsfall (An- und Abfahrvorgänge der Kläranlage) kann es kurzzeitig zu erhöhten Einleitkonzentrationen bei bestimmten Parametern kommen. Im Sonderbetriebsfall wird unverändert die Einleitmenge von 2.400 m³/d sowie die Einleittemperatur von 30°C eingehalten bzw. werden diese Werte auch hier beantragt. Ansonsten werden für den Sonderbetriebsfall die Konzentrationswerte aus Tab. 8 beantragt.

Tab. 8: Beantragte Überwachungswerte (Einleitkonzentrationen) zur Einleitung in die Sächsische Saale für den Sonderbetriebsfall

Parameter	Neu beantragte Überwachungswerte (Einleitkonzentrationen) für den Sonderbetriebsfall
CSB	350 mg/l
BSB ₅	25 mg/l
Anorganischer Stickstoff gesamt (N _{ges})	10 mg/l ¹
Phosphor gesamt (P _{ges})	2 mg/l
AOX	0,4 mg/l
abfiltrierbare Stoffe	50 mg/l
TN _b	20 mg/l
TOC	127 mg/l

Erläuterungen:

¹ Summe aus NH₄-N, NO₂-N und NO₃-N.

Die künftigen Sonderbetriebsfälle der An- und Abfahrvorgänge unterscheiden sich bezogen auf die stoffliche Zusammensetzung sowie die Menge des Abwassers nicht von den bisherigen An- und Abfahrvorgängen. Ein An-/Abfahrvorgang kann in den seltensten Fällen vorhergesagt werden, es ist aber zukünftig von keiner Zunahme derartiger Vorgänge auszugehen.

4. Grundlegende Wirkungsebenen und Wirkungspfade des Vorhabens im Bereich Gewässerökologie

Das zu bewertende Vorhaben kann sich auf den aquatischen Bereich der Sächsischen Saale auswirken durch die beantragte stoffliche Einleitung sowie die Wärmeeinleitung.

Nachfolgend werden die grundlegenden Umweltwirkungen dieser Wirkungsebenen, insbesondere mit Blickrichtung auf die Belange der EG Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) beschrieben.

4.1 Stoffliche Einleitung

4.1.1 Allgemeine Wirkungsebenen und -pfade

In Abhängigkeit der eingeleiteten Stoffe und deren chemisch-physikalischen Eigenschaften (z.B. Wasserlöslichkeit, Adsorption, Desorption, Verteilungskoeffizient) sowie deren Umweltverhalten (z.B. biologische Verfügbarkeit, Abbaubarkeit und Akkumulation, Mobilität) ergeben sich unterschiedliche Wirkungen und Wirkungspfade.

Stoffe, die durch Einleitung in Oberflächengewässer gelangen, sind nicht generell schädlich. Über die Schädlichkeit entscheidet die Stoffwirkung in Verbindung mit der Konzentration des Stoffes im Wasser bzw. Schwebstoff/Sediment.

Vereinfacht gesprochen können Stoffe eingeteilt werden in Nährstoffe, Mineralstoffe und Spurenelemente sowie Schadstoffe.

- Nährstoffe wie Phosphor oder Stickstoff wirken indirekt auf die gewässerökologischen Verhältnisse durch eine Verstärkung der Primärproduktion bzw. des pflanzlichen Wachstums, woraus sich wiederum indirekte Wirkungen auf weitere Umweltparameter wie beispielsweise Sauerstoffhaushalt, pH-Wert und Substratzusammensetzung ergeben können. Saprobiell assoziierte Stoffe – also biologisch leicht abbaubare organische Verbindungen – stellen gleichfalls Nährstoffe dar, die im Gewässer von Mikroorganismen unter Verbrauch von Sauerstoff biologisch zu anorganischen Verbindungen abgebaut werden. Diese sauerstoffzehrenden Prozesse haben u.a. indirekt Auswirkungen auf die Artenzusammensetzung des Makrozoobenthos.
- Mineralstoffe und Spurenelemente sind für Organismen unentbehrlich für den normalen Ablauf von Lebensvorgängen. Nickel beispielsweise spielt eine zentrale und essentielle Rolle bei der Aktivierung verschiedener Enzyme in Wasserorganismen. Andererseits kann Nickel ab bestimmten Konzentration schädigend auf niedere Wasserorganismen wirken. (SCHNEIDER ET AL. 2003)
- Schadstoffe können ab Überschreitung bestimmter Konzentrationen direkt zu akuten und/oder chronischen Wirkungen führen. Ab welcher Konzentration ein Stoff eine schädigende Wirkung (z.B. toxisch, endokrin, mutagen, wachstumshemmend) entwickelt, ist dabei unterschiedlich in Abhängigkeit
 - der im entsprechenden Umweltmedium zu erwartenden Konzentrationen und deren Bioverfügbarkeit,

- der Empfindlichkeit der unterschiedlichen, betroffenen Organismengruppen (Fische, Makrozoobenthos, Algen, Bakterien),
- der Empfindlichkeit ihrer unterschiedlichen Entwicklungsstadien (Fischbrut, Adulte)
- sowie Art und Dauer der Exposition.

Indirekt können sich auch Wirkungen ergeben durch Akkumulation in Sedimenten und Organismen sowie Biomagnifikation in der Nahrungskette aquatischer Lebensgemeinschaften.

Stoffliche Einleitungen können zusammenfassend Auswirkungen im Sinne der WRRL haben auf

- den ökologischen Zustand eines Gewässers durch Wirkungen auf
 - die biologischen Qualitätskomponenten (QK) Gewässerfauna und Gewässerflora,
 - die allgemeinen physikalisch – chemischen QK (Anlage 7 OGewV)
 - die chemischen QK (Flussgebietsspezifische Schadstoffe der Anlage 6 OGewV)
- sowie den Chemischen Zustand (Prioritäre Schadstoffe der Anlage 8 OGewV).

Für die nach OGewV geregelten Stoffe ist die zentrale Bewertungsgrundlage für die gewässerökologische Wirkung die jeweilige Umweltqualitätsnorm (UQN) der Anlagen 6 und 8 bzw. die Anforderungen an die allgemein chemisch-physikalischen QK nach Anlage 7. Im Falle der unregulierten Stoffe wird für die gewässerökologische Bewertung auf Umweltqualitätswerte, toxikologische Untersuchungsergebnisse aus der Literatur, den $PNEC_{\text{aquatisch}}$ (soweit vorhanden) sowie weitere Vergleichswerte aus der Literatur zurückgegriffen.

Der $PNEC_{\text{aquatisch}}$ bezeichnet die „predicted no effect concentration“ für die aquatischen Lebensgemeinschaften. Die Ableitung einer PNEC für den aquatischen Bereich erfolgt für Einzelstoffe grundsätzlich im Rahmen der Europäischen Risikobewertung für Chemikalien entsprechend dem Technischen Leitfaden. Grundlage sind die Ergebnisse aus längerfristigen Monospezies-tests an mindestens einem der Vertreter dreier unterschiedlicher Trophiestufen: Algen, Kleinkrebse und Fische. Die Testergebnisse lassen eine Aussage über höchste Konzentration zu, die bei längerfristiger Exposition ohne Wirkung bleibt (no observed effect concentration, NOEC). Die PNEC (predicted no effect concentration) ergibt sich aus dem niedrigsten Testergebnis (für die empfindlichste Art) dividiert durch einen Ausgleichsfaktor. Dieser Faktor ist bei Vorliegen aller erforderlicher Daten 10 und wird mit wachsenden Datenlücken entsprechend größer. Über diesen Faktor sollen die Unsicherheiten der Übertragung einzelner Laborergebnisse an wenigen Organismenarten auf reale Verhältnisse in Gewässern berücksichtigt werden (in der Regel: $PNEC = \text{kleinste NOEC} \div 10$) (LAWA 2004).

4.1.2 Wirkungsebenen maßgeblicher Inhaltsstoffe von Papierfabrik Abwässern

4.1.2.1 Organische Bestandteile

MÖBIUS (2019) stellt fest, dass Papierfabrik-Rohabwässer aus biologisch leicht abbaubaren Kohlenhydraten und biologisch schwer abbaubaren Lignin-Derivaten bestehen. In Spuren sind zahlreiche andere organische Stoffe, überwiegend als nicht verbrauchte Reste von Additiven, potentiell in den Abwässern enthalten, die in unterschiedlichem Maß biologisch abbaubar sind und im allgemeinen zu keiner nachweisbaren Toxizität des Abwassers führen.

Über die Zusammensetzung von Papierfabrik-Abwässern nach der biologischen Reinigung gibt es nach MÖBIUS (2019) nicht viele Untersuchungen. Offensichtlich ist, dass von der Hauptmenge der

Inhaltsstoffe die Kohlenhydrate abgebaut, die Lignin-Derivate dagegen weitgehend nicht abgebaut werden. Diese stellen demnach den Hauptanteil der organischen Restbelastung nach biologischer Reinigung (MÖBIUS 2019). Nach SCHNEIDER ET AL. (2003) stellen Ligninsulfonsäuren, sulfonierte Peptide und Polysaccharide maßgebliche organische Abwasserinhaltsstoffe der Papier- und Kartonenindustrie dar.

Durch die Zufuhr von organisch abbaubaren Abwässern werden die Nahrungsverhältnisse für die heterotrophen Destruenten (Mikroorganismen) im Gewässer verbessert und dadurch die Saprobie gesteigert. Gemeint sind damit die Biomasse und der Umsatz der heterotrophen Destruenten (Mikroorganismen), die organisches Material abbauen. Relevant sind in diesem Zusammenhang in erster Linie organisch leicht abbaubare Substanzen, die unter Sauerstoffzehrung abgebaut werden.

Polymere Substrate wie Lignine, Lignocellulosen, Polysaccharide u.a. sind aufgrund ihrer Molekülgröße nicht membrangängig und damit dem biologischen Abbau nur sehr bedingt zugänglich und werden folglich nur sehr langsam abgebaut. Um diese Substrate einem mikrobiellen Abbau zugänglich zu machen, müssen sie von den Mikroorganismen zunächst durch Exoenzyme außerhalb der Zelle in ihre niedermolekularen Bausteine zerlegt werden. Diese Hydrolyse ist der geschwindigkeitsbestimmende Schritt beim Abbau polymerer Verbindungen (HELMER-MADHOK 2010).

Es gibt zwei unterschiedliche Modelle für eine Aktivitätsänderung extrazellulärer Enzyme in natürlichem Umfeld. Das eine Modell beschreibt den Vorgang, dass bei steigenden Konzentrationen von gelöstem organisch gebundenen Kohlenstoff („dissolved organic carbon“, abgekürzt als DOC) im Gewässer die extrazelluläre enzymatische Aktivität sinkt (MIDDELBOE & SØNDERGAARD 1993). Die Synthese extrazellulärer Enzyme wird gehemmt, da die Menge leicht aufnehmbarer Verbindungen groß genug und die ständige Neubildung der Enzyme für die extrazelluläre Hydrolyse energetisch ungünstig ist. Im anderen Modell steigt die Aktivität der Enzyme bei einer sich erhöhenden DOC-Konzentration an (CHROST 1992). Hier wird davon ausgegangen, dass bei einem erhöhten Nahrungsangebot auch die Stoffwechselvorgänge angekurbelt werden und diese eine höhere enzymatische Aktivität hervorrufen. Höchstwahrscheinlich sind in natürlichen Systemen beide Modelle miteinander verwoben (HOPPE ET AL. 1988).

4.1.2.2 Komplexbildner

In der Papierindustrie werden Komplexbildner in verschiedenen Bereichen des Erzeugungsprozesses eingesetzt (MÖBIUS 2019). Komplexbildner dienen dazu, Metall-Ionen im Wasser durch Komplexbildung „abzufangen“ und dadurch unerwünschte Störungen bei verschiedensten Prozessen zu unterbinden. Im Wasser liegen sie meist nicht als freie Säuren oder Salze, sondern als Metall-Komplexe vor. Die akute und chronische Toxizität der Komplexbildner ist i.d.R. nicht sehr ausgeprägt. Sie sind jedoch hochpolar und können, sofern sie schwer abbaubar sind, bis ins Trinkwasser gelangen (HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE ohne Datum).

4.1.2.3 Endokrin wirksame Stoffe

Abwässer der Zellstoff- und Papiererzeugung enthalten vor Reinigung endokrin wirksame Stoffe. Dies sind hormonähnliche Stoffe, die in das endokrine System von Organismen eingreifen. Sie stammen bei der Zellstoff- und Holzerzeugung aus dem Holz (Phytohormone), bei der Papiererzeugung

zum Teil aus (wenigen) Additiven, die zur Erzeugung bestimmter Spezialpapiere verwendet werden und über das Altpapier in den Kreislauf der Papiererzeugung zurück gelangen. Die hier betroffenen endokrin wirksamen Stoffe sind zu einem erheblichen Teil biologisch abbaubar (MÖBIUS 2019).

4.1.2.4 AOX

AOX – als Summe der an Aktivkohle adsorbierbaren organischen Halogene (Chlor-, Brom- und Iodverbindungen; organische Fluorverbindungen werden nicht erfasst) – sind ein weiterer spezifischer Bestandteil in gereinigten Abwässern der Papier- und Zellstoffindustrie. Soweit die AOX-Frachten nicht durch das Brauchwasser und/oder bestimmte chemische Additive verursacht werden, stammen sie aus den Faserstoffen. Neueste Untersuchungen weisen darauf hin, dass im Altpapier die Druckfarben inzwischen eine wesentliche AOX-Quelle sind (MÖBIUS 2019).

Da es sich um einen Summenparameter handelt, der sowohl toxische und weniger bzw. nichttoxische Verbindungen erfasst, können keine allgemeingültigen Angaben zur Toxizität/Ökotoxizität getroffen werden. Natürliche Hintergrundbelastungen an AOX in anthropogen unbeeinflussten Gewässern werden in der Literatur mit Werten von 5 bis 10 µg/l (SCHNEIDER ET AL. 2003) und 15 µg/l (HOCKSTRA, DE LEER 1992 zitiert in MÖBIUS 2019) angegeben. Die natürliche Hintergrundbelastung setzt sich primär aus halogenierten Huminstoffen zusammen (FOKUHL 1999).

Nach SUNTIO et al. 1988 und CRAIG et al. 1990, zitiert in PLANCONSULTUMWELT (2019), ist die Bioverfügbarkeit des Rest-AOX-Gehaltes in Abwässern der Papier- und Zellstoffindustrie (chlororganische Ligninderivat-Verbindungen, Chlorphenole, -benzole, und -guajacole) zum Teil durch ihre Molekülgröße und Fettlöslichkeit stark eingeschränkt. Freilanduntersuchungen bei Zellstoffwerken bestätigen diese Einschätzung durch rückstandsanalytische Ergebnisse bei Fischen und benthischen Organismen. Die untersuchten Organochlorverbindungen zeigten allgemein geringe Bioakkumulationsfaktoren und Molekulargewichte über 400, was auf eine geringe Bioverfügbarkeit des Gesamt-AOX hindeutet (PLANCONSULTUMWELT 2019).

4.1.2.5 Anorganische Nährstoffe

Anorganische Nährstoffe, die mit dem Abwasser in Gewässer gelangen, können die Trophie erhöhen, gekennzeichnet durch Biomasse und Umsatz der autotrophen Organismen. Werden einem Gewässer biologisch gut gereinigte Abwässer zugeleitet, die aber noch die anorganischen Pflanzennährstoffe (Stickstoff und Phosphor) enthalten, so unterbleibt die Erhöhung der Saprobie⁸ zunächst und es steigt nur die Trophie an. Dies bedeutet, dass die Biomasse zunimmt durch erhöhtes Pflanzen-/Algenwachstum (Eutrophierung). Nach der Komplementarität von Trophie und Saprobie nimmt im Verlauf der Eutrophierung auch die Saprobie zu, um das Gleichgewicht beider Größen wiederherzustellen (SCHWOERBEL 1974). Das erhöhte Wachstum von höheren Pflanzen bzw. benthischen Algen infolge der Nährstoff-Befruchtung bedingt in der Folge eine erhöhte Abbautätigkeit der Mikroorganismen.

⁸ Biomasse und Umsatz der heterotrophen Destruenten (Mikroorganismen)

4.1.3 Wechselwirkungen

Die Wirkung einer stofflichen Einleitung unterliegt grundsätzlich Wechselwirkungen mit dem Umgebungsmilieu im Gewässer, die sowohl synergetisch als auch antagonistisch wirken können. Diese Wechselwirkungen sind eingebettet in hochkomplexe Stoffkreisläufe in Gewässern mit multikausalen Wirkzusammenhängen und können im Einzelnen nicht abgegrenzt/beschrieben werden.

4.2 Wärmeeinleitung

4.2.1 Temperaturbeeinflussung der Gewässer

Die entsprechenden Umweltwirkungen auf die Sächsische Saale und deren Lebensgemeinschaften hängen in ihrem Ausmaß ab von:

- den emittierten Wärmemengen,
- der Abflussmenge der Sächsischen Saale sowie
- den Einmischungs- und Einschichtungsbedingungen.

Grundsätzlich kann eine künstliche Wassererwärmung Auswirkungen sowohl auf der abiotischen Ebene als auch auf den Stoffwechsel und den Stoffhaushalt des Gewässers sowie auf seine pflanzlichen und tierischen Lebensgemeinschaften haben. Im abiotischen Bereich beeinflusst die Temperatur direkt die Sauerstoffverhältnisse im Gewässer, da mit zunehmender Temperatur die Löslichkeit des Sauerstoffes abnimmt. Dies bedeutet, dass mit steigender Temperatur des Wassers die Sauerstoffmenge, die gelöst werden kann, abnimmt. So beträgt der Sauerstoffsättigungswert in Wasser bei einer Temperatur von 0 °C und Normaldruck ca. 14,5 mg/l während bei einer Wassertemperatur von 20 °C nur noch ca. 7,2 mg Sauerstoff je Liter gelöst werden können (BICK 1993). Gleichermäßen werden chemische Reaktionen, z.B. Säure-Basen-Gleichgewichte, von der Temperatur beeinflusst.

Auch auf der biotischen Ebene gehen die ökologischen Auswirkungen einer künstlichen Temperaturerhöhung im Wesentlichen darauf zurück, dass chemische und biochemische Reaktionen bei einer Temperaturerhöhung beschleunigt werden. Dies gilt innerhalb gewisser physiologischer Grenzen naturgemäß auch für alle pflanzlichen und tierischen Stoffwechselvorgänge, letztlich für die biologische Produktion und das Wachstum. Als Faustregel kann gelten, dass bei einer Temperaturerhöhung um 10 °C der Stoffwechsel durch poikilotherme (wechselwarme) Tiere um das ca. Zwei- bis Dreifache zunimmt (Van't Hoffsche Regel) (JUNGWIRTH ET AL. 2003). Die Temperatur ist somit ein Schlüsselfaktor für das gesamte Ökosystem im aquatischen Bereich. Die aquatischen Lebensgemeinschaften sind daher in einem bestimmten Bereich eines Flusslaufes sehr gut an das dort von Natur aus vorherrschende Temperaturregime, insbesondere an den natürlichen Jahresgang der Temperatur und an die natürlichen Extremverhältnisse, sowohl im Sommer als auch im Winter, angepasst. Besonders eng ist die Anpassung an das Temperaturregime naturgemäß bei solchen Organismengruppen, die über keine körpereigene Temperaturregulation verfügen wie die "Warmblüter", sondern deren Stoffwechselvorgänge von der Umgebungstemperatur bestimmt werden (wechselwarme Organismen). Hierzu zählen sowohl Algen und Bakterien als auch die relevanten biologischen Qualitätskomponenten der WRRL (Makrophyten und Phytobenthos, Makrozoobenthos, Fische). Unter den Biokomponenten der Wasserrahmenrichtlinie zählen die Fische zur Gruppe mit

den höchsten Ansprüchen gegenüber der Wasserqualität und den Wassertemperaturen. Die Qualitätskomponente der wirbellosen Kleinstlebewesen (Makrozoobenthos) haben ebenfalls sehr hohe Ansprüche an die Wassertemperatur. Daher werden die Fische zusammen mit dem Makrozoobenthos als maßgebliche Indikatoren für thermische Belastungen herangezogen.

Der Wirkungsfaktor „Temperaturerhöhung“ ist aus ökologischer Sicht auch deshalb von besonderer Tragweite, da nicht nur das unmittelbare Umfeld der Wärmeeinleitung, sondern, nach vollständiger Einmischung des erwärmten Wassers, auch längere Flussstrecken flussabwärts der Einleitungsstelle beeinflusst sein können.

4.2.2 Empfindlichkeiten von Fischen gegenüber thermischen Veränderungen im Wasserkörper

Fische als wechselwarme Lebewesen sind nicht in der Lage eine konstante Körpertemperatur aufrecht zu erhalten. Die Körpertemperatur der Fische ist daher eine unmittelbare Folge der Wassertemperatur. Nach erfolgter thermischer Anpassung liegt die Temperatur der Fische ca. 0,1–1 °C über der sie umgebenden Wassertemperatur. Der Austausch von Wärme erfolgt bei Fischen vorwiegend über die äußere Körperoberfläche und zu einem geringeren Teil auch über die Kiemen. Die Wassertemperatur beeinflusst bei Fischen sämtliche biochemischen und physiologischen Aktivitäten (BEITINGER ET AL. 2000).

Auch die Jahresganglinie der Temperatur steuert eine Reihe von physiologischen Prozessen bei Fischen (z.B. Reifung von Geschlechtsprodukten) oder kann bestimmte Verhaltensmuster (z.B. Laichwanderung) auslösen. Veränderungen der Wassertemperatur, z.B. Temperaturerhöhungen, können störend in diese Prozesse eingreifen und sich letztlich auch negativ auf die Bestände der in dem betroffenen Gebiet vorkommenden Fischfauna auswirken.

Eine zu starke bzw. eine jahreszeitlich nicht angepasste Erhöhung der Wassertemperatur durch Kühlwassereinleitungen kann daher vom Grundsatz her

- aufgrund von unterschiedlichen Temperaturpräferenzen und -anpassungen zu Verschiebungen in den Dominanzverhältnissen bis hin zu Veränderungen im Artenspektrum führen,
- den Reproduktionserfolg von Fischen beeinträchtigen (Vorverlegung der Laichzeit und/oder gestörte Gonadenentwicklung von frühjahrslaichenden Fischarten, erhöhte Mortalitätsraten bei Eiern und Fischlarven, Steigerung der Laichzyklen),
- die Winterruhe von Fischen stören,
- zu Nahrungskonkurrenz und erhöhtem Prädationsdruck führen,
- temperaturtolerante Neozoen fördern
- und gesundheitliche Beeinträchtigungen von Fischen bewirken.

4.2.3 Empfindlichkeiten von Makrozoobenthos gegenüber thermischen Veränderungen im Wasserkörper

Die Lebensbedingungen des Makrozoobenthos werden geprägt durch besiedlungsbestimmende Faktoren wie Substratangebot, Abfluss, Strömung, Sauerstoffversorgung und Wassertemperatur. Da Makrozoobenthos-Organismen wechselwarm sind, sind sie besonders stark von der Wassertemperatur abhängig. Aus diesem Grund kann eine Erhöhung der Wassertemperatur zu Veränderungen des Dominanzspektrums zugunsten von Arten mit höherem Temperaturoptimum und geringerem Sauerstoffbedarf führen. Gleichzeitig muss grundsätzlich damit gerechnet werden, dass bei stärkerer und anhaltender Erhöhung der Wassertemperatur kälteliebende, an hohe Sauerstoffgehalte und starke Strömung angepasste Fließwasserarten Bestandseinbußen erleiden können.

Genaue Vorhersagen, wie sich die Makrozoobenthos-Biozönose in einem durch Kühlwasser beeinflussten Gewässer entwickeln wird, sind derzeit jedoch nur eingeschränkt möglich und lassen sich nicht durch Angaben von artspezifischen Temperaturlimits untermauern (BERNAUER 2017). Man kann jedoch grundsätzlich davon ausgehen, dass die rheophilen, für das Krenal bzw. Rhitral typischen Arten, die an kühle Wassertemperaturen angepasst sind, empfindlicher auf Temperaturveränderungen reagieren werden als Arten, die für den Unterlauf charakteristisch sind bzw. Fließ- und Stillgewässer gleichermaßen besiedeln.

5. Grundlagen und Methodik

5.1 Nationale und europäische Richtlinien und fachrechtliche Grundlagen

Fachliche und fachrechtliche Grundlagen der zentralen Untersuchungsschwerpunkte und Gutachtenthemen für das GÖG sind insbesondere die nachfolgend aufgeführten Richtlinien der Europäischen Union und Gesetze/Verordnungen/Programme der Bundesrepublik Deutschland und des Landes Bayern:

- EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vom 23.10.2000
- Fauna-Flora-Habitat-(FFH) Richtlinie vom 21.05.1992
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31.07.2009, zuletzt geändert durch Gesetz vom 22.12.2023
- Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) vom 29.07.2009, zuletzt geändert durch Art. 3 des Gesetzes vom 08.12.2022
- Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom 20.06.2016, zuletzt geändert durch Gesetz vom 09.12.2020
- Gesetz über die Vermeidung und Sanierung von Umweltschäden (USchadG) vom 10.05.2007, zuletzt geändert durch Gesetz vom 05.03.2021
- Bayerisches Naturschutzgesetz (BayNatSchG) vom 23.02.2011, zuletzt geändert durch Gesetz vom 23.12.2022
- Bayerisches Wassergesetz (BayWG) vom 25.02.2010, zuletzt geändert durch Gesetz vom 09.11.2021
- Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie Bewirtschaftungsplan einschließlich Maßnahmenprogramm für den bayerischen Anteil am Flussgebiet Elbe Bewirtschaftungszeitraum 2022–2027

5.2 Datengrundlagen

5.2.1 Vom Vorhabenträger zur Verfügung gestellte Daten und Unterlagen

- Wasserrechtliche Erlaubnis für die Einleitung von vorgereinigtem Abwasser in die Sächsische Saale vom 11.10.2000 inkl. Änderungen, gültig bis 31.12.2020
- Wasserrechtliche Erlaubnis für die Entnahme von Brauchwasser aus der Sächsischen Saale und der Göstra vom 22.07.2002
- Betriebstagebücher der Jahre 2016–2021
- Ergebnisse des Untersuchungsprogrammes ARA und Oberflächengewässer
- Ergebnisse des Abwasserscreenings durchgeführt am 15. und 16. Mai 2019 und am 16. und 17. Juni 2020

- Ergebnisse Untersuchung Anaerobschlamm vom 25.07.2019 und Untersuchung Klärschlamm vom 18.12.2018
- Ergebnisse der Messungen der Temperatur-Datenlogger in der Sächsischen Saale und der Göstra vom 01.07.2020 bis 30.04.2021

5.2.2 Amtliche Daten

- Temperatur- und Abflussdaten der Sächsischen Saale aus dem Gewässerkundlichen Dienst Bayern unter
 - <http://www.gkd.bayern.de/>
- Einstufungen der Gewässer im Untersuchungsgebiet nach WRRL sowie Zusammenstellung der Einleiter in die Gewässer aus dem Kartendienst Gewässerbewirtschaftung unter
 - <http://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/kartendienst/index.htm>
- Referenzzönosen Nr. 234 (Sächsische Saale) und Nr. 744 (Göstra) des Instituts für Fischerei (IFI)
- Beprobungsprotokolle der amtlichen Erhebungen zu Makrozoobenthos in Sächsischer Saale und Göstra der Jahre 2014, 2015, 2016, 2017
- Beprobungsprotokolle der amtlichen Erhebungen zu Makrozoobenthos und Makrophyten in Sächsischer Saale und Göstra des Jahres 2019
- MQ-Abfluss und MNQ-Abfluss der Sächsischen Saale auf Höhe der Firma Macher

5.2.3 Vom BNGF durchgeführte Erhebungen und Untersuchungen

- Kartierung der Gewässerstruktur/Habitatkartierung inkl. Messung der Fließgeschwindigkeiten in der Sächsischen Saale und Göstra (Juni 2019)
- Fischbestandsaufnahme (Streifenbefischungen, gem. WRRL) in der Sächsischen Saale und der Göstra mit jeweils zwei Durchgängen (Sommerbefischung Juli 2019 und Herbstbefischung Oktober 2019)
- Makrozoobenthoserhebungen (gem. WRRL) in der Sächsischen Saale und Göstra (Dezember 2018 und Mai 2019)
- Makrophytenerhebung (gem. WRRL) in der Sächsischen Saale und der Göstra (Juli 2019)
- Phytobenthos/Diatomeenerhebung in der Sächsischen Saale und der Göstra (gem. WRRL) (August 2019)
- LRT 3260 Kartierung in der Sächsischen Saale innerhalb des FFH-Gebietes zzgl. Kontrollstrecke oberhalb der Einleitung der Firma Macher (Juli 2019)

5.3 Stoffliches Untersuchungsprogramm ARA und Oberflächengewässer

Die Darstellung der stofflichen bzw. chemisch-physikalischen Verhältnisse in den Oberflächengewässern im Untersuchungsgebiet sowie die Begutachtung der Auswirkung der stofflichen Einleitung der Firma Macher auf die Sächsische Saale basieren neben den Betriebstagebüchern auf Daten des Untersuchungsprogrammes ARA und Oberflächengewässer. Dieses Untersuchungsprogramm wurde von Oktober 2018 bis Oktober 2020 durchgeführt. Es wurde vor Beauftragung des BNGF von den Behörden und der Firma Macher konzipiert.

Es beinhaltet die Untersuchung ausgewählter Stoffe und chemisch-physikalischer Parameter von Wasserproben aus

- dem Ablauf der ARA,
- der Sächsischen Saale oberhalb der Einleitung der Firma Macher,
- der Sächsischen Saale unterhalb der Einleitung der Firma Macher,
- der Göstra oberhalb des Stausees der Firma Macher sowie
- der Göstra unterhalb des Stausees kurz vor Mündung in die Sächsische Saale.

Zudem wurde jeweils die Temperatur sowie weitere Parameter vor Ort bei der Probenahme gemessen. Die Daten wurden von der Firma Macher sowie durch ein externes zertifiziertes Labor erhoben. Die Untersuchung durch die Firma Macher erfolgte in der Regel wochentäglich oder werktäglich in Abhängigkeit von der Messstelle. Die Untersuchung durch das externe Labor erfolgte in der Regel einmal wöchentlich. Es gibt Stoffe/Parameter, die sowohl von der Firma Macher als auch durch das externe Labor untersucht wurden, und Stoffe/Parameter, die ausschließlich durch das externe Labor beprobt wurden. Des Weiteren gibt es Stoffe/Parameter, die nur 1x monatlich untersucht wurden. Detaillierte Angaben und Erläuterungen zur Frequenz der Beprobung je Stoff und Messstelle finden sich in Anhang 1.

Abb. 11 zeigt die Lage der Probenahmestellen des Untersuchungsprogramms Oberflächengewässer.

Die im GÖG dargestellten Untersuchungszeiträume und Daten wurden mit dem LfU-Bayern abgestimmt.

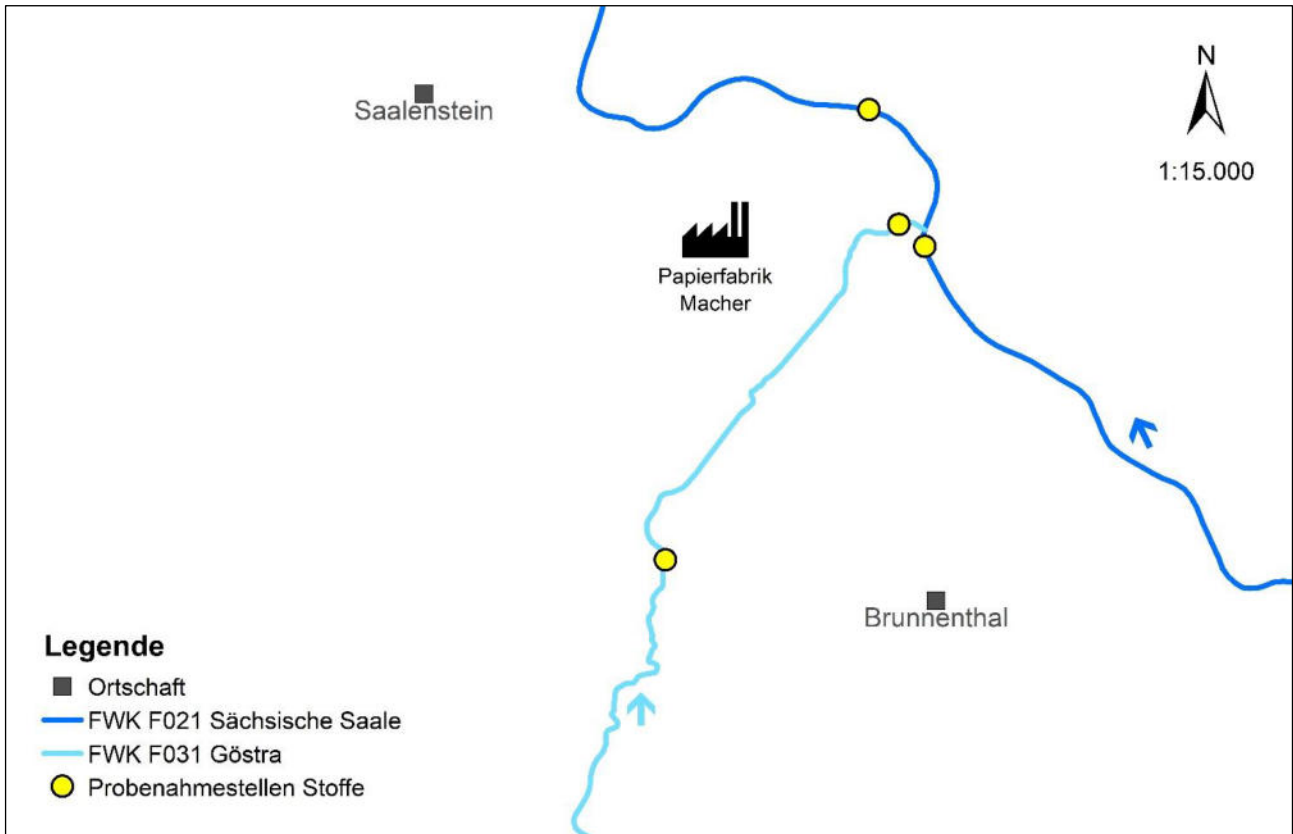


Abb. 11: Übersicht der Probenahmestellen von Wasserproben des Untersuchungsprogramms Oberflächengewässer zur Untersuchung ausgewählter Stoffe und chemisch-physikalischer Parameter

5.4 Abwasserscreening

Ziel der Abwasserscreenings war es, zu identifizieren, welche standortspezifischen (unter Berücksichtigung des Anteils kommunalen Abwassers in der ARA) sowie papierfabrikspezifischen Stoffe durch den Ablauf der ARA in relevanten Mengen in die Sächsische Saale gelangen. Vor dem Hintergrund dieser Fragestellung war zu untersuchen, welche Stoffe auf die Papierproduktion zurückzuführen sind, welche Stoffe primär auf das kommunale Abwasser zurückzuführen sind, das an die ARA angeschlossen ist, sowie welche Stoffe als Vorbelastung dem Vorlauf der Firma Macher in der Sächsischen Saale bzw. Göstra entstammen. Die zu untersuchenden Stoffe wurden mit dem LfU sowie mit der TU Darmstadt abgestimmt. Die Untersuchung wurde durch die TU Darmstadt durchgeführt.

Insgesamt wurden zwei Untersuchungskampagnen durchgeführt:

- Screening vom 15./16. Mai 2019 – ausschließlich im Ablauf der ARA
- Screening vom 16./17. Juni 2020 im Ablauf der ARA, im Zulauf des ungeklärten kommunalen Abwassers in die ARA, im Liederbach (entspricht Ablauf der kommunalen Kläranlage Hof) sowie in Göstra und Sächsische Saale oberhalb und unterhalb der Einleitung der Firma Macher

Zu den Beprobungszeitpunkten am 16./17. Juni 2020 führte die Sächsische Saale am Pegel Hof an die 3,3 bis 3,9 m³/s. Dieser Abfluss bewegt sich zwischen MNQ (0,95 m³/s) und MQ (5,39 m³/s).

Die Untersuchungsergebnisse finden sich in Anhang 1.

5.5 Temperaturmessungen in der Sächsischen Saale und Auswertungszeitraum

Die Darstellung der Wassertemperaturverhältnisse im Untersuchungsgebiet sowie die Begutachtung der Auswirkung der thermischen Einleitung der Firma Macher auf die Sächsische Saale basieren

- auf Temperaturaufzeichnungen (Logger), die über das WWA Hof erfolgten sowie
- im Wesentlichen auf einem Temperatur-Messnetz (Logger-Dauermessstellen), das die Firma Macher in Abstimmung mit dem BNGF einrichten hat lassen.

Die Wassertemperaturen der Sächsischen Saale wurden vom WWA Hof vom 23.07.2019 bis zum 06.09.2019 aufgezeichnet. Zur Beschreibung der Wassertemperaturverhältnisse im Untersuchungsgebiet wurden drei Temperaturlogger (EL-USB-1) der Firma EasyLog verwendet, die alle fünf Minuten die Wassertemperatur erfassten. Die Messgenauigkeit der Temperaturlogger beträgt +/- 0,5 °C in einem Temperaturbereich von 0 °C bis 50 °C. Die erfassten Daten wurden lokal in den Temperaturloggern gespeichert und mittels einer Software ausgelesen. Die genaue Lage der Temperaturlogger ist in Tab. 9 und Abb. 12 dargestellt.

Tab. 9: Lageinformation zu den vom WWA Hof installierten Temperaturloggern

Nr.	Bezeichnung	F-km	Beschreibung der Lage
WWA 1 *	OH Macher	28,4	Oberhalb der Firma Macher
WWA 2	UH Macher links	28,2	Unterhalb der Firma Macher, am linken Ufer
WWA 3	UH Macher rechts	28,2	Unterhalb der Firma Macher, am rechten Ufer

Erläuterungen:

* Aufgrund eines Defekts lieferte dieser Temperaturlogger keine Daten. Es fehlen somit direkte Vorlaufwerte.

Beim Auslesen der WWA-Logger zeigte sich, dass der Logger „WWA 1“, oberhalb Macher, keine Daten aufgezeichnet hatte. Aus diesem Grund sowie zur genauen Darstellung der thermischen Verhältnisse der S. Saale und zur Vorhabensbewertung hat die Firma Macher in Abstimmung mit dem BNGF ein Temperatur-Messnetz (Dauermessstellen) einrichten lassen. Das Messnetz umfasste insgesamt vier Temperaturlogger und wurde von der SEBA Hydrometrie GmbH & Co. KG installiert und betrieben. Vom 02.07.2020 bis zum 31.03.2021 (bzw. 31.04.2021 an den Loggern MA 1, MA 2 und MA 3) wurden alle 15 Minuten mittels Temperatursensoren die Wassertemperaturen erfasst. Die Messgenauigkeit betrug +/- 0,1 °C in einem Temperaturbereich von 2 °C bis 30 °C. Die erfassten Daten der einzelnen Temperaturlogger wurden täglich auf einen Server übertragen und archiviert. Die genaue Lage der Temperaturlogger ist in Tab. 10 und Abb. 12 dargestellt.

Tab. 10: Lageinformation zu den von der Firma Macher installierten Temperaturloggern

Nr.	Bezeichnung	F-km	Beschreibung der Lage
MA 1	OH Macher	28,37	Oberhalb der Firma Macher, auf Höhe der Wasserentnahmestelle
MA 2	UH Macher links	28,05	Unterhalb der Firma Macher, am linken Ufer, auf Höhe Autobahnbrücke
MA 3	UH Macher rechts	28,05	Unterhalb der Firma Macher, am rechten Ufer, auf Höhe Autobahnbrücke
MA 4	Göstra	0,30	Göstra vor Einmündung in die Sächsische Saale

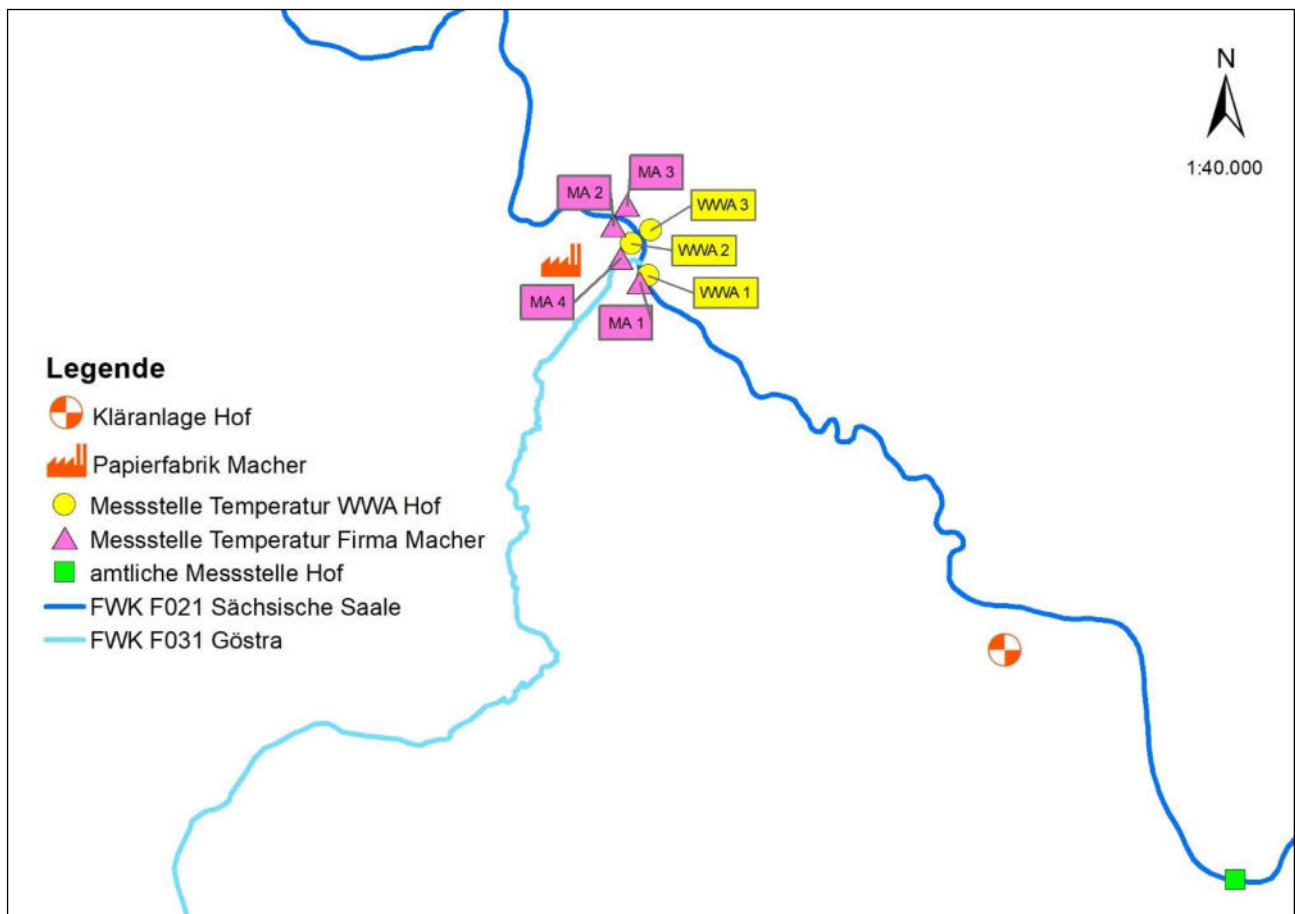


Abb. 12: Übersicht der Messstellen für die Wassertemperatur (amtliche Messstelle Hof, Temperaturlogger WWA Hof und Firma Macher)

Die im GÖG dargestellten Untersuchungszeiträume und Daten wurden mit dem LfU-Bayern abgestimmt.

5.6 Messung der Fließgeschwindigkeiten in der Sächsischen Saale

Die Fließgeschwindigkeiten der Sächsischen Saale wurden im Untersuchungsgebiet etwa alle 500 m, an insgesamt 29 Querprofilen, durch BNGF im Rahmen der Struktur- und Habitatkartierung (Kap. 5.7) erfasst. An jedem Querprofil wurden fünf Messungen durchgeführt, die sich von der linken

zur rechten Flussseite erstreckten und über die gesamte Flussbreite verteilt (links, links-mitte, mitte, rechts-mitte, rechts). Die Fließgeschwindigkeiten wurden jeweils in 40 % der Höhe der Wassersäule gemessen. Die Fließgeschwindigkeits-Messungen erfolgten mittels des Flügelrad-Messgerätes μ P-TAD der Firma Höntzsch.

5.7 Kartierung der Gewässerstruktur und der Fischhabitate

Zur Bewertung des gewässerökologischen Zustandes wurde in den innerhalb des UG liegenden Gewässerabschnitten eine abschnittsbezogene, funktionale Struktur- und Habitatkartierung durchgeführt und eine entsprechende Bewertung vorgenommen. Die Datenerhebungen erfolgten an vier Tagen (24. bis 27. Juni 2019) watend und vom Boot aus. Dabei wurden die vorhandenen Strukturen und Habitate mittels eines hochauflösenden GNSS⁹-Systems (ppm10xx-04) eingemessen und anschließend mit der Software Esri ArcGis 10.6.1 digitalisiert. Zur genaueren Charakterisierung der Habitate wurden zudem verschiedene abiotische Parameter wie Gewässertiefe, Substratqualität, etc. aufgenommen. Die Kartierungsarbeiten wurden bei günstigen Abflussbedingungen durchgeführt. An allen Untersuchungstagen lagen die Abflüsse an der amtlichen Messstelle Hof im Bereich des mittleren Niedrigwasserabflusses (MNQ). Die Abflüsse bzw. Wasserstände waren somit niedrig genug, um die strukturelle Ausstattung kartieren zu können, ohne dass wesentliche Funktionsbereiche trockenlagen.

Im Unterschied zur allgemeingebräuchlichen ökomorphologischen Zustandsbewertung, bei der allein die Natürlichkeit eines Systems Bewertungsgrundlage ist, bezieht sich die hier vorgenommene funktionale Habitatbewertung auf die strukturelle Ausstattung und deren Wertigkeit innerhalb eines realisierbaren Optimallebensraumes, welcher der momentan vorhandenen Lebensgemeinschaft bestmögliche Lebensbedingungen zu bieten vermag.

Als Bewertungsparameter fließen in die abschnittsbezogene, funktionale Habitatbewertung jeweils gleich gewichtet zum einen die beiden strukturbezogenen Hauptparameter Sohlstruktur und Böschungsstruktur, zum anderen die beiden funktionsbezogenen Hauptparameter Rekrutierung¹⁰ und Quervernetzung ein. Über einen Zusatzparameter werden zudem im Fluss gelegene Sonderstrukturen wie Totholz, Steinnester, überhängende Vegetation, etc. berücksichtigt. Durch Verschneiden struktureller mit funktionalen Aspekten kam für die kartierten Gewässerabschnitte ein integrales Bewertungssystem zur Anwendung, welches jeweils bezogen auf die linke und rechte Hälfte eines 500 m langen Flussabschnitts nicht nur die dort vorhandenen Gewässerstrukturen bewertet, sondern auch raumübergreifend die Ausstattung mit wichtigen Lebensraumfunktionen und deren Verfügbarkeit berücksichtigt.

Ein Großteil der rheophilen Fischarten bevorzugt meist hartgründige, aber teilweise umlagerungsfähige Sohlsubstrate wie Kies. Diese dienen nicht nur als Laichsubstrat, sondern sind auch wichtige Fresshabitate, auf denen die Fische Nahrung aufnehmen. Beim Parameter Sohlstruktur führen daher natürliche, kiesige Sohlsubstrate mit nicht kolmatiertem, umlagerungsfähigem Kies zu besten

⁹ GNSS = Global Navigation Satellite System

¹⁰ Rekrutierung wird verstanden als Rekrutierungspotenzial = strukturelle Grundlage (Laichplätze und Brut/Jungfischhabitate sowie deren räumliche Verknüpfung), welche die Versorgung eines Gewässerabschnittes mit Fischnachwuchs gewährleistet.

Bewertungen, während schlammigen Sohlsubstraten oder einer betonierten Gewässersohle eine geringe ökologische Wertigkeit zugeteilt wird.

Der Parameter Böschungsstruktur berücksichtigt die strukturelle Ausstattung (z.B. Wurzelwerk, Makrophyten) der Halde¹¹ und des Ufers. Solche Strukturen können den Fischen beispielsweise Schutz vor Fressfeinden bieten oder sie dienen als Laichhabitat oder Wintereinstand. Bei der Kartierung wurden strukturelle Ausstattungen innerhalb eines Kartierungsabschnittes abhängig von der längenbezogenen Ausprägung gewichtet und dann bezogen auf 500 m-Abschnitte zusammengefasst.

Um den besonderen Anpassungen fließgewässertypischer Fischarten Rechnung zu tragen, zielt die Bewertung beim Hauptparameter Rekrutierung vorwiegend auf die Ansprüche strömungsliebender (rhithraler/rheophiler) Fischarten ab. In die Bewertung des Hauptparameters Rekrutierung geht nicht nur die Qualität der im näheren und weiteren Umfeld befindlichen Kieslaichplätze, sondern auch deren funktionale Verknüpfung mit geeigneten Brut-/Jungfischhabitaten ein.

Das Rekrutierungs-Potenzial solcher Arten, die hinsichtlich der Strömung anspruchslos (indifferent) oder stillwasserliebend (limnophil) sind, wird über den Parameter Quervernetzung abgedeckt. Die Quervernetzung beschreibt die funktionale Anbindung der Nebengewässer an den Hauptfluss. Hier wird als ein Teilparameter die Habitatqualität der Nebengewässer (z.B. morphologische Merkmale, strukturelle Ausstattung, Abfluss, Eignung als Laich- und Jungfischgewässer) berücksichtigt. Weitere wichtige Punkte sind die Qualität der Anbindung (fischökologische Durchgängigkeit) sowie die Entfernung zum Kartierungsabschnitt.

Der Zusatzparameter Sonderstruktur berücksichtigt im Fluss gelegene strukturelle Elemente wie Totholz, Steinnester, überhängende Vegetation, etc., die zu einer Aufwertung der Gewässerabschnitte führen können.

Die Bewertung der Hauptparameter bzw. der beteiligten Unterparameter erfolgt jeweils entsprechend der Ausprägung und der damit verbundenen ökologischen Qualität über Wertzahlen (WZ). Die Vergabe von Zwischenwerten ist möglich. Die Bewertungsskala reicht von 1 (sehr geringe Habitatqualität: schlechteste Bewertung) bis 5 (sehr hohe Habitatqualität: beste Bewertung). Die Gesamtbewertung kann durch den Zusatzparameter noch aufgewertet werden. Die sich jeweils ergebenden Qualitätskategorien definieren sich über folgende fünf Wertstufen, welche durch zugehörige Farbgebung zusätzlich gekennzeichnet werden:

- | | | |
|--|---|----------------------------|
| • Wertstufe 1: sehr geringe ökologische Qualität | - | Habitatqualität: 1,00–1,49 |
| • Wertstufe 2: geringe ökologische Qualität | - | Habitatqualität: 1,50–2,49 |
| • Wertstufe 3: mittlere ökologische Qualität | - | Habitatqualität: 2,50–3,49 |
| • Wertstufe 4: hohe ökologische Qualität | - | Habitatqualität: 3,50–4,49 |
| • Wertstufe 5: sehr hohe ökologische Qualität | - | Habitatqualität: 4,50–5,00 |

¹¹ Die Halde ist die Böschung unter Wasser zwischen der Flusssohle/dem Böschungsfuß und der Wasseranschlagslinie

Folgende Daten zur Struktur- und Habitatkartierung finden sich im Anhang zu diesem Bericht:

- Bewertungsschlüssel für die abschnittsbezogene, funktionale Habitatbewertung (Anhang 2)
- Auflistung der Kieslaichplätze mit Kennzahlen und Bewertung (Anhang 3)
- Auflistung der Jungfischhabitats mit Kennzahlen und Bewertung (Anhang 4)
- Auflistung der Alt- und Nebengewässer mit Kennzahlen und Bewertung (Anhang 5)
- Zusammenstellung aller Einzelergebnisse der abschnittsbezogenen funktionalen Habitatbewertung (Anhang 6)
- Übersichtspläne mit der Lage aller Habitats und Sonderstrukturen (Anhang 7)

5.8 Kartierung des FFH-Anhang-II-Lebensraumtyps 3260

Im Rahmen der Untersuchung wurde die Verbreitung des Lebensraumtyps (LRT) 3260 in insgesamt drei Teilabschnitten der Sächsischen Saale erhoben, die hierfür vollständig begangen wurden (Abb. 13). Die Kartierung wurde am 04.07.2019 durchgeführt. Die ersten beiden Teilabschnitte hängen zusammen und liegen im FFH- Gebiet 5536-371 „Saaletal v. Joditz bis Blankenstein u. NSG Tannbach bis Mödlareuth“. Der erste Abschnitt ist dabei durch den Staubereich der Lamitzmühle beeinflusst, der zweite ist freifließend. Der dritte Abschnitt wurde außerhalb des FFH-Gebietes als Vergleichsstrecke flussaufwärts der Einleitung der Firma Macher gewählt. Eine genauere Beschreibung der Methodik findet sich in Anhang 8.

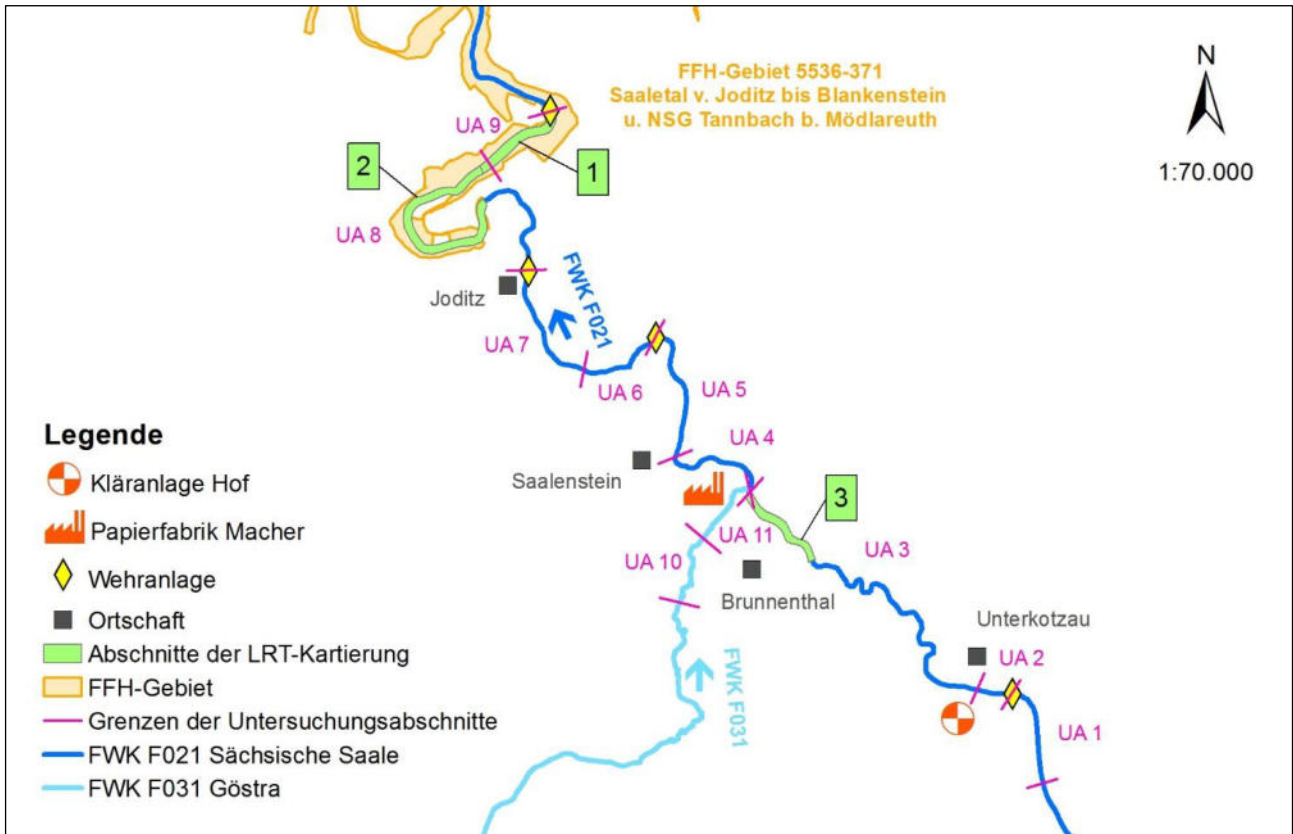


Abb. 13: Übersicht der kartierten Abschnitte des FFH-Anhang-II-Lebensraumtyps (LRT) 3260

5.9 Erhebung der Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen

Im Rahmen der Untersuchungen im Sommer 2019 wurde der ökologische Zustand der biologischen Qualitätskomponente Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen an sieben Probestellen in der Sächsischen Saale und einer Probestelle in dem bei der Firma Macher zufließenden Seitengewässer Göstra bewertet (Abb. 14). Die Probenahme, Aus- und Bewertung sowie Einstufung erfolgte anhand der Vorgaben der WRRL bzw. dem zur Bewertung der Oberflächengewässer nach der EU-WRRL entwickelten PHYBLIB-Verfahren. Teil des Verfahrens sind die drei Komponenten benthische Diatomeen, Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) und Makrophyten. Deren Ergebnisse werden zu einer Gesamtbewertung verschnitten. Eine genauere Beschreibung der Methodik findet sich in Anhang 9.

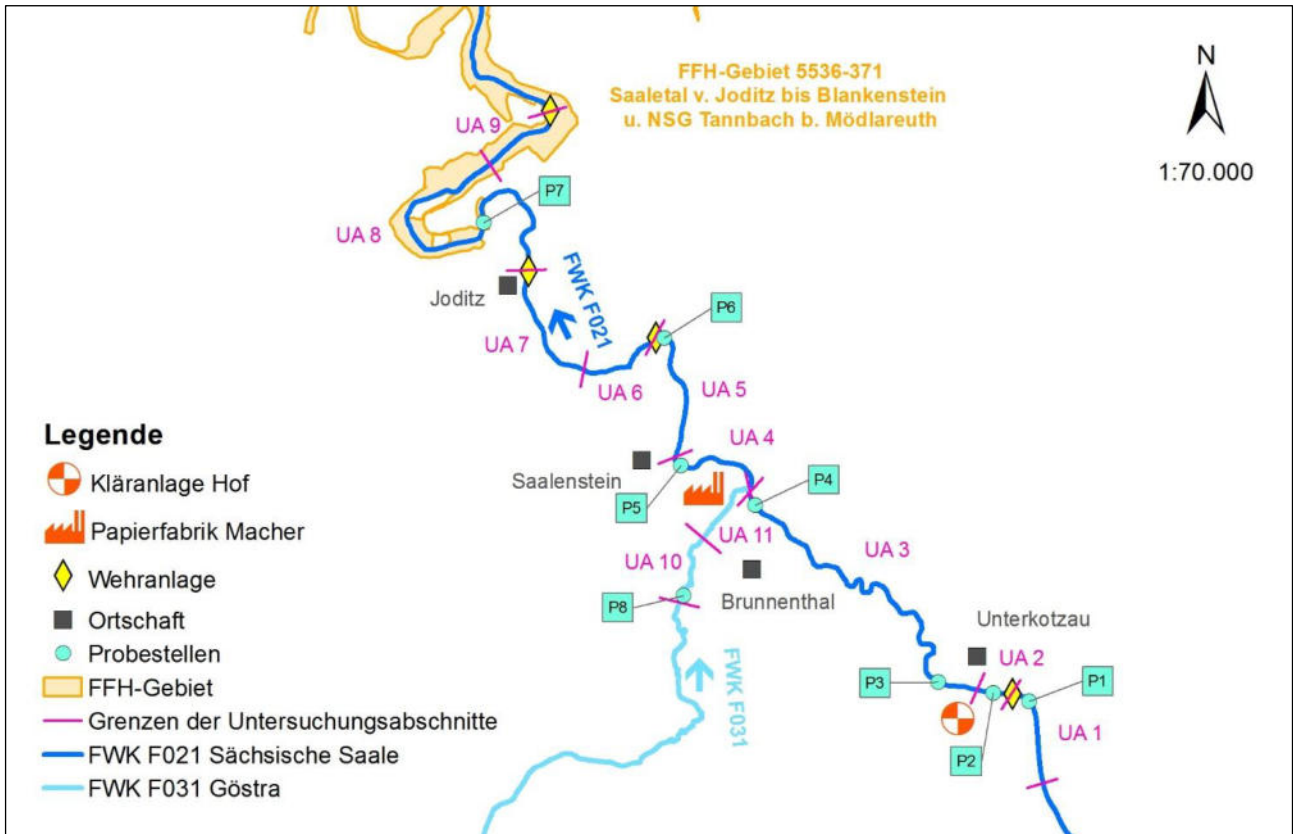


Abb. 14: Übersicht der Probenahmestellen für Makrophyten, Phytobenthos und Diatomeen

5.10 Makrozoobenthoserhebungen

Zur Dokumentation des Ist-Zustands wurde die Makrozoobenthosfauna im Dezember 2018 (1. Erhebung: 18. und 20.12.2018) und im Mai 2019 (2. Erhebung: 17. und 18.5.2019) erfasst. In der Sächsischen Saale wurden insgesamt sieben Probestellen, in der Göstra eine Probestelle bearbeitet (Tab. 11, Abb. 15).

Die Probenahme (Multihabitat-Sampling nach WRRL) und Auswertung nach WRRL orientierte sich an den Vorgaben zur Makrozoobenthosbeprobung im Handbuch tGewA (Fortschreibung 2012) sowie den Angaben auf der Website „gewaesser-bewertung.de“. Eine detaillierte Beschreibung der Erfassungsmethoden sowie der Auswertungs- und Bewertungsverfahren des Makrozoobenthos befindet sich in Anhang 10.

Tab. 11: Übersicht und Kurzcharakteristik der Probenahmestellen für das Makrozoobenthos

Probestelle	Gewässer	Lage	Typisierung
MZB-01	Sächsische Saale	oberhalb der Einleitung der Kläranlage Hof	Staubereich
MZB-02	Sächsische Saale	oberhalb der Einleitung der Kläranlage Hof	Fließstrecke
MZB-03	Sächsische Saale	unterhalb der Einleitung der Kläranlage Hof	Fließstrecke
MZB-04	Sächsische Saale	oberhalb der Einleitung der Firma Macher	Fließstrecke
MZB-05	Sächsische Saale	unterhalb der Einleitung der Firma Macher	Fließstrecke
MZB-06	Sächsische Saale	unterhalb der Einleitung der Firma Macher	Staubereich
MZB-07	Sächsische Saale	unterhalb der Einleitung der Firma Macher	Fließstrecke
MZB-08	Göstra	oberhalb der Einstauung der Firma Macher	Fließstrecke

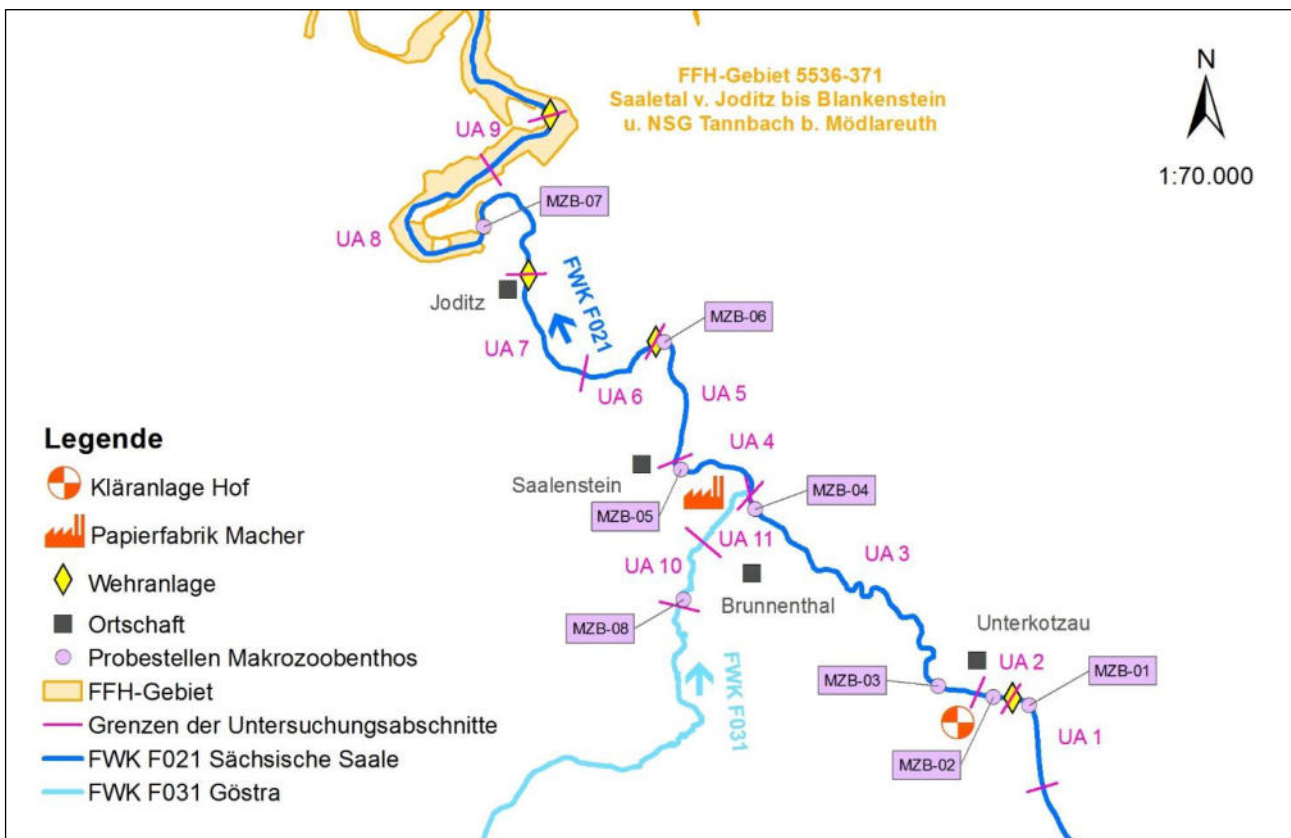


Abb. 15: Übersicht der Probenahmestellen für das Makrozoobenthos

5.11 Elektrofischungen

Zur Ermittlung der Fischarten-Zusammensetzung und der Bestandssituation im UG wurden in der Sächsischen Saale und in der Göstra im Sommer und Herbst 2019 Elektrofischungen (sog. Streifenbefischungen) gemäß den Methodenstandards der WRRL durch das BNGF durchgeführt. In Tab. 12 sind die Anzahl der Befischungsstrecken, die Streckenlängen und die Abflussverhältnisse an den einzelnen Untersuchungstermine je Gewässer dargestellt.

Tab. 12: Übersicht der im Rahmen des Projekts durchgeführten Elektrobefischungen

Gewässer	Jahreszeit / Durchgang	Datum	Anzahl Befischungsstrecken	befischte Strecke [km]	Abfluss ¹ [m³/s]	
					min.	max.
Sächsische Saale	Sommer	08.–10.07.2019	14	2,825	0,887	1,130
	Herbst	21.–23.10.2019	14	2,840	0,887	1,480
Göstra	Sommer	09.07.2019	2	0,440	0,908	1,130
	Herbst	22.10, 24.10.2019	2	0,490	0,748	1,100

Erläuterungen:

¹ Abflüsse am Pegel Hof / Sächsische Saale (Messstellen-Nr.: 56001502). Die Werte geben die Minimal- und Maximalabflusswerte (ermittelt aus 15-Minuten-Werten) an den Befischungstagen an.

Im UG wurde im Rahmen der Fischbestandserhebungen eine Gesamtstrecke von rund 6,6 km untersucht. In der Sächsischen Saale wurden rund 5,7 km und in der Göstra rund 0,9 km Fließstrecke befischt.

Die Untersuchungen an der Sächsischen Saale wurden in den Fließstrecken watend und in den Stauräumen von einem Arbeitsboot aus durchgeführt. Dabei kam ein stationäres Gleichstrom-Elektrofischereigerät mit einer Leistung von 8 kW zum Einsatz. Die Untersuchungen an der Göstra fanden ausschließlich watend unter Verwendung eines Gleichstrom-Elektrofischereigeräts (Rückentragegerät) mit einer Leistung von 1,7 kW statt. Bei allen Untersuchungen wurde mit einer Handanode gefischt.

Zur Erfassung aller Entwicklungsstadien (v.a. Brutfische) sowie um jahreszeitliche Standortpräferenzen der Fische zu berücksichtigen, erfolgten die Elektrobefischungen zu unterschiedlichen Jahreszeiten (Sommer und Herbst 2019).

Die Einteilung in einzelne Untersuchungsabschnitte erfolgte unter Berücksichtigung der jeweiligen Einleitstelle der Kläranlage Hof sowie der Firma Macher (Tab. 13). Zudem wurde zwischen frei fließenden, gestauten und durch Mindestwasserabfluss beeinflussten Flussabschnitten (Fließstrecke / Stauraum / Mindestwasserstrecke (Göstra)) differenziert. Die Abschnitte UA 3 und UA 8 stellen aufgrund ihrer Lage unmittelbar oberhalb der Firma Macher Kontrollabschnitte dar. Aufgrund der gut vergleichbaren hydromorphologischen Gegebenheiten wurden die unterhalb der Firma Macher liegenden Fließstrecken UA 4 und UA 6 sowie die Stauräume UA 5 und UA 7 in den folgenden Kapiteln als UA 4 + UA 6 und UA 5 + UA 7 zusammengefasst betrachtet und bewertet. In Anhang 11 liegt eine Übersichtskarte des UG mit allen Untersuchungsabschnitten (UA) und Befischungsstrecken vor.

Tab. 13: Einteilung der Untersuchungsabschnitte (UA)

Gewässer	UA	Lage	Nr. der Befischungsstrecken
Sächsische Saale	1	Stauraum oh. der Kläranlage Hof	1, 2
	2	Fließstrecke oh. der Kläranlage Hof	3, 4
	3	Fließstrecke oh. der Firma Macher (Kontrolle)	5, 6, 7
	4	Fließstrecke uh. der Firma Macher	8, 9
	5	Stauraum Fattigsmühle uh. der Firma Macher	10, 11
	8	Fließstrecke bei Joditz (FFH-Gebiet) uh. der Firma Macher	12, 13
	9	Stauraum Lamitzmühle (FFH-Gebiet) uh. der Firma Macher	14
Göstra	10	oh. der Firma Macher (Kontrolle)	16
	11	uh. der Firma Macher (Mindestwasserstrecke)	15

Erläuterungen:

oh.	oberhalb
uh.	unterhalb

Es wird darauf verwiesen, dass die durchgeführten Elektrobefischungen eine semiquantitative Erhebung der Fischfauna darstellen. Die Fanganteile der Elektrofischerei entsprechen dabei nicht immer den tatsächlichen Fisch-Bestandsanteilen. Einige Fischarten und -größen werden unter-, andere überrepräsentiert von der Elektrofischerei erfasst. Diese Selektivität kommt vor allem in Bereichen mit größeren Wassertiefen bzw. in uferfernen Bereichen zum Tragen ist jedoch bekannt und muss bei Interpretation der Daten entsprechend berücksichtigt werden.

Die Biomassen der gefangenen Fische wurden mit Hilfe der gemessenen Längen und aus der Literatur bekannten artspezifischen Längen-Gewichtsrelationen durch eine bürointerne Software berechnet. Sie stellen somit eine Näherung dar. Das tatsächliche Gewicht der Fische kann, insbesondere zur Laichzeit der jeweiligen Art, davon abweichen. Die Zuordnung, ob es sich bei einem gefangenen Fisch um ein Individuum des 0⁺-Jahrgangs, um einen älteren Jungfisch oder um ein Adulttier handelt, wird durch dieselbe Software abhängig von Körperlänge und Fangzeitpunkt automatisiert vorgenommen.

5.12 Fotodokumentation

Alle Geländearbeiten inklusive der methodischen Vorgehensweise, die dabei erfassten Strukturen, repräsentative Untersuchungsflächen sowie typische funktionale Lebensraumkomplexe wurden fotografisch dokumentiert (Anhang 13).

Hierzu wurden die Kamera Nikon Coolpix AW120 sowie die Kamerafunktion des GNSS-System ppm10xx-04 verwendet. Die Kamera verfügt über einen GPS-Empfänger sowie einen digitalen Kompass. Somit wurde der Aufnahmestandort und die Blickrichtung für jedes Foto in den EXIF-Header der entsprechenden Bilddatei geschrieben. Die Genauigkeit des Aufnahmestandorts beträgt in etwa +/- 10 m (Nikon) bzw. wenige Zentimeter (GNSS-System ppm10xx-04) und wird anschließend noch manuell überprüft und ggf. präzisiert.

6. IST-Zustand

6.1 Abflussverhältnisse in der Sächsischen Saale im Untersuchungszeitraum 2018–2020

Im Untersuchungszeitraum lagen die Abflüsse in der Sächsischen Saale am Pegel Hof in den Sommer- und Herbstmonaten überwiegend knapp oberhalb des langjährigen MNQ. Demgegenüber waren die Abflüsse in den Winter- und Frühjahrsmonaten wesentlich höher mit teils sehr stark ausgeprägten Spitzen.

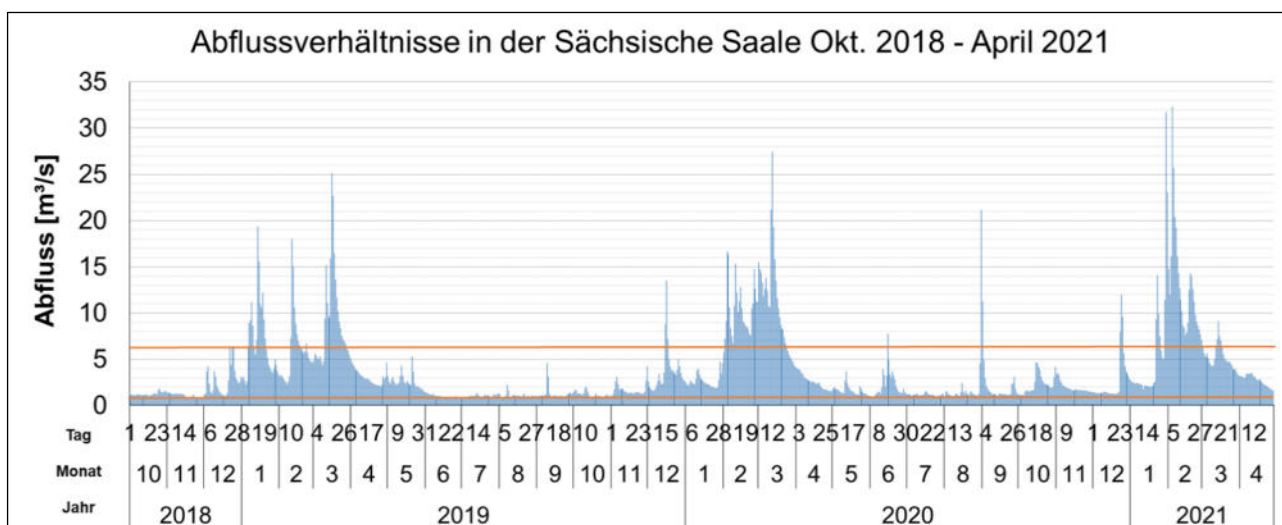


Abb. 16: Abflussverhältnisse in der Sächsischen Saale im Untersuchungszeitraum Okt. 2018 – April 2021 (Datenquelle: LfU Bayern)

6.2 Anforderungen an die unterstützenden, allgemein physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten gemäß OGewV

In Anlage 7 der OGewV (2016) werden Anforderungen bzgl. der sog. allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten festgelegt, die zur Bewertung des biologischen Zustandes unterstützend heranzuziehen sind. Diese Anforderungen an die allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten richten sich nach dem jeweiligen Fließgewässertyp und dessen geogen bedingten, gewässertypspezifischen Hintergrundwerten.

Die Sächsische Saale ist dem Fließgewässertyp 9 „Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse“ zugeordnet, die Göstra dem Fließgewässertyp 5 „Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche“.

Die Anlage 7 der OGewV definiert für diese Gewässertypen spezifische Anforderungen, bei deren Einhaltung der Erhalt / die Wiederherstellung des guten ökologischen Zustands / des guten ökologischen Potenzials gewährleistet sein sollte.

Die nachfolgende Tab. 14 fasst diese Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial für die im Untersuchungsgebiet relevanten Fließgewässertypen zusammen.

Tab. 14: Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial von Fließgewässern. Werte für allgemeine physikalisch-chemische Parameter für die Gewässertypen 9 und 5 (Anlage 7 OGewV)

Parameter	Einheit	statistische Kenngröße	Fließgewässertyp 9 (Sächsische Saale)	Fließgewässertyp 5 (Göstra)
Sauerstoff (O ₂)	mg/l	MIN/a ³	> 7	> 8
Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB ₅) ¹	mg/l	MW/a ⁴	< 3	< 3
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	mg/l	MW/a ⁴	< 7	< 7
Chlorid (Cl ⁻) ²	mg/l	MW/a ⁴	≤ 200	≤ 200
Sulfat (SO ₄ ²⁻) ²	mg/l	MW/a ⁴	≤ 75	≤ 75
pH-Wert	–	MIN/a-MAX/a ^{5,3}	7,0-8,5	6,5-8,5
Eisen (Fe)	mg/l	MW/a ⁴	≤ 0,7	≤ 0,7
Orthophosphat-Phosphor (o-PO ₄ -P)	mg/l	MW/a ⁴	≤ 0,07	≤ 0,07
Gesamt-Phosphor (Gesamt-P)	mg/l	MW/a ⁴	≤ 0,10	≤ 0,10
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	mg/l	MW/a ⁴	≤ 0,1	≤ 0,1
Ammoniak-Stickstoff (NH ₃ -N)	µg/l	MW/a ⁴	≤ 1	≤ 1
Nitrit-Stickstoff (NO ₂ -N)	µg/l	MW/a ⁴	≤ 30	≤ 30

Erläuterung:

¹ BSB₅ ungehemmt

² Die Werte für Sulfat und Chlorid gelten ausschließlich dort, wo höhere Sulfat- und Chloridgehalte anthropogen, z. B. durch Einleitungen, bedingt sind.

³ Minimalwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresminimalwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren

⁴ Mittelwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresmittelwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren

⁵ Maximalwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresmaximalwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren

6.3 Anforderungen an die unterstützende Qualitätskomponente „Temperatur“ gemäß OGewV

In Anlage 7 der OGewV (2016) werden Anforderungen bezüglich der maximalen Temperaturen bzw. Temperaturerhöhungen festgelegt, bei deren Einhaltung der Erhalt / die Wiederherstellung des guten ökologischen Zustands / des guten ökologischen Potenzials für Flusswasserkörper gewährleistet werden sollte. Diese Anforderungen richten sich nach den jeweiligen Ansprüchen der Fischfauna, welche dem FWK zugeordnet ist. In diesem Kontext werden jeweils für die einzelnen Fischgemeinschaften sog. Orientierungswerte für die Maximaltemperaturen getrennt für das Sommerhalbjahr (April bis November) und für das Winterhalbjahr (Dezember bis März) ausgewiesen.

Gleichfalls werden maximale Aufwärmspannen (Bezug Gesamtjahr) für die einzelnen Fischgemeinschaften festgelegt.

Tab. 15: Auszug der Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial von Fließgewässern. Werte für Temperatur und Temperaturerhöhung mit Zuordnung der Fischgemeinschaften zu den Gewässertypen (OGewV)

Anforderungen	Fischgemeinschaft						
	Sa-ER	Sa-MR	Sa-HR	Cyp-R	EP	MP	HP
T _{max} Sommer (April bis November) [°C]	≤ 20	≤ 20	≤ 21,5	≤ 23	≤ 25	≤ 28	≤ 28
Temperaturerhöhung Sommer [Δ T in K]	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 2	≤ 3	≤ 3	≤ 3
T _{max} Winter (Dezember bis März) [°C]	≤ 8	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Temperaturerhöhung Winter [Δ T in K]	≤ 1	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 2	≤ 3	≤ 3	≤ 3

Erläuterung

Sa-ER Salmonidengeprägtes Gewässer des Epirhithrals
Sa-MR Salmonidengeprägtes Gewässer des Metarhithrals
Sa-HR Salmonidengeprägtes Gewässer des Hyporhithrals
Cyp-R Cyprinidengeprägtes Gewässer des Rhithrals

EP Gewässer des Epipotamals
MP Gewässer des Metapotamals
HP Gewässer des Hypopotamals

Der FWK 5_F021 (Sächsische Saale) ist der Fischgemeinschaft des Salmoniden-Hyporhithrals (Sa-HR) zugeordnet (Referenzzönose Nr. 234). Für Salmoniden-geprägte Gewässer des Hyporhithrals gelten folgende Orientierungswerte nach Tab. 15 (grüne Spalte):

- T_{max} Sommer (April bis November) [°C] ≤ 21,5
- Temperaturerhöhung Sommer [Δ T in K] ≤ 1,5
- T_{max} Winter (Dezember bis März) [°C] ≤ 10
- Temperaturerhöhung Winter [Δ T in K] ≤ 1,5

Der FWK 5_F031 (Göstra) ist der Fischgemeinschaft des Salmoniden-Metarhithrals (Sa-MR) zugeordnet (Referenzzönose Nr. 744). Für Salmoniden-geprägte Gewässer des Metarhithrals gelten folgende Orientierungswerte nach Tab. 15 (grüne Spalte):

- T_{max} Sommer (April bis November) [°C] ≤ 20
- Temperaturerhöhung Sommer [Δ T in K] ≤ 1,5
- T_{max} Winter (Dezember bis März) [°C] ≤ 10
- Temperaturerhöhung Winter [Δ T in K] ≤ 1,5

6.4 Thermische und stoffliche Vorbelastungen der Sächsischen Saale

Rund 4 km Fließlänge oberhalb der Firma Macher leitet die Kläranlage Hof mit einer Ausbaugröße von 290.000 Einwohnerwerten (EW) in die Sächsische Saale ein. Weiterhin gibt es Mischwasserentlastungen, z.B. auf der Kläranlage Hof selbst sowie diverse im Stadtgebiet Hof (Krebsbach), an der Nördlichen Regnitz sowie an weiteren kleineren Gewässern, die im Verlauf der Sächsischen

Saale in den gegenständlich betrachtungsrelevanten FWK 5_F021 münden. Rund 5 km Fließlänge unterhalb der Firma Macher leitet die Kläranlage Joditz mit einer Ausbaugröße von 900 EW in die Sächsische Saale ein. Weiter flussabwärts leiten die Kläranlage Isaar (300 EW) sowie die Kläranlage Lamitz (80 EW) indirekt über seitliche Zubringer in die Sächsische Saale ein. Darüber hinaus sind keine weiteren thermischen oder stofflichen Einleiter im Untersuchungsgebiet gemäß Schreiben des LRA Hof vom 01.09.2020 und Schreiben der Stadt Hof vom 07.05.2020 bekannt.

6.5 Stoffkonzentrationen im Vorlauf der Einleitung der Firma Macher

6.5.1 Sächsische Saale oh. der Einleitung der Firma Macher

Die Tab. 16 fasst die Mittelwerte der von Oktober 2018 bis Oktober 2020 im Vorlauf untersuchten Parameter durch die Firma Macher sowie durch das externe Labor zusammen und stellt diese den Anforderungen nach OGewV (2016) gegenüber. Für Stoffe, die nicht nach OGewV geregelt sind, werden Vergleichswerte aus der Literatur herangezogen.

Tab. 16: Stoffkonzentrationen (Mittelwert) mit Anzahl der Messwerte in der Sächsischen Saale im Vorlauf der Firma Macher und Abgleich mit Anforderungen an den guten Zustand nach OGewV sowie mit weiteren Vergleichswerten aus der Literatur (Überschreitung des Orientierungswerts gemäß OGewV orange markiert)

Parameter	Dimen- sion	Untersuchung durch				OGewV (2016) Anlage 7, Anlage 8	Umweltqualitäts- ziele bzw. weitere Vergleichswerte lt. Literatur
		Firma Macher		externes Labor			
		Okt. 2018- Okt. 2020 ¹	Anzahl Messwerte ¹	Okt. 2018- Okt. 2020 ¹	Anzahl Messwerte ¹		
NH ₄ -N	mg/l	0,15 ⁴	739	0,23 ⁴	99	≤ 0,1 (Anlage 7)	-
NO ₂ -N	mg/l	0,03	739	0,04 ⁴	99	≤ 0,03 (Anlage 7)	-
NO ₃ -N	mg/l	6,5	739	6,7	99	11,3 mg/l ⁵ (Anlage 8)	-
P _{ges}	mg/l	0,12 ⁴	738	0,13 ⁴	96	≤ 0,10 (Anlage 7)	-
Sauerstoff	mg/l	n.u.	n.u.	10,2	99	> 7 (Anlage 7)	-
TOC	mg/l	*	*	6,7	97	< 7 (Anlage 7)	-
Chlorid	mg/l	93,3	730	96,8	99	≤ 200 (Anlage 7)	-
Sulfat	mg/l	n.u.	n.u.	45,3	27	≤ 75 (Anlage 7)	-
pH-Wert		7,7	739	7,5	99	7,0–8,5 (Anlage 7)	-
Eisen	mg/l	n.u.	n.u.	0,17	29	≤ 0,7 (Anlage 7)	-
N _{ges}	mg/l	6,7	739	7,0	99	indirekt gere- gelt ³	-
TN _b	mg/l	8,0	99	7,8	99	-	≤ 3 ²
DOC	mg/l	n.u.	n.u.	6,3	28	-	8 ⁶
CSB	mg/l	21,0	738	20,2	99	-	2–22 ⁶
Leitfähig- keit	µS/cm	568	739	582	99	-	100–400 ⁷
AOX	mg/l	n.u.	n.u.	0,011	99	-	≤ 0,025 ²

Parameter	Dimen- sion	Untersuchung durch				OGewV (2016) Anlage 7, Anlage 8	Umweltqualitäts- ziele bzw. weitere Vergleichswerte lt. Literatur
		Firma Macher		externes Labor			
		Okt. 2018- Okt. 2020 ¹	Anzahl Messwerte ¹	Okt. 2018- Okt. 2020 ¹	Anzahl Messwerte ¹		
Säure- Kapazität bis 4,3	mmol/l	n.u.	n.u.	1,3	29	-	≥ 0,3 ⁸
Calcium	mg/l	n.u.	n.u.	36,8	28	-	≤ 50 ⁶
Magne- sium	mg/l	n.u.	n.u.	10,4	29	-	0,5–50 ⁶ ≤ 20 ⁹
Natrium	mg/l	n.u.	n.u.	53,7	28	-	40 ⁶ ≤ 10 ⁶
Kalium	mg/l	n.u.	n.u.	11,8	29	-	6,5 ⁶ 5–20 ⁹
Mangan	mg/l	n.u.	n.u.	0,049	29	-	≤ 0,1 ⁶

Erläuterungen:

- ¹ Datenquelle: Mittelwert aus dem Untersuchungsprogramm ARA und Oberflächengewässer der Firma Macher sowie des externen Labors im Zeitraum Okt. 2018 – Okt. 2020, weitere Angaben und Auswertungen zu den Daten finden sich in Anhang 1
- ² Güteklasse II nach Gewässergüteklassifikation LAWA 1998
- ³ N_{ges} umfasst die Summe der anorganischen Stickstoffverbindungen NH₄-N, NO₂-N und NO₃-N, diese Stoffe sind jeweils in der OGewV geregelt
- ⁴ unterstützende Anforderung an den guten Zustand nach Anlage 7 OGewV gilt als überschritten, wenn der Mittelwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresmittelwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren über dem Wert der Anlage 7 liegt
- ⁵ UQN der Anlage 8 OGewV umgerechnet von Nitrat zu Nitrat-Stickstoff
- ⁶ Schneider et al. (2003): Leitbildorientierte physikalisch-chemische Gewässerbewertung – Referenzbedingungen und Qualitätsziele
- ⁷ Pottgiesser (2018): Die deutsche Fließgewässertypologie – Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der Fließgewässertypen
- ⁸ BRAUKMANN & BISS (2004): Conceptual study- An improved method to assess acidification in German streams by using benthic macroinvertebrates
- ⁹ RUNDER TISCH (2010): Wertebereich für Lebensbedingungen naturnaher Lebensgemeinschaften für die Werra und die Weser
- n.u. nicht untersucht
- * sporadisch untersucht, Messergebnisse nicht belastbar – vgl. Anhang 1

6.5.1.1 Nach OGewV geregelte Stoffe

Bei Ammonium-Stickstoff¹² (NH₄-N) und Phosphor_{gesamt} (P_{ges}) lagen die Konzentrationen im Mittel während des 2-jährigen Untersuchungsprogrammes sowohl bei den Erhebungen durch die Firma Macher als auch durch das externe Labor über den Anforderungen nach OGewV an den guten Zustand.

Bei Nitrit-Stickstoff¹³ (NO₂-N) ergibt nur der Datensatz des externen Labors eine Überschreitung der Anforderung an den guten Zustand.

Bei Nitrat-Stickstoff (NO₃-N), Sauerstoff, TOC, Chlorid, Sulfat, dem pH-Wert sowie Eisen lagen die Messwerte im Mittel jeweils innerhalb der Anforderungen an den guten Zustand nach OGewV.

¹² Im Datensatz der Firma Macher sind Messwerte unter der Bestimmungsgrenze (<BG) als 0,0 in die Mittelwertbildung eingeflossen – betrifft bei Ammonium-Stickstoff 7 von 739 Messwerten. Im Datensatz des externen Labors wurden Messwerte unter der Nachweisgrenze (<NWG) mit 0,5*NWG berücksichtigt – betrifft bei Ammonium-Stickstoff 37 von 99 Messwerten. Die Nachweisgrenze beträgt 0,050 mg/l. Messwerte <BG wurden mit 0,5*BG berücksichtigt – betrifft bei Ammonium-Stickstoff 19 von 99 Messwerten. Die Bestimmungsgrenze beträgt 0,1 mg/l.

¹³ Im Datensatz der Firma Macher sind Messwerte unter der Bestimmungsgrenze (<BG) als 0,0 in die Mittelwertbildung eingeflossen – betrifft bei Nitrit-Stickstoff 9 von 739 Messwerten. Im Datensatz des externen Labors wurden Messwerte <BG mit 0,5*BG berücksichtigt – betrifft bei Nitrit-Stickstoff 29 von 99 Messwerten. Die Bestimmungsgrenze beträgt 0,02 mg/l. Konzentrationen <NWG wurden im Untersuchungszeitraum durch das externe Labor nicht erfasst.

6.5.1.2 Ungeregelte Stoffe

TN_b

Der TN_b ist die Summe aus organisch gebundenem und anorganischem Stickstoff (Gesamt-Stickstoff). SCHNEIDER ET AL. (2003) haben in Referenzgewässern (gering anthropogen beeinflusst) Gesamt-Stickstoffkonzentrationen ≤ 3 mg/l ermittelt. Konzentrationen an Gesamt-Stickstoff von ≤ 3 mg/l werden in der Gewässergüteklassifikation nach der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 1998) der Güteklasse II zugeordnet. Die in der Sächsischen Saale erfassten mittleren Konzentrationen zwischen 7,8 und 8,0 mg/l entsprechen in dieser Klassifikation der Güteklasse III. Nitrat-Stickstoff macht hierbei den Großteil des TN_b in der Sächsischen Saale im Vorlauf der Firma Macher aus.

DOC

Der DOC – gelöster, organisch gebundener Kohlenstoff – bildet gemeinsam mit dem partikulären gebundenen Kohlenstoff den TOC. Hintergrundsubstanzen des TOC und DOC sind Humifizierungs- und Stoffwechselprodukte von Pflanzen und Mikroorganismen, z.B. Humin- und Fulvinsäuren, Polysaccharide wie Lignin und Stärke sowie Aminosäuren, Proteine und Proteide. Natürliche Fließgewässer mit Quellgebieten in Hochgebirgen (z.B. Altrhein), die massiv durch Schneeschmelze in Hochgebirgen gespeist werden, enthalten deutlich weniger DOC biogener Herkunft (≤ 2 mg/l) als solche mit Quellgebieten in Hochmooren (Saale Fichtelgebirge) mit DOC Gehalten bis 8 mg/l (SCHNEIDER ET AL. 2003). Die in der Sächsischen Saale gemessenen Konzentrationen an DOC im Vorlauf der Firma Macher waren im Mittel mit 6,3 mg/l geringer als 8 mg/l.

CSB

Der CSB ist ein Summenparameter für schwer abbaubare, organische Kohlenstoffverbindungen. SCHNEIDER ET AL. (2003) haben in Referenzgewässern in silikatisch geprägten Fließgewässerlandschaften CSB-Konzentrationen von 8,1 mg/l bis 15,9 mg/l ermittelt. Ein signifikanter Trend hinsichtlich der Lithologie der Einzugsgebiete konnte hierbei nicht festgestellt werden, sodass sich der Gesamtkorridor für CSB-Konzentrationen anthropogen wenig beeinflusster Oberflächengewässer zwischen 2 und 22 mg/l bewegt (SCHNEIDER ET AL. 2003). Die mittleren CSB-Konzentrationen in der Sächsischen Saale zwischen 20 und 21 mg/l liegen im oberen Bereich der genannten Spanne für anthropogen wenig beeinflusste Oberflächengewässer.

Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit dient der summarischen Erfassung im Wasser gelöster Kat- und Anionen (hauptsächlich: Natrium, Calcium, Magnesium, Chloride, Sulfate, Hydrogencarbonate und Nitrate). Die elektrische Leitfähigkeit eines Gewässers wird maßgeblich vom Umgebungsgestein und dessen Mineralisationsfähigkeit mitbestimmt. Silikatisch geprägte Gewässerlandschaften wie im Fall der Sächsischen Saale weisen eine schwache bis mittlere Mineralisation auf. POTTGIESSER (2018) gibt für den Fließgewässertyp 9, dem die Sächsische Saale zugeordnet ist, Referenzwerte für die elektrische Leitfähigkeit von 100–400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ an. Die gemessene Leitfähigkeit in der Sächsischen Saale lag im Mittel mit Werten von 568 und 582 $\mu\text{S}/\text{cm}$ über diesen Referenzwerten. Allerdings ist hierbei grundsätzlich auch das Mosaik der Umgebungslithologie zu berücksichtigen, da beispielsweise in karbonatischen Mittelgebirgsgewässern durchaus elektrische Leitfähigkeiten von 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ natürlicherweise gegeben sind (POTTGIESSER 2018). Zudem ist die elektrische Leitfähigkeit von vielerlei weiteren Einflüssen abhängig wie beispielsweise biogenen Mineralisationsvorgängen in den Wäldern im Einzugsgebiet oder Deposition bzw. Auswaschung von Luftschadstoffen/Stäuben in die Gewässer (LANDESAMT FÜR UMWELT RHEINLAND-PFALZ 2018).

AOX

Die AOX – adsorbierbare organisch gebundene Halogene – umfassen organische Halogen-Verbindungen sowohl anthropogenen als auch natürlichen Ursprungs. Natürliche Hintergrundbelastungen an AOX in anthropogen unbeeinflussten Gewässern werden in der Literatur mit Werten von 5 bis 10 µg/l (SCHNEIDER ET AL. 2003) und 15 µg/l (HOCKSTRA, DE LEER 1992 zitiert in MÖBIUS 2019) angegeben. Die natürliche Hintergrundbelastung setzt sich primär aus halogenierten Huminstoffen zusammen (FOKUHL 1999). Die Vorlaufkonzentrationen an AOX in der Sächsischen Saale von durchschnittlich 0,011 mg/l (entspr. 11 µg/l) entsprechen der Güteklasse II nach LAWA (1998).

Säurekapazität bis pH 4,3

Die Säurekapazität gibt an, wieviel Säure ein Wasser bis zum Erreichen eines bestimmten pH-Wertes aufnehmen kann und beschreibt damit die Pufferkapazität eines Wassers. Maßgeblich wird die Säurekapazität durch die im Wasser gelösten Hydrogenkarbonate von Calcium, Magnesium und Natrium bestimmt. Die Säurekapazität ist in der OGewV in Anlage 3 als unterstützende chemisch-physikalische Qualitätskomponente bei versauerungsgefährdeten Gewässern aufgeführt. Die OGewV definiert aber keine Anforderungen/Orientierungswerte für die Säurekapazität. In den Säurezustandsklassen¹⁴ nach BRAUKMANN & BISS (2004) werden Oberflächengewässer, deren pH-Wert überwiegend höher als 7,0 ist und deren mittlere Säurekapazität zwischen 0,5 mmol/l und 0,3 mmol/l liegt, dem Klassentyp 1 „durchgehend neutral, nicht versauert“ zugeordnet. Als „kritisch versauert“ werden in diesem Klassifizierungssystem Gewässer mit Säurekapazitäten zwischen 0,1 und 0,2 mmol/l angesprochen, als „extrem sauer“ mit Säurekapazitäten <0,1 mmol. Die in der Sächsischen Saale gemessenen Säurekapazitäten mit durchschnittlich 1,3 mmol/l liegen um ein Vielfaches über diesen kritischen Werten. Eine Versauerungsgefährdung lässt sich auf Basis dieser Messwerte ausschließen.

Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium

Die Alkali- und Erdalkaliionen Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium bilden die Gruppe der Hauptkationen in Fließgewässern. Aufgrund ihrer dominierenden Konzentration können sie den Chemismus der Gewässer und die Lebensbedingungen der Wasserorganismen maßgeblich beeinflussen (SCHNEIDER ET AL. 2003). Die Konzentrationen an Calcium, Magnesium und Kalium geben neben dem pH-Wert Hinweise zum Versauerungszustand eines Gewässers. Höhere Calcium- und Magnesium-Konzentrationen deuten darauf hin, dass sich das Wasser noch im neutralen Bereich des Kohlensäure-Carbonat-Puffers befindet. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass durch Versauerungsprozesse auch Calcium freigesetzt wird (UNIVERSITÄT BAYREUTH ohne Datum).

Calcium

Die Calcium-Konzentration in Oberflächengewässern wird maßgeblich bestimmt von der jeweiligen Umgebungslithologie. Der Fließgewässertyp 9, dem die Sächsische Saale zugeordnet ist, ist verbreitet in Gewässerlandschaften aus Schiefer, Buntsandstein, Gneis und Granit sowie in Vulkangebieten (POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER 2008). SCHNEIDER ET AL. (2003) geben für Oberflächengewässer in Schiefer und Granit Calcium-Konzentrationen zwischen > 20 mg/l und ≤ 50 mg/l an, für Oberflächengewässer in Buntsandstein und Gneis < 20 mg/l. Die erfasste Calcium-Konzentration in der Sächsischen Saale von rd. 37 mg/l liegt damit bezogen auf die vorgenannten Quellen im Bereich der natürlichen Hintergrundkonzentration.

¹⁴ Die Berechnung des Moduls Versauerung für die QK Makrozoobenthos basiert auf diesen Säurezustandsklassen

Magnesium

Nach SCHNEIDER ET AL. (2003) liegt der durchschnittliche Gehalt an Magnesium in Süßwässern bei 4 mg/l und kann zwischen 0,5 und 50 mg/l schwanken. Bezogen auf die typspezifischen Verhältnisse der Werra¹⁵ und Weser definiert der RUNDE TISCH GEWÄSSERSCHUTZ WERRA/WESER (2010) Magnesium-Konzentrationen ≤ 20 mg/l als natürliche Hintergrundwerte. Die in der Sächsischen Saale gemessenen Magnesiumkonzentrationen von durchschnittlich 10 mg/l liegen damit bezogen auf die vorgenannten Quellen im Bereich der natürlichen Hintergrundkonzentration.

Natrium

Natriumkonzentrationen in Fließgewässern können zwischen 0,1 und 1.500 mg/l liegen (Mittelwert etwa 40 mg/l), wobei die höheren Konzentrationen in der Regel auf anthropogene Beeinflussung zurückzuführen sind (MERKEL&SPERLING 1996 zitiert in SCHNEIDER ET AL. 2003). Die mittlere Natriumkonzentration in der Sächsischen Saale von 54 mg/l liegt damit noch vergleichsweise im Bereich des Mittelwertes von 40 mg/l nach SCHNEIDER ET AL. (2003). BREHM & MEIJERING (1990) geben als natürlichen Hintergrund Natriumkonzentrationen zwischen 1–20 mg/l an. Der Fließgewässertyp 9, dem die Sächsische Saale zugeordnet ist, ist verbreitet in Gewässerlandschaften aus Schiefer, Buntsandstein, Gneis, Granit sowie in Vulkangebieten (POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER 2008). SCHNEIDER ET AL. (2003) geben für Oberflächengewässer in Schiefer und Granit Natrium-Konzentrationen zwischen < 5 mg/l und ≤ 10 mg/l an, für Oberflächengewässer in Buntsandstein und Gneis ≤ 5 mg/l. Die erfasste Natrium-Konzentration in der Sächsischen Saale liegen damit bezogen auf die beiden vorgenannten Quellen bereits im Vorlauf über der natürlichen Hintergrundkonzentration.

Kalium

SCHNEIDER ET AL. (2003) geben unter Berufung auf MERKEL&SPERLING (1996) als Mittelwert der Kalium-Konzentration in unbelasteten Flüssen 6,5 mg/l an. Bezogen auf die typspezifischen Verhältnisse der Werra¹⁶ und Weser definiert der RUNDE TISCH GEWÄSSERSCHUTZ WERRA/WESER (2010) Kalium-Konzentrationen von 5 bis 20 mg/l als Verhältnisse, in denen eine Salzbelastung zwar vorhanden ist, der ökologisch gute Zustand jedoch sicher erreicht werden kann, während der Konzentrationsbereich von 20 bis 80 mg/l Kalium als Übergangsbereich benannt wird, in dem die Kali-Konzentration zunehmend biologisch wirksam wird – also Einfluss nimmt auf die Artenzusammensetzung der biologischen Qualitätskomponenten. Die in der Sächsischen Saale gemessenen Kalium-Konzentrationen sind höher als die in der Literatur angegebenen Hintergrundkonzentrationen. Die in der Sächsischen Saale gemessene Kalium-Konzentration von 11,8 mg/l liegt damit über der natürlichen Hintergrundkonzentration, aber in einem Bereich, in dem Wirkungen auf die biologischen Qualitätskomponenten ausgeschlossen werden können.

Mangan

Unbeeinflusste Fließgewässer weisen in der Regel Mangan-Konzentrationen von $\leq 0,1$ mg/l auf (MERKEL&SPERLING 1996, zitiert in SCHNEIDER ET AL. 2003). WEDEPOHL (1984) gibt für Flüsse mittlere Durchschnittskonzentrationen an Mangan bis 0,05 mg/l an (SCHNEIDER ET AL. 2003). Die in der Sächsischen Saale gemessene Mangan-Konzentration von durchschnittlich 0,049 mg/l bewegt sich im Bereich der in der Literatur genannten natürlichen Hintergrundkonzentration.

¹⁵ Die Werra ist abschnittsweise dem Fließgewässertyp 9: Silikatische Mittelgebirgsflüsse zugeordnet – analog zur Sächsischen Saale im Untersuchungsgebiet

¹⁶ Die Werra ist abschnittsweise dem Fließgewässertyp 9: Silikatische Mittelgebirgsflüsse zugeordnet – analog zur Sächsischen Saale im Untersuchungsgebiet

6.5.2 Göstra oh. Stausee der Firma Macher

Die Tab. 17 fasst die Mittelwerte der von Oktober 2018 bis Oktober 2020 untersuchten Parameter in der Göstra oberhalb des Aufstaus durch die Firma Macher sowie durch das externe Labor zusammen und stellt diese den Anforderungen nach OGewV (2016) gegenüber. Für Stoffe, die nicht nach OGewV geregelt sind, werden Vergleichswerte aus der Literatur herangezogen.

Tab. 17: Stoffkonzentrationen (Mittelwert) mit Anzahl der Messwerte in der Göstra oberhalb des Stausees der Firma Macher und Abgleich mit Anforderungen an den guten Zustand nach OGewV sowie weiteren Vergleichswerten aus der Literatur

Parameter	Dimen- sion	Untersuchung durch				OGewV (2016) Anlage 7, Anlage 8	Umweltqualitäts- ziele bzw. weitere Vergleichswerte lt. Literatur
		Firma Macher		externes Labor			
		Okt. 2018- Okt. 2020 ¹	Anzahl Messwerte ¹	Okt. 2018- Okt. 2020 ¹	Anzahl Messwerte ¹		
NH ₄ -N	mg/l	0,05	103	0,05	99	≤ 0,1 (Anlage 7)	-
NO ₂ -N	mg/l	0,01	103	0,02	99	≤ 0,03 (Anlage 7)	-
NO ₃ -N	mg/l	6,1	103	5,7	99	11,3 mg/l ⁵ (Anlage 8)	-
P _{ges}	mg/l	0,05	103	0,08	99	≤ 0,10 (Anlage 7)	-
Sauerstoff	mg/l	n.u.	n.u.	11,1	99	> 8 (Anlage 7)	-
TOC	mg/l	*	*	3,7	97	< 7 (Anlage 7)	-
Chlorid	mg/l	91,8	102	97,1	99	≤ 200 (Anlage 7)	-
Sulfat	mg/l	n.u.	n.u.	37,8	27	≤ 75 (Anlage 7)	-
pH-Wert		7,8	103	7,8	99	6,5–8,5 (Anlage 7)	-
Eisen	mg/l	n.u.	n.u.	0,11	29	≤ 0,7 (Anlage 7)	-
N _{ges}	mg/l	6,1	103	5,8	99	indirekt geregelt ³	-
TN _b	mg/l	6,8	89	6,9	99	-	≤ 3 ²
DOC	mg/l	n.u.	n.u.	3,2	29	-	8 ⁶
CSB	mg/l	12,7	103	9,6	99	-	2–22 ⁶
Leitfähigkeit	µS/cm	563	103	570	99	-	50–300 ⁷
AOX	mg/l	n.u.	n.u.	0,013	99	-	≤ 0,025 ²
Säure- Kapazität bis 4,3	mmol/l	n.u.	n.u.	1,5	29	-	≥ 0,3 ⁸
Calcium	mg/l	n.u.	n.u.	45,7	28	-	≤ 50 ⁶
Magnesium	mg/l	n.u.	n.u.	13,5	29	-	0,5-50 ⁶ ≤ 20 ⁹
Natrium	mg/l	n.u.	n.u.	42,3	28	-	40 ⁶ ≤ 10 ⁶
Kalium	mg/l	n.u.	n.u.	2,2	29	-	6,5 ⁶ ≤ 5 ⁹
Mangan	mg/l	n.u.	n.u.	0,029	29	-	≤ 0,1 ⁶

Erläuterungen:

¹ Datenquelle: Mittelwert aus dem Untersuchungsprogramm ARA und Oberflächengewässer der Firma Macher sowie des externen Labors im Zeitraum Okt. 2018 – Okt. 2020, weitere Angaben und Auswertungen zu den Daten finden sich in Anhang 1

- ² Güteklasse II nach Gewässergüteklassifikation LAWA 1998
- ³ N_{ges} umfasst die Summe der anorganischen Stickstoffverbindungen NH₄-N, NO₂-N und NO₃-N, diese Stoffe sind jeweils in der OGewV geregelt
- ⁴ unterstützende Anforderung an den guten Zustand nach Anlage 7 OGewV gilt als überschritten, wenn der Mittelwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresmittelwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren über dem Wert der Anlage 7 liegt
- ⁵ UQN der Anlage 8 OGewV umgerechnet von Nitrat zu Nitrat-Stickstoff
- ⁶ Schneider et al. (2003): Leitbildorientierte physikalisch-chemische Gewässerbewertung – Referenzbedingungen und Qualitätsziele
- ⁷ Pottgiesser (2018): Die deutsche Fließgewässertypologie – Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der Fließgewässertypen
- ⁸ BRAUKMANN & BISS (2004): Conceptual study- An improved method to assess acidification in German streams by using benthic macroinvertebrates
- ⁹ RUNDER TISCH (2010): Wertebereich für Lebensbedingungen naturnaher Lebensgemeinschaften für die Werra und die Weser
- n.u. nicht untersucht
- * sporadisch untersucht, Messergebnisse nicht belastbar – vgl. Anhang 1

6.5.2.1 Nach OGewV geregelte Stoffe

Bei allen nach OGewV geregelten Stoffen/Parametern wurden die Anforderungen an den guten Zustand nach Anlage 7 im Untersuchungszeitraum sowohl im Datensatz der Firma Macher als auch im Datensatz des externen Labors eingehalten.

6.5.2.2 Ungeregelte Stoffe

TN_b

Der TN_b ist die Summe aus organisch gebundenem und anorganischem Stickstoff (Gesamt-Stickstoff). SCHNEIDER ET AL. (2003) haben in Referenzgewässern (gering anthropogen beeinflusst) Gesamt-Stickstoffkonzentrationen ≤ 3 mg/l ermittelt. Konzentrationen an Gesamt-Stickstoff von ≤ 3 mg/l werden in der Gewässergüteklassifikation nach LAWA (1998) der Güteklasse II zugeordnet. Die in der Göstra erfassten mittleren Konzentrationen mit 6,8 und 6,9 mg/l entsprechen in dieser Klassifikation überwiegend der Güteklasse III. Nitrat-Stickstoff macht hierbei den Großteil des TN_b in der Göstra oberhalb der Firma Macher aus.

DOC

Der DOC – gelöster, organisch gebundener Kohlenstoff – bildet gemeinsam mit dem partikulären gebundenen Kohlenstoff den TOC (siehe oben). Hintergrundsubstanzen des TOC und DOC sind Humifizierungs- und Stoffwechselprodukte von Pflanzen und Mikroorganismen, z. B. Humin- und Fulvinsäuren, Polysaccharide wie Lignin und Stärke sowie Aminosäuren, Proteine und Proteide. Natürliche Fließgewässer mit Quellgebieten in Hochgebirgen (z.B. Altrhein), die massiv durch Schneeschmelze in Hochgebirgen gespeist werden, enthalten deutlich weniger DOC biogener Herkunft (≤ 2 mg/l) als solche mit Quellgebieten in Hochmooren (Saale Fichtelgebirge) mit DOC Gehalten bis 8 mg/l (SCHNEIDER ET AL. 2003). Die Konzentrationen an DOC von 3 mg/l in der Göstra oberhalb der Firma Macher bewegen sich damit im Bereich der (geringen) natürlichen Hintergrundkonzentration.

CSB

Der CSB ist ein Summenparameter für schwer abbaubare, organische Kohlenstoffverbindungen. SCHNEIDER ET AL. (2003) haben in Referenzgewässern in silikatisch geprägten Fließgewässerlandschaften CSB-Konzentrationen von 8,1 mg/l bis 15,9 mg/l ermittelt. Ein signifikanter Trend hinsichtlich der Lithologie der Einzugsgebiete konnte hierbei nicht festgestellt werden, sodass sich der Ge-

samtkorridor für CSB-Konzentrationen anthropogen wenig beeinflusster Oberflächengewässer zwischen 2 und 22 mg/l bewegt. Die mittleren CSB-Konzentrationen in der Göstra mit 10 und 13 mg/l liegen im mittleren Bereich der genannten Spanne für anthropogen wenig beeinflusste Oberflächengewässer.

Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit dient der summarischen Erfassung im Wasser gelöster Kat- und Anionen (hauptsächlich: Natrium, Calcium, Magnesium, Chloride, Sulfate, Hydrogencarbonate und Nitrate). Die elektrische Leitfähigkeit eines Gewässers wird maßgeblich vom Umgebungsgestein und dessen Mineralisationsfähigkeit mitbestimmt. Silikatisch geprägte Gewässerlandschaften wie im Fall der Sächsischen Saale weisen eine schwache bis mittlere Mineralisation auf. POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER (2008) geben für den Fließgewässertyp 5, dem die Göstra zugeordnet ist, Referenzwerte für die elektrische Leitfähigkeit von 50-300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ an. Die gemessene Leitfähigkeit in der Göstra lag im Mittel bei 563 und 571 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und damit über diesen Referenzwerten. Allerdings ist hierbei grundsätzlich auch das Mosaik der Umgebungslithologie zu berücksichtigen, da beispielsweise in karbonatischen Mittelgebirgsgewässern durchaus elektrische Leitfähigkeiten von 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ natürlicherweise gegeben sind (POTTGIESSER 2018). Zudem ist die elektrische Leitfähigkeit von vielerlei weiteren Einflüssen abhängig wie beispielsweise biogenen Mineralisationsvorgängen in den Wäldern im Einzugsgebiet oder Deposition bzw. Auswaschung von Luftschadstoffen/Stäuben in die Gewässer (LANDESAMT FÜR UMWELT RHEINLAND-PFALZ 2018).

AOX

Die AOX – adsorbierbare organisch gebundene Halogene – umfassen organische Halogen-Verbindungen sowohl anthropogenen als auch natürlichen Ursprungs. Natürliche Hintergrundbelastungen an AOX in anthropogen unbeeinflussten Gewässern werden in der Literatur mit Werten von 5 bis 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ (SCHNEIDER ET AL. 2003) und 15 $\mu\text{g}/\text{l}$ (HOCKSTRA, DE LEER 1992 zitiert in MÖBIUS 2019) angegeben. Die natürliche Hintergrundbelastung setzt sich primär aus halogenierten Huminstoffen zusammen (FOKUHL 1999). Die Vorlaufkonzentrationen an AOX in der Göstra von durchschnittlich 0,013 mg/l (13 $\mu\text{g}/\text{l}$) entsprechen der Güteklasse II nach LAWA (1998).

Säurekapazität bis pH 4,3

Die Säurekapazität gibt an, wieviel Säure ein Wasser bis zum Erreichen eines bestimmten pH-Wertes aufnehmen kann und beschreibt damit die Pufferkapazität eines Wassers. Maßgeblich wird die Säurekapazität durch die im Wasser gelösten Hydrogenkarbonate von Calcium, Magnesium und Natrium bestimmt. Die Säurekapazität ist in der OGewV in Anlage 3 als unterstützende chemisch-physikalische Qualitätskomponente bei versauerungsgefährdeten Gewässern aufgeführt. Die OGewV definiert aber keine Anforderungen/Orientierungswerte für die Säurekapazität. In den Säurezustandsklassen¹⁷ nach BRAUKMANN & BISS (2004) werden Oberflächengewässer, deren pH-Wert überwiegend höher als 7,0 ist und deren mittlere Säurekapazität zwischen 0,5 mmol/l und 0,3 mmol/l liegt, dem Klassentyp 1 „durchgehend neutral, nicht versauert“ zugeordnet. Als „kritisch versauert“ werden in diesem Klassifizierungssystem Gewässer mit Säurekapazitäten zwischen 0,1 und 0,2 mmol/l angesprochen. Die in der Göstra gemessenen Säurekapazitäten mit 1,46 mmol/l liegen um ein Vielfaches über diesen kritischen Werten. Eine Versauerungsgefährdung lässt sich auf Basis dieser Messwerte ausschließen.

¹⁷ Die Berechnung des Moduls Versauerung für die QK Makrozoobenthos basiert auf diesen Säurezustandsklassen

Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium

Die Alkali- und Erdalkaliionen Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium bilden die Gruppe der Hauptkationen in Fließgewässern. Aufgrund ihrer dominierenden Konzentration können sie den Chemismus der Gewässer und die Lebensbedingungen der Wasserorganismen maßgeblich beeinflussen (SCHNEIDER ET AL. 2003). Die Konzentrationen an Calcium, Magnesium und Kalium geben neben dem pH-Wert Hinweise zum Versauerungszustand eines Gewässers. Höhere Calcium- und Magnesium-Konzentrationen deuten darauf hin, dass sich das Wasser noch im neutralen Bereich des Kohlensäure-Carbonat-Puffers befindet. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass durch Versauerungsprozesse auch Calcium freigesetzt wird (UNIVERSITÄT BAYREUTH ohne Datum).

Calcium

Die Calcium-Konzentration in Oberflächengewässern wird maßgeblich bestimmt von der jeweiligen Umgebungslithologie. Der Fließgewässertyp 5, dem die Göstra zugeordnet ist, ist verbreitet in Gewässerlandschaften aus Schiefer, Gneis, Granit sowie in Vulkangebieten (POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER 2008). SCHNEIDER ET AL. (2003) geben für Oberflächengewässer in Schiefer und Granit Calcium-Konzentrationen zwischen $> 20 \text{ mg/l}$ und $\leq 50 \text{ mg/l}$ an, für Oberflächengewässer in Gneis $< 20 \text{ mg/l}$. Die erfasste durchschnittliche Calcium-Konzentration in der Göstra von 46 mg/l liegt damit bezogen auf die vorgenannten Quellen im Bereich der natürlichen Hintergrundkonzentration.

Magnesium

Nach SCHNEIDER ET AL. (2003) liegt der durchschnittliche Gehalt an Magnesium in Süßwässern bei 4 mg/l und kann zwischen $0,5$ und 50 mg/l schwanken. Bezogen auf die typspezifischen Verhältnisse der Werra¹⁸ und Weser definiert der RUNDE TISCH GEWÄSSERSCHUTZ WERRA/WESER (2010) Magnesium-Konzentrationen $\leq 20 \text{ mg/l}$ als natürliche Hintergrundwerte. Die in der Göstra gemessene mittlere Magnesiumkonzentration von 14 mg/l liegt damit bezogen auf die vorgenannten Quellen im Bereich der natürlichen Hintergrundkonzentration.

Natrium

Natriumkonzentrationen in Fließgewässern können zwischen $0,1$ und 1.500 mg/l liegen (Mittelwert etwa 40 mg/l), wobei die höheren Konzentrationen in der Regel auf anthropogene Beeinflussung zurückzuführen sind (SCHNEIDER ET AL. 2003). Die mittlere Natrium-Konzentration in der Göstra von 42 mg/l bewegt sich damit im Bereich des Mittelwertes in Fließgewässern nach SCHNEIDER ET AL. (2003). BREHM & MEIJERING (1990) geben als natürlichen Hintergrund Natriumkonzentrationen zwischen $1 - 20 \text{ mg/l}$ an. Der Fließgewässertyp 5, dem die Göstra zugeordnet ist, ist verbreitet in Gewässerlandschaften aus Schiefer, Gneis, Granit sowie in Vulkangebieten (POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER 2008). SCHNEIDER ET AL. (2003) geben für Oberflächengewässer in Schiefer und Granit Natrium-Konzentrationen zwischen $< 5 \text{ mg/l}$ und $\leq 10 \text{ mg/l}$ an, für Oberflächengewässer in Gneis $\leq 5 \text{ mg/l}$. Die erfassten Natrium-Konzentrationen in der Göstra liegen damit bezogen auf die beiden vorgenannten Quellen über der natürlichen Hintergrundkonzentration.

¹⁸ Die Werra ist abschnittsweise dem Fließgewässertyp 9: Silikatische Mittelgebirgsflüsse zugeordnet. Die Göstra ist zwar dem Fließgewässertyp 5 zugeordnet. Dieser bezieht sich aber gleichfalls auf silikatisch geprägte Gewässer und ist bzgl. des Chemismus vergleichbar.

Kalium

SCHNEIDER ET AL. (2003) geben unter Berufung auf MERKEL&SPERLING (1996) als Mittelwert der Kalium-Konzentration in unbelasteten Flüssen 6,5 mg/l an. Bezogen auf die typspezifischen Verhältnisse der Werra¹⁹ und Weser definiert der RUNDE TISCH GEWÄSSERSCHUTZ WERRA/WESER (2010) Kalium-Konzentrationen ≤ 5 mg/l als natürliche Hintergrundwerte. Die in der Göstra gemessene mittlere Kalium-Konzentration von 2,2 mg/l liegt damit im Bereich der natürlichen Hintergrundkonzentration.

Mangan

Unbeeinflusste Fließgewässer weisen in der Regel Mangan-Konzentrationen von $\leq 0,1$ mg/l auf (MERKEL&SPERLING 1996 zitiert in SCHNEIDER ET AL. 2003). WEDEPOHL (1984) gibt für Flüsse mittlere Durchschnittskonzentrationen an Mangan bis 0,05 mg/l an (SCHNEIDER ET AL. 2003). Die in der Göstra gemessene Mangan-Konzentration von durchschnittlich 0,03 mg/l bewegt sich im Bereich der in der Literatur genannten natürlichen Hintergrundkonzentrationen.

6.5.3 Göstra uh. Stausee der Firma Macher kurz vor Mündung in die Sächsische Saale

Die Tab. 18 fasst die Mittelwerte der von Oktober 2018 bis Oktober 2020 untersuchten Parameter in der Göstra kurz vor Mündung in die Sächsische Saale durch die Firma Macher sowie durch das externe Labor zusammen und stellt diese den Anforderungen nach OGewV (2016) gegenüber. Für Stoffe, die nicht nach OGewV geregelt sind, werden Vergleichswerte aus der Literatur herangezogen.

Tab. 18: Stoffkonzentrationen (Mittelwerte) mit Anzahl der Messwerte in der Göstra unterhalb des Stausees der Firma Macher und Abgleich mit Anforderungen an den guten Zustand nach OGewV sowie weiteren Vergleichswerten aus der Literatur

Parameter	Dimen- sion	Untersuchung durch				OGewV (2016) Anlage 7, Anlage 8	Umweltqualitäts- ziele bzw. weitere Vergleichswerte lt. Literatur
		Firma Macher		externes Labor			
		Okt. 2018- Okt. 2020 ¹	Anzahl Messwerte ¹	Okt. 2018- Okt. 2020 ¹	Anzahl Messwerte ¹		
NH ₄ -N	mg/l	0,06	734	0,07	99	≤ 0,1 (Anlage 7)	-
NO ₂ -N	mg/l	0,03	734	0,03	99	≤ 0,03 (Anlage 7)	-
NO ₃ -N	mg/l	5,7	733	5,1	99	11,3 mg/l ⁵ (Anlage 8)	-
P _{ges}	mg/l	0,08	733	0,09	99	≤ 0,10 (Anlage 7)	-
Sauerstoff	mg/l	n.u.	n.u.	10,9	99	> 8 (Anlage 7)	-
TOC	mg/l	n.u.	n.u.	4,4	99	< 7 (Anlage 7)	-
Chlorid	mg/l	102,9	725	105,0	99	≤ 200 (Anlage 7)	-
Sulfat	mg/l	n.u.	n.u.	37,4	27	≤ 75 (Anlage 7)	-
pH-Wert		7,9	734	7,9	99	6,5–8,5 (Anlage 7)	-

¹⁹ Die Werra ist abschnittsweise dem Fließgewässertyp 9: Silikatische Mittelgebirgsflüsse zugeordnet. Die Göstra ist zwar dem Fließgewässertyp 5 zugeordnet. Dieser bezieht sich aber gleichfalls auf silikatisch geprägte Gewässer und ist bzgl. des Chemismus vergleichbar.

Parameter	Dimen- sion	Untersuchung durch				OGewV (2016) Anlage 7, Anlage 8	Umweltqualitäts- ziele bzw. weitere Vergleichswerte lt. Literatur
		Firma Macher		externes Labor			
		Okt. 2018- Okt. 2020 ¹	Anzahl Messwerte ¹	Okt. 2018- Okt. 2020 ¹	Anzahl Messwerte ¹		
Eisen	mg/l	n.u.	n.u.	0,14	29	≤ 0,7 (Anlage 7)	-
N _{ges}	mg/l	5,8	734	5,2	99	indirekt gere- gelt ³	-
TN _b	mg/l	6,5	93	6,5	99	-	≤ 3 ²
DOC	mg/l	n.u.	n.u.	3,9	29	-	8 ⁶
CSB	mg/l	15,9	732	13,1	99	-	2–22 ⁶
Leitfähigkeit	µS/cm	584	734	597	99	-	50–300 ⁷
AOX	mg/l	n.u.	n.u.	0,011	99	-	≤ 0,025 ²
Säure- Kapazität bis 4,3	mmol/l	n.u.	n.u.	1,5	29	-	≥ 0,3 ⁸
Calcium	mg/l	n.u.	n.u.	45,3	28	-	≤ 50 ⁶
Magnesium	mg/l	n.u.	n.u.	13,5	29	-	0,5-50 ⁶ ≤ 20 ⁹
Natrium	mg/l	n.u.	n.u.	49,1	28	-	40 ⁶ ≤ 10 ⁶
Kalium	mg/l	n.u.	n.u.	3,1	29	-	6,5 ⁶ ≤ 5 ⁹
Mangan	mg/l	n.u.	n.u.	0,061	29	-	≤ 0,1 ⁶

Erläuterungen:

- 1 Datenquelle: Mittelwert aus dem Untersuchungsprogramm ARA und Oberflächengewässer der Firma Macher sowie des externen Labors im Zeitraum Okt. 2018 – Okt. 2020, weitere Angaben und Auswertungen zu den Daten finden sich in Anhang 1
- 2 Güteklasse II nach Gewässergüteklassifikation LAWA 1998
- 3 N_{ges} umfasst die Summe der anorganischen Stickstoffverbindungen NH₄-N, NO₂-N und NO₃-N, diese Stoffe sind jeweils in der OGewV geregelt
- 4 unterstützende Anforderung an den guten Zustand nach Anlage 7 OGewV gilt als überschritten, wenn der Mittelwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresmittelwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren über dem Wert der Anlage 7 liegt
- 5 UQN der Anlage 8 OGewV umgerechnet von Nitrat zu Nitrat-Stickstoff
- 6 Schneider et al. (2003): Leitbildorientierte physikalisch-chemische Gewässerbewertung – Referenzbedingungen und Qualitätsziele
- 7 Pottgieser (2018): Die deutsche Fließgewässertypologie – Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der Fließgewässertypen
- 8 BRAUKMANN & BISS (2004): Conceptual study- An improved method to assess acidification in German streams by using benthic macroinvertebrates
- 9 RUNDER TISCH (2010): Wertebereich für Lebensbedingungen naturnaher Lebensgemeinschaften für die Werra und die Weser
- n.u. nicht untersucht
- * sporadisch untersucht, Messergebnisse nicht belastbar – vgl. Anhang 1

6.5.3.1 Nach OGewV geregelte Stoffe

Bei allen nach OGewV geregelten Stoffen/Parameter wurden die Anforderungen an den guten Zustand nach Anlage 7 im Untersuchungszeitraum sowohl im Datensatz der Firma Macher als auch im Datensatz des externen Labors eingehalten.

6.5.3.2 Ungeregelte Stoffe

TN_b

Der TN_b ist die Summe aus organisch gebundenem und anorganischem Stickstoff (Gesamt-Stickstoff). SCHNEIDER ET AL. (2003) haben in Referenzgewässern (gering anthropogen beeinflusst) Gesamt-Stickstoffkonzentrationen ≤ 3 mg/l ermittelt. Konzentrationen an Gesamt-Stickstoff von ≤ 3 mg/l werden in der Gewässergüteklassifikation nach LAWA (1998) der Güteklasse II zugeordnet. Die in der Göstra erfasste mittlere Konzentration von 6,5 mg/l entspricht in dieser Klassifikation überwiegend der Güteklasse III. Nitrat-Stickstoff macht hierbei den Großteil des TN_b in der Göstra kurz vor Mündung in die Sächsische Saale aus.

DOC

Der DOC – gelöster, organisch gebundener Kohlenstoff – bildet gemeinsam mit dem partikulären gebundenen Kohlenstoff den TOC (siehe oben). Hintergrundsubstanzen des TOC und DOC sind Humifizierungs- und Stoffwechselprodukte von Pflanzen und Mikroorganismen, z. B. Humin- und Fulvinsäuren, Polysaccharide wie Lignin und Stärke sowie Aminosäuren, Proteine und Proteide. Natürliche Fließgewässer mit Quellgebieten in Hochgebirgen (z.B. Altrhein), die massiv durch Schneeschmelze in Hochgebirgen gespeist werden, enthalten deutlich weniger DOC biogener Herkunft (≤ 2 mg/l) als solche mit Quellgebieten in Hochmooren (Saale Fichtelgebirge) mit DOC Gehalten bis 8 mg/l (SCHNEIDER ET AL. 2003). Die Konzentrationen an DOC von 3,9 mg/l in der Göstra kurz vor Mündung in die Sächsische Saale bewegen sich damit im Bereich der geringen natürlichen Hintergrundkonzentration.

CSB

Der CSB ist ein Summenparameter für schwer abbaubare, organische Kohlenstoffverbindungen. SCHNEIDER ET AL. (2003) haben in Referenzgewässern in silikatisch geprägten Fließgewässerlandschaften CSB-Konzentrationen von 8,1 mg/l bis 15,9 mg/l ermittelt. Ein signifikanter Trend hinsichtlich der Lithologie der Einzugsgebiete konnte hierbei nicht festgestellt werden, sodass sich der Gesamtkorridor für CSB-Konzentrationen anthropogen wenig beeinflusster Oberflächengewässer zwischen 2 und 22 mg/l bewegt. Die mittleren CSB-Konzentrationen in der Göstra von 16 und 13 mg/l liegen im mittleren Bereich der genannten Spanne für anthropogen wenig beeinflusste Oberflächengewässer.

Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit dient der summarischen Erfassung im Wasser gelöster Kat- und Anionen (hauptsächlich: Natrium, Calcium, Magnesium, Chloride, Sulfate, Hydrogencarbonate und Nitrate). Die elektrische Leitfähigkeit eines Gewässers wird maßgeblich vom Umgebungsgestein und dessen Mineralisationsfähigkeit mitbestimmt. Silikatisch geprägte Gewässerlandschaften wie im Fall der Sächsischen Saale weisen eine schwache bis mittlere Mineralisation auf. POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER (2008) geben für den Fließgewässertyp 5, dem die Göstra zugeordnet ist, Referenzwerte für die elektrische Leitfähigkeit von 50–300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ an. Die gemessene Leitfähigkeit in der Göstra kurz vor Mündung in die Sächsische Saale lag im Jahresmittel bei 584 und 597 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und damit über diesen Referenzwerten. Allerdings ist hierbei grundsätzlich auch das Mosaik der Umgebungslithologie zu berücksichtigen, da beispielsweise in karbonatischen Mittelgebirgsgewässern durchaus elektrische Leitfähigkeiten von 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ natürlicherweise gegeben sind (POTTGIESSER 2018). Zudem ist die elektrische Leitfähigkeit von vielerlei weiteren Einflüssen abhängig wie beispielsweise biogenen Mineralisationsvorgängen in den Wäldern im Einzugsgebiet oder Deposition

bzw. Auswaschung von Luftschadstoffen/Stäuben in die Gewässer (LANDESAMT FÜR UMWELT RHEINLAND-PFALZ 2018).

AOX

Die AOX – adsorbierbare organisch gebundene Halogene – umfassen organische Halogen-Verbindungen sowohl anthropogenen als auch natürlichen Ursprungs. Natürliche Hintergrundbelastungen an AOX in anthropogen unbeeinflussten Gewässern werden in der Literatur mit Werten von 5 bis 10 µg/l (SCHNEIDER ET AL. 2003) und 15 µg/l (HOCKSTRA, DE LEER 1992 zitiert in MÖBIUS 2019) angegeben. Die natürliche Hintergrundbelastung setzt sich primär aus halogenierten Huminstoffen zusammen (FOKUHL 1999). Die Vorlaufkonzentrationen an AOX in der Göstra von durchschnittlich 0,011 mg/l (entspr. 11 µg/l) entspricht der Güteklasse II nach (LAWA 1998).

Säurekapazität bis pH 4,3

Die Säurekapazität gibt an, wieviel Säure ein Wasser bis zum Erreichen eines bestimmten pH-Wertes aufnehmen kann und beschreibt damit die Pufferkapazität eines Wassers. Maßgeblich wird die Säurekapazität durch die im Wasser gelösten Hydrogenkarbonate von Calcium, Magnesium und Natrium bestimmt. Die Säurekapazität ist in der OGewV in Anlage 3 als unterstützende chemisch-physikalische Qualitätskomponente bei versauerungsgefährdeten Gewässern aufgeführt. Die OGewV definiert aber keine Anforderungen/Orientierungswerte für die Säurekapazität. In den Säurezustandsklassen²⁰ nach BRAUKMANN & BISS (2004) werden Oberflächengewässer, deren pH-Wert überwiegend höher als 7,0 ist und deren mittlere Säurekapazität zwischen 0,5 mmol/l und 0,3 mmol/l liegt, dem Klassentyp 1 „durchgehend neutral, nicht versauert“ zugeordnet. Als „kritisch versauert“ werden in diesem Klassifizierungssystem Gewässer mit Säurekapazitäten zwischen 0,1 und 0,2 mmol/l angesprochen. Die in der Göstra gemessene mittlere Säurekapazität von 1,5 mmol/l liegt um ein Vielfaches über diesen kritischen Werten. Eine Versauerungsgefährdung lässt sich auf Basis dieser Messwerte ausschließen.

Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium

Die Alkali- und Erdalkalitionen Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium bilden die Gruppe der Hauptkationen in Fließgewässern. Aufgrund ihrer dominierenden Konzentration können sie den Chemismus der Gewässer und die Lebensbedingungen der Wasserorganismen maßgeblich beeinflussen (SCHNEIDER ET AL. 2003). Die Konzentrationen an Calcium, Magnesium und Kalium geben neben dem pH-Wert Hinweise zum Versauerungszustand eines Gewässers. Höhere Calcium- und Magnesium-Konzentrationen deuten darauf hin, dass sich das Wasser noch im neutralen Bereich des Kohlensäure-Carbonat-Puffers befindet. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass durch Versauerungsprozesse auch Calcium freigesetzt wird (UNIVERSITÄT BAYREUTH ohne Datum).

Calcium

Die Calcium-Konzentration in Oberflächengewässern wird maßgeblich bestimmt von der jeweiligen Umgebungslithologie. Der Fließgewässertyp 5, dem die Göstra zugeordnet ist, ist verbreitet in Gewässerlandschaften aus Schiefer, Gneis, Granit sowie in Vulkangebieten (POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER 2008). SCHNEIDER ET AL. (2003) geben für Oberflächengewässer in Schiefer und Granit Calcium-Konzentrationen zwischen > 20 mg/l und ≤ 50 mg/l an, für Oberflächengewässer in Gneis < 20 mg/l. Die erfasste mittlere Calcium-Konzentration in der Göstra von 45 mg/l liegt damit bezogen auf die vorgenannten Quellen im Bereich der natürlichen Hintergrundkonzentration.

²⁰ Die Berechnung des Moduls Versauerung für die QK Makrozoobenthos basiert auf diesen Säurezustandsklassen

Magnesium

Nach SCHNEIDER ET AL. (2003) liegt der durchschnittliche Gehalt an Magnesium in Süßwässern bei 4 mg/l und kann zwischen 0,5 und 50 mg/l schwanken. Bezogen auf die typspezifischen Verhältnisse der Werra²¹ und Weser definiert der RUNDE TISCH GEWÄSSERSCHUTZ WERRA/WESER (2010) Magnesium-Konzentrationen ≤ 20 mg/l als natürliche Hintergrundwerte. Die in der Göstra gemessene mittlere Magnesiumkonzentration von 13 mg/l liegt damit bezogen auf die vorgenannten Quellen im Bereich der natürlichen Hintergrundkonzentration.

Natrium

Natriumkonzentrationen in Fließgewässern können zwischen 0,1 und 1.500 mg/l liegen (Mittelwert etwa 40 mg/l), wobei die höheren Konzentrationen in der Regel auf anthropogene Beeinflussung zurückzuführen sind (SCHNEIDER ET AL. 2003). Die mittlere Natriumkonzentration in der Göstra von 49 mg/l bewegt sich damit im Bereich des Mittelwertes in Fließgewässern nach SCHNEIDER ET AL. (2003). BREHM & MEIJERING (1990) geben als natürlichen Hintergrund Natriumkonzentrationen zwischen 1–20 mg/l an. Der Fließgewässertyp 5, dem die Göstra zugeordnet ist, ist verbreitet in Gewässerlandschaften aus Schiefer, Gneis, Granit sowie in Vulkangebieten (POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER 2008). SCHNEIDER ET AL. (2003) geben für Oberflächengewässer in Schiefer und Granit Natrium-Konzentrationen zwischen < 5 mg/l und ≤ 10 mg/l an, für Oberflächengewässer in Gneis ≤ 5 mg/l. Die erfassten Natrium-Konzentrationen in der Göstra liegen damit bezogen auf die beiden vorgenannten Quellen über der natürlichen Hintergrundkonzentration.

Kalium

SCHNEIDER ET AL. (2003) geben unter Berufung auf MERKEL&SPERLING (1996) als Mittelwert der Kalium-Konzentration in unbelasteten Flüssen 6,5 mg/l an. Bezogen auf die typspezifischen Verhältnisse der Werra²² und Weser definiert der RUNDE TISCH GEWÄSSERSCHUTZ WERRA/WESER (2010) Kalium-Konzentrationen ≤ 5 mg/l als natürliche Hintergrundwerte. Die mittlere Kalium-Konzentration in der Göstra von 3,1 mg/l liegt damit im Bereich der natürlichen Hintergrundkonzentration.

Mangan

Unbeeinflusste Fließgewässer weisen in der Regel Mangan-Konzentrationen von $\leq 0,1$ mg/l auf (MERKEL&SPERLING 1996 zitiert in SCHNEIDER ET AL. 2003). WEDEPOHL (1984) gibt für Flüsse mittlere Durchschnittskonzentrationen an Mangan bis 0,05 mg/l an (SCHNEIDER ET AL. 2003). Die in der Göstra unterhalb des Stausees gemessene Mangan-Konzentration von durchschnittlich 0,061 mg/l bewegt sich im Bereich der in der Literatur genannten natürlichen Hintergrundkonzentration.

²¹ Die Werra ist abschnittsweise dem Fließgewässertyp 9: Silikatische Mittelgebirgsflüsse zugeordnet. Die Göstra ist zwar dem Fließgewässertyp 5 zugeordnet. Dieser bezieht sich aber gleichfalls auf silikatisch geprägte Gewässer und ist bzgl. des Chemismus vergleichbar.

²² Die Werra ist abschnittsweise dem Fließgewässertyp 9: Silikatische Mittelgebirgsflüsse zugeordnet. Die Göstra ist zwar dem Fließgewässertyp 5 zugeordnet. Dieser bezieht sich aber gleichfalls auf silikatisch geprägte Gewässer und ist bzgl. des Chemismus vergleichbar.

6.5.4 Zusammenfassung

6.5.4.1 Sächsische Saale

- In der Sächsischen Saale im Vorlauf waren die Konzentrationen an Phosphor_{gesamt} und Ammonium-Stickstoff im Mittel höher²³ als die Anforderungen an den guten Zustand nach Anlage 7 OGewV. Bei Nitrit-Stickstoff lagen die Konzentrationen auf Basis der Daten des externen Labors ebenfalls über den Anforderungen nach Anlage 7 OGewV.
- Die erfassten Konzentrationen an Gesamt-Stickstoff (TN_b) in der Sächsischen Saale entsprechen der Gewässergüte III. Nitrat-Stickstoff stellt hierbei die dominierende Fraktion dar.
- Die Vorlaufkonzentrationen an AOX in der Sächsischen Saale von durchschnittlich 0,011 mg/l (entspr. 11 µg/l) entsprechen der Güteklasse II nach LAWA.
- Bei Natrium und Kalium wurden Konzentrationen erfasst, die über den in der Literatur angegebenen natürlichen Hintergrundwerten lagen. Die Konzentrationen bewegen sich aber in einem Bereich, in dem nachteilige Auswirkungen auf die Gewässerökologie ausgeschlossen werden können.
- Die weiteren erfassten Parameter in der Sächsischen Saale bewegten sich im Mittel im Bereich natürlicher Hintergrundkonzentrationen.

6.5.4.2 Göstra oh. Stausee der Firma Macher

- In der Göstra oberhalb des Stausees wurden die Anforderungen an den guten Zustand nach Anlage 7 OGewV bei allen untersuchten Parametern eingehalten.
- Die erfassten Konzentrationen an Gesamt-Stickstoff (TN_b) in der Göstra oberhalb des Stausees entsprechen überwiegend der Gewässergüte III. Nitrat-Stickstoff stellt hierbei die dominierende Fraktion dar.
- Die Vorlaufkonzentrationen an AOX in der Göstra oberhalb des Stausees von durchschnittlich 0,013 mg/l (13 µg/l) entsprechen der Güteklasse II nach LAWA.
- Bei Natrium wurden Konzentrationen erfasst, die über den in der Literatur angegebenen natürlichen Hintergrundwerten lagen. Die Konzentrationen bewegen sich aber in einem Bereich, in dem nachteilige Auswirkungen auf die Gewässerökologie ausgeschlossen werden können.
- Die weiteren erfassten Parameter in der Göstra oberhalb des Stausees bewegten sich im Bereich natürlicher Hintergrundkonzentrationen.

6.5.4.3 Göstra uh. Stausee der Firma Macher kurz vor Mündung in die Sächsische Saale

- In der Göstra unterhalb des Stausees wurden die Anforderungen an den guten Zustand nach Anlage 7 OGewV bei allen untersuchten Parametern eingehalten.
- Die erfassten Konzentrationen an Gesamt-Stickstoff (TN_b) in der Göstra unterhalb des Stausees entsprechen überwiegend der Gewässergüte III. Nitrat-Stickstoff stellt hierbei die dominierende Fraktion dar.

²³ Als Überschreitung im Sinne der OGewV gilt, wenn der Mittelwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresmittelwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren über dem Wert der Anlage 7 liegt.

- Die Vorlaufkonzentrationen an AOX in der Göstra von durchschnittlich 0,011 mg/l (11 µg/l) entsprechen der Güteklasse II nach LAWA.
- Bei Natrium wurden Konzentrationen erfasst, die über den in der Literatur angegebenen natürlichen Hintergrundwerten lagen. Die Konzentrationen bewegen sich aber in einem Bereich, in dem nachteilige Auswirkungen auf die Gewässerökologie ausgeschlossen werden können.
- Die weiteren erfassten Parameter in der Göstra unterhalb des Stausees bewegten sich im Bereich natürlicher Hintergrundkonzentrationen.

6.6 Vorlauftemperaturen in den Jahren 2020–2021

Der Temperaturlogger WWA 1, der vom WWA Hof oberhalb der Firma Macher installiert wurde, lieferte aufgrund eines technischen Defekts keine Daten. Bei den Temperaturaufzeichnungen, die über das WWA Hof erfolgten, fehlen somit die direkten Vorlaufwerte.

Als Vorlauftemperaturen (vom Vorhaben unbeeinflusste Wassertemperaturen) werden somit ausschließlich Daten des Temperatur-Messnetzes, das die Firma Macher in Abstimmung mit dem BNGF einrichten hat lassen, verwendet. Die Vorlauftemperaturen der Sächsischen Saale werden durch den Temperaturlogger MA 1 repräsentiert, der oberhalb der Firma Macher auf Höhe der Wasserentnahmestelle liegt.

6.6.1 Monatsmittelwerte

In Abb. 17 sind die Vorlauftemperaturen der Sächsischen Saale (Temperaturlogger MA 1) von Juli 2020 bis März 2021 als Monatsmittelwerte dargestellt. Die höchste mittlere Vorlauftemperatur wurde mit 18,4 °C im August 2020 gemessen. Im Januar 2021 war die Vorlauftemperatur der Sächsischen Saale mit 2,5 °C im Mittel am niedrigsten.

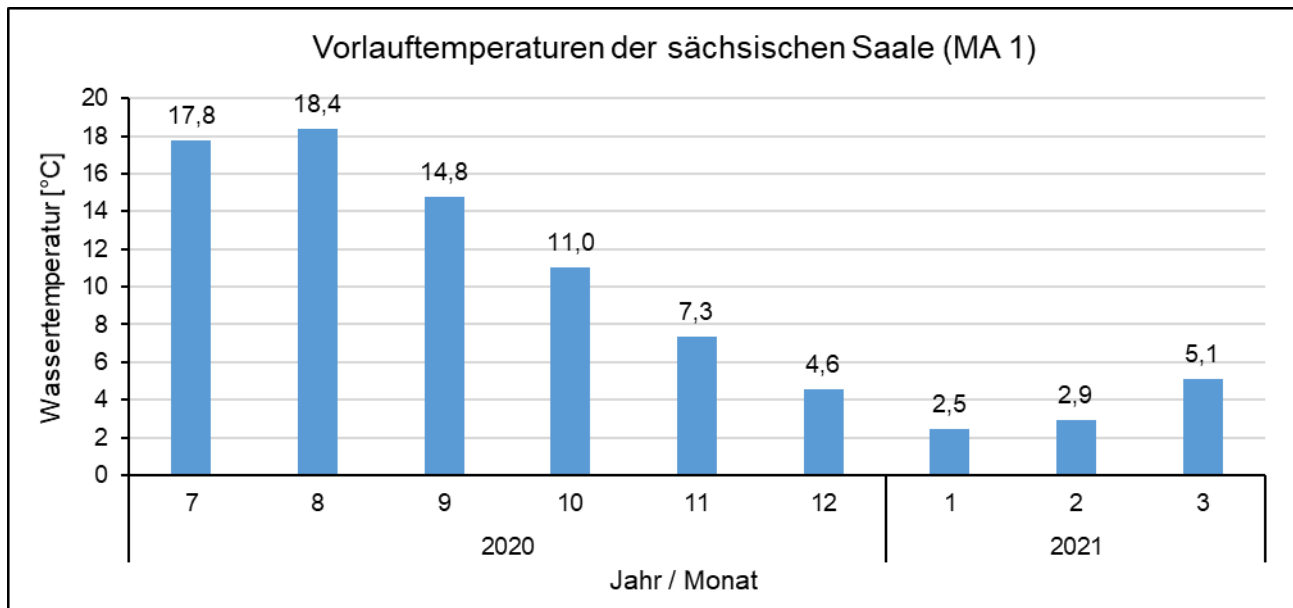


Abb. 17: Am Temperaturlogger MA 1 gemessene Vorlauftemperaturen der Sächsischen Saale (Juli 2020 bis März 2021, dargestellt als Monatsmittelwerte)

6.6.2 Hochsommerliche Maximaltemperaturen

Abb. 18 zeigt die am Temperaturlogger MA 1 gemessenen hochsommerlichen Maximaltemperaturen im August 2020 im gleitenden-6h-Mittel²⁴. Die maximal gemessene Vorlauftemperatur im gleitenden-6h-Mittel wurde mit 22,21 °C am 10.08. ermittelt. Im August wurden die 21,5 °C (Anforderung an den guten Zustand für Gewässer des Salmoniden-Hyporhithrals nach OGewV 2016) im gleitenden-6h-Mittel insgesamt 26-mal überschritten. Am 01.08. wurden die 21,5 °C dreimal überschritten, am 21.08. kam es zu fünf Überschreitungen der 21,5 °C. Die restlichen Überschreitungen der 21,5 °C fanden zwischen dem 08.08. und 13.08. statt (Abb. 18).

²⁴ Gemäß LAWA und Merkblatt 4.5/19 des LfU Bayern (2023) erfolgt die Aus- und Bewertung der Einleittemperaturen bzw. des Temperaturregimes der betrachtungsrelevanten Oberflächengewässer in diesem GÖG auf Basis des gleitenden 6h-Mittels.

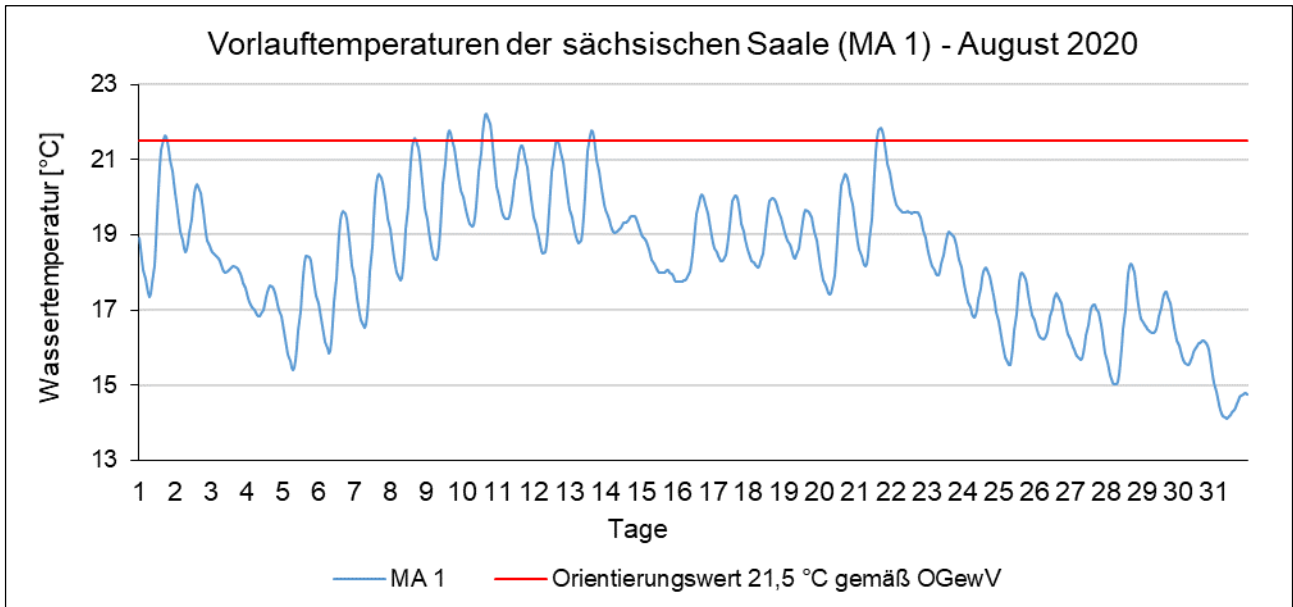


Abb. 18: Am Temperaturlogger MA 1 gemessene Vorlauftemperaturen der Sächsischen Saale im August 2020 (dargestellt als gl-6h-Mittelwerte)

Ansonsten kam es in der erfassten Datenreihe zu keinen Überschreitungen des sommerlichen Orientierungswertes für die Temperatur gem. OGewV in der S. Saale im Vorlauf der Fa. Macher.

6.6.3 Winterliche Maximaltemperaturen

In Abb. 19 sind die am Temperaturlogger MA 1 gemessenen winterlichen Maximaltemperaturen, im März 2021, im gleitenden-6h-Mittel dargestellt. Fast den ganzen Monat März lagen die Vorlauftemperaturen deutlich unterhalb der Anforderung an den guten Zustand für Gewässer des Salmoniden-Hyporhithrals nach OGewV 2016 von 10,0 °C. Lediglich gegen Ende des Monats erreichten bzw. überschritten die Vorlauftemperaturen den Orientierungswert gem. OGewV. Am 31.03. wurden die 10,0 °C im gleitenden-6h-Mittel neunmal in Folge überschritten (Abb. 19). Die maximal im gleitenden-6h-Mittel erreichte Vorlauftemperatur betrug 10,63 °C (31.03.).

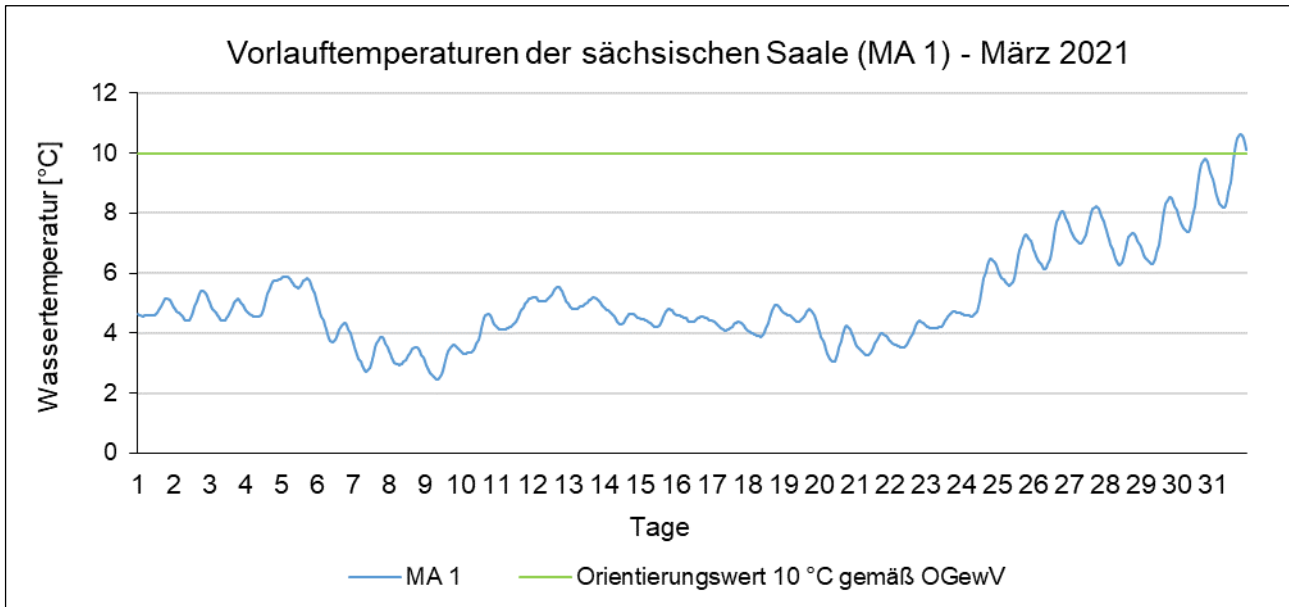


Abb. 19: Am Temperaturllogger MA 1 gemessene Vorlauftemperaturen der Saale im März 2021 (dargestellt als gl-6h-Mittelwerte)

Ansonsten kam es in der erfassten Datenreihe zu keinen Überschreitungen des winterlichen Orientierungswertes für die Temperatur gem. OGewV in der S. Saale im Vorlauf der Fa. Macher.

6.7 Bisherige Einleitung der Firma Macher in die Sächsische Saale

6.7.1 Einleitmengen

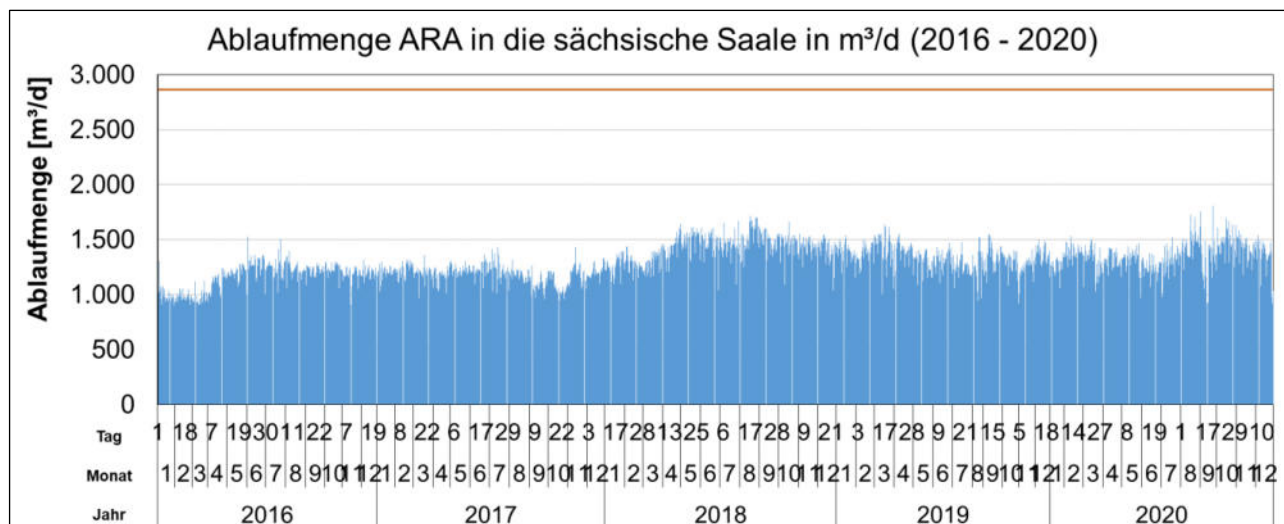
Bei der nachfolgenden Darstellung der Einleitmengen wurden Zeiträume, in denen von der Firma Macher kein Realbetrieb gefahren wurde (gekennzeichnet durch untypisch niedrige Einleitmengen, beispielsweise Revisionszeiträume), aus der Betrachtung ausgeschlossen.

Bezüglich der eingeleiteten Tagesmengen ist folgendes zu berücksichtigen:

In der Kläranlage kommt das sequentielle biologische Reinigungsverfahren (SBR) zur Anwendung. Der Unterschied zum konventionellen Durchlaufverfahren liegt darin, dass die Verfahrensschritte nicht entlang einer Wegachse, sondern entlang einer Zeitachse geführt werden. Dies hat zur Folge, dass die Einleitung in die Saale nicht permanent, sondern zeitlich gestaffelt verläuft.

Das Belebtschlammssystem besteht aus zwei zyklisch betriebenen Becken, die im Wechsel und zeitlich versetzt mit Abwasser befüllt und belüftet werden. Anschließend findet der Sedimentationsvorgang zur Klarwasserabtrennung statt, bevor das Klarwasser in einen Ausgleichsbehälter mit 220 m³ Inhalt abgelassen wird. Von dort läuft es zur Sächsischen Saale hin ab. Die SBR-Zyklen dauern jeweils acht Stunden und finden vier Stunden zeitlich versetzt statt. Dies bedeutet, dass innerhalb von 24 Stunden das Klarwasser von insgesamt sechs Reinigungszyklen (drei Zyklen je Becken) zeitversetzt in die Sächsische Saale eingeleitet wird. Die Einleitdauer wird bestimmt von der Abgabemenge aus den beiden SBR-Becken je Zyklus.

Die Einleitung der Firma Macher in die Sächsische Saale erfolgt über den Ausgleichsbehälter und darf 120 m³/h sowie 2.880 m³/d nicht überschreiten. Die tatsächlich eingeleiteten Tagessummen zwischen 2016–2020 betrugen im Mittel 1.292 m³ und lagen damit weit unter dem genehmigten Überwachungswert von 2.880 m³/d (Abb. 20). Die maximale Einleitmenge im Zeitraum 2016–2020 pro Tag betrug 1.719 m³ (eingeleitet am 17.08.2018).



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Betriebstagebücher der Firma Macher

Abb. 20: Ablaufmenge ARA in die Sächsische Saale in m³/d (2016–2020). Überwachungswert bei 2.880 m³/d (rote Linie)

Die nachfolgende Tabelle fasst die ausgewerteten Ablaufmengen aus dem Ausgleichsbehälter pro Tag unterteilt für die einzelnen Jahre des Untersuchungszeitraumes 2016–2020 zusammen.

Tab. 19: Ablaufmengen ARA in die Sächsische Saale in m³/d (2016–2020)

Jahr	Ablaufmenge ARA in die Sächsische Saale in m³/d		
	Mittelwert	Maximum	Minimum
2016	1.162	1.528	904
2017	1.187	1.430	949
2018	1.421	1.719	1.039
2019	1.335	1.636	920
2020	1.352	1.809	918
Gesamt	1.292	1.809	904

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Betriebstagebücher der Firma Macher

Die Ablaufmengen in m³/h und die jeweiligen Ablaufzeiten werden in den Betriebstagebüchern nicht erfasst. Bei einer durchschnittlichen Tagessumme von 1.256 m³ in insgesamt sechs Einleitphasen ergibt sich im Schnitt eine Einleitmenge von 209 m³ je Einleitphase. Wenn diese mit der genehmigten Einleitmenge von 120 m³/h in die Sächsische Saale eingeleitet werden, ergibt sich eine durchschnittliche Einleitdauer von knapp zwei Stunden.

In Jahressumme wurden in den Jahren 2016–2020 zwischen 397 tsd. m³ bis 513 tsd. m³ aus der ARA in die Sächsische Saale eingeleitet (Abb. 21).

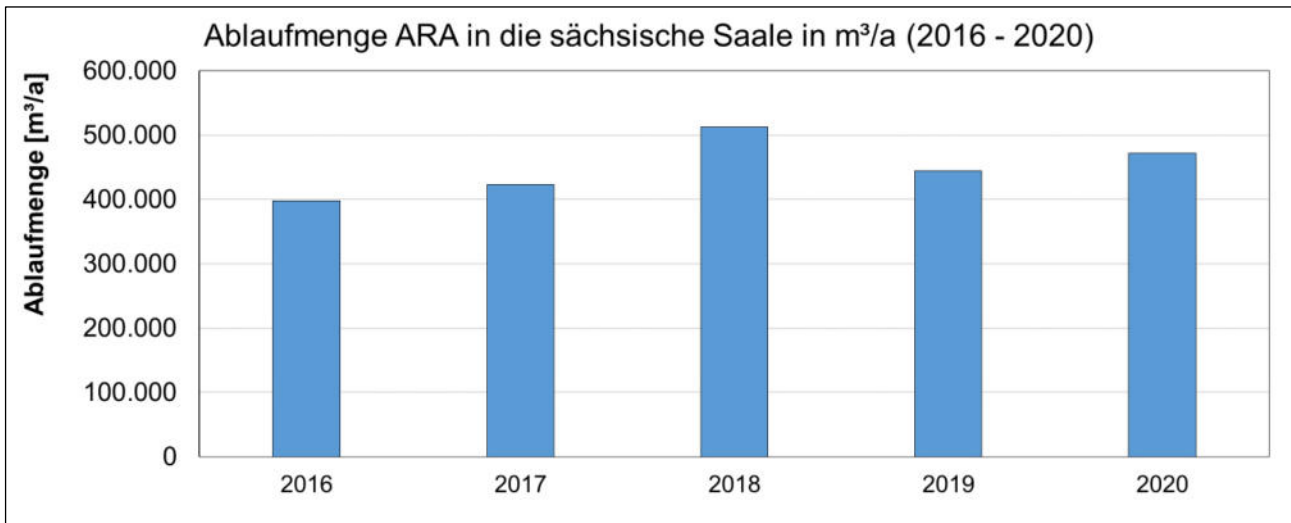


Abb. 21: Ablaufmenge ARA in die Sächsische Saale in m³/a (2016–2020)

6.7.2 Stoffliche Konzentrationen und Frachten

Die nachfolgenden Auswertungen basieren auf den Betriebstagebüchern der Firma Macher.

6.7.2.1 Konzentrationen

Die Tab. 20 zeigt die mittlere Ablaufkonzentration je Jahr aus der ARA für die überwachten Stoffe.

Tab. 20: Mittlere Konzentrationen im Ablauf der ARA in die Sächsische Saale in mg/l (2016 – 2020)

Jahr	Konzentrationen Ablauf ARA in die Sächsische Saale [mg/l] – Mittelwert/Jahr													
	CSB	BSB ₅	N _{ges}	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	N _{ges} (ohne N _{org})	N _{org}	PO ₄ -P (ortho-P)	P _{ges}	AOX	Abfiltr. Stoffe AFS	Ca	Mg
2016	229,6	24,0	-	1,04	0,35	1,1	2,5	-	0,12	0,76	0,18	27,1	-	-
2017	215,6	17,1	-	2,41	0,65	0,8	3,9	-	0,21	0,83	0,13	18,7	-	-
2018	142,2	9,4	8,3	1,46	0,22	1,8	3,5	-	0,36	1,06	0,13	6,7	-	-
2019	136,1	10,1	9,3	1,06	0,47	2,0	3,5	5,8	0,20	0,80	0,11	8,9	267	64
2020	131,5	9,0	11,6	0,84	0,29	4,3	5,4	6,1	0,20	0,81	0,13	12,2	274	62

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Betriebstagebücher der Firma Macher

Hinweise:

- In der Regel ein Messwert je Tag (betrifft CSB, BSB₅, N_{ges}, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, N_{ges} ohne N_{org}, PO₄-P ortho-P)
- BSB₅: insgesamt 38 Tage ohne Messwert, der Wert „UBG>50“ wurde ersetzt durch „50“ - betrifft insgesamt drei Werte, der Wert „UBG>100“ wurde ersetzt durch „100“ – betrifft insgesamt einen Wert
- N_{ges}: wird erst seit dem 11.10.2018 erfasst. Die Auswertung für das Jahr 2018 ist somit nicht vergleichbar mit dem Jahr 2019, Datenlücke vom 14.08.2019 – 23.08.2019

- N_{org} : wird erst seit dem 01.01.2019 erfasst. Datenlücke vom 14.08.2019 – 23.08.2019 sowie 29.02.2020, 30.05.2020 sowie 21 Tage im November 2020
- PO_4 -P ortho-P: 16.07.2016 ohne Messwert
- AOX: Ein Messwert je Monat, Werte <BG wurden ersetzt durch 50% der BG, betrifft die Werte von insgesamt vier Tagen
- Ca und Mg werden erst seit 2019 erfasst. Für das Jahr 2019 liegen insgesamt 84 Messwerte vor, die sich wie folgt auf die einzelnen Monate verteilen: Neun Werte jeweils für Januar, April, Mai und Oktober; acht Werte jeweils für Februar und März, sechs Werte für Juni, fünf Werte jeweils für September und Dezember, zwei Werte für August. Für das Jahr 2020 liegen insgesamt 82 Messwerte vor, die sich wie folgt auf die einzelnen Monate verteilen: Neun Werte jeweils für März und November; acht Werte jeweils für Februar April und August, sechs Werte für Januar, fünf Werte für Dezember, vier Werte jeweils für Juli und September

Bei CSB wiesen die jeweiligen Ablaufkonzentrationen im Betrachtungszeitraum eine rückläufige Tendenz auf. Die Konzentrationen an N_{ges} hatten im Zeitraum von 2018–2020 eine zunehmende Tendenz. Die anderen Parameter wiesen unterschiedliche Schwankungen auf.

6.7.2.2 Frachten

Die Tab. 21 zeigt die mittlere Tagesfracht der überwachten Stoffe aus der ARA (2016–2020), die Tab. 22 die jeweiligen Jahresfrachten.

Tab. 21: Mittlere Tagesfracht aus der ARA in die Sächsische Saale in kg/d (2016–2020)

Jahr	Tagesfracht aus der ARA in die Sächsische Saale in kg/d													
	CSB	BSB ₅	N_{ges}	NH_4 -N	NO_2 -N	NO_3 -N	N_{ges} (ohne N_{org})	N_{org}	P_{ges}	PO_4 -P (ortho-P)	AOX	Aabfiltr. Stoffe AFS	Ca	Mg
2016	254	25,7	-	1,22	0,43	1,3	2,9	-	0,84	0,14	0,20	28,6	-	-
2017	254	20,2	-	2,67	0,74	1,0	4,4	-	0,98	0,25	0,15	21,7	-	-
2018	203	13,4	11,9	2,16	0,33	2,5	5,0	-	1,51	0,52	0,17	9,6	-	-
2019	181	13,6	12,3	1,36	0,64	2,6	4,6	7,8	1,07	0,27	0,14	12,1	356	85
2020	178	12,0	15,6	1,13	0,38	5,7	7,2	8,2	1,09	0,27	0,18	16,4	366	82

Quelle: Eigene Berechnung der Frachten und Auswertung auf Basis der Ablaufkonzentrationen und Ablaufmengen der Betriebstagebücher der Firma Macher

Hinsichtlich der Frachten lässt sich bei CSB und BSB₅ eine deutliche Abnahme von 2016–2020 feststellen, bei NO_3 -N eine starke Zunahme 2020 gegenüber 2018/2019 und 2016/2017. Bei PO_4 -P und P_{ges} waren die Frachten 2018 deutlich höher im Vergleich zu den anderen Jahren. NH_4 -N wies in den beiden Jahren 2017 und 2018 höhere Werte auf als 2016 und 2019/2020.

Tab. 22: Jahresfrachten aus der ARA in die Sächsische Saale in kg/a bzw. t/a (2016–2020)

Jahr	Jahresfrachten aus der ARA in die Sächsische Saale in kg/a bzw. t/a													
	CSB	BSB ₅	N _{ges}	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	N _{ges} (ohne. N _{org.})	N _{org}	P _{ges}	PO ₄ -P (ortho-P)	AOX	Abfiltr. Stoffe AFS	Ca	Mg
	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[t/a]	[t/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]
2016	93,1	9,4	-	446	156	474	1,1	-	307	52	74,4	10,5	-	-
2017	92,6	7,4	-	975	271	366	1,6	-	357	92	56,3	7,9	-	-
2018	74,1	4,9	4,3	788	119	912	1,8	-	552	191	63,7	3,5	-	-
2019	66,2	5,0	4,5	497	232	953	1,7	2,8	390	100	51,2	4,4	130	31
2020	65,1	4,4	5,7	412	138	2085	2,6	3,0	399	98	64,1	6,0	134	30

Quelle: Eigene Berechnung der Frachten und Auswertung auf Basis der Ablaufkonzentrationen und Ablaufmengen der Betriebstagebücher der Firma Macher

6.7.2.3 pH-Wert

Der pH-Wert des eingeleiteten Klarwassers in die Sächsische Saale schwankte im Mittel zwischen 7,5 und 7,9. Der geringste gemessene pH-Wert 2016–2020 betrug 7,2, der höchste pH-Wert betrug 8,2.

Tab. 23: pH-Wert im Ablauf der ARA in die Sächsische Saale (2016–2020)

Jahr	pH-Wert MIN		pH-Wert MAX	
	Mittelwert	Minimum	Mittelwert	Maximum
2016	7,7	7,3	7,9	8,1
2017	7,7	7,4	7,9	8,2
2018	7,7	7,4	7,8	8,0
2019	7,6	7,2	7,7	7,9
2020	7,5	7,2	7,7	8,0

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Betriebstagebücher der Firma Macher

Erläuterungen:

In den Betriebstagebüchern der Firma Macher wurden der minimale und der maximale pH-Wert des Tages festgehalten. Mit den vorliegenden Daten wurde jeweils der Mittelwert aus den minimalen und maximalen pH-Werten des Tages für ein Jahr gebildet sowie das Minimum und das Maximum des Jahres angegeben.

6.7.3 In Abwasserscreenings detektierte Stoffe

In den beiden Abwasserscreenings wurde Bor als einziger Stoff detektiert, der in relevanten Mengen im Ablauf der ARA vorkommt und der auf das Abwasser der Firma Macher zurückzuführen ist²⁵.

²⁵ Die Ergebnisse der Abwasser-Screenings wurden am 08.09.2020 mit den Fachbehörden besprochen. Dabei wurde abgestimmt, dass es für Bor als einzig relevanten Stoff aus dem Abwasserscreening einen weiteren Untersuchungsbedarf gibt. Gem. Abstimmung mit den Behörden hat die Fa. Macher auf die sonstigen Inhaltsstoffe des ARA-Abwassers aus den Screenings keinen Einfluss, da sich diese aus dem eingesetzten Rohstoff (Altpapier) oder dem zufließenden kommunalen Abwasser ergeben.

Im Abwasserscreening wurde Bor im Ablauf der ARA mit 7,57 mg/l nachgewiesen. Zwei weitere Untersuchungen im Ablauf der ARA am 08.04.2021 und am 15.04.2021 haben vergleichbare Konzentrationen mit 8,2 mg/l und 9,4 mg/l ergeben.

Nach Auskunft der Firma Macher hat die Befragung ihrer Hilfsstoff-Lieferanten ergeben, dass Bor in keinem Produkt eingesetzt wird. Die Firma Macher geht deshalb davon aus, dass auch Bor – wie zum Teil auch sonstige Spurenstoffe aus den Abwasserscreenings – über den Rohstoff in den Wasserkreislauf eingetragen wird und dieser Prozess bzw. entsprechend die stoffliche Befrachtung des ARA-Abwassers durch die Firma Macher nicht beeinflusst werden kann.

Da sich der Rohstoff im künftigen Betrieb nicht ändern wird und die Firma Macher keinen Einfluss auf dessen Beschaffenheit hat, wird der unregelmäßige Stoff Bor bei der Prognose nicht explizit berücksichtigt. Bei der Zusammensetzung und Menge des kommunalen Abwassers, welches die Fa. Macher in der ARA reinigt, soll gem. Abstimmung mit den Behörden künftig von einer vergleichbaren Menge und stofflichen Zusammensetzung ausgegangen werden wie bisher.

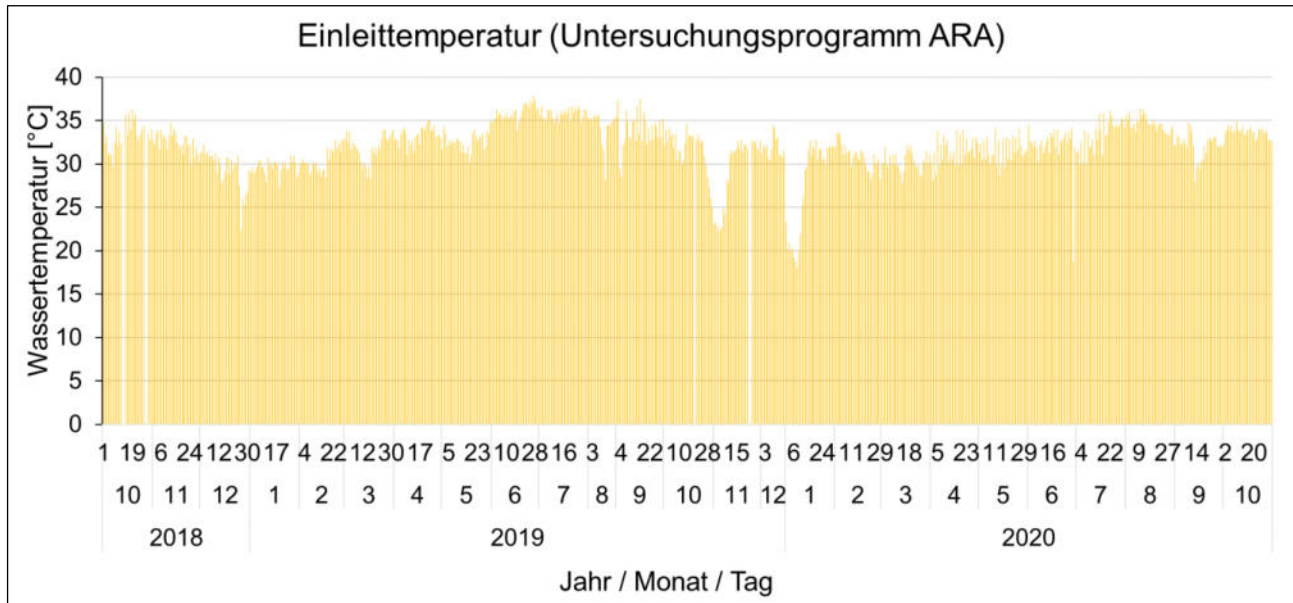
6.7.4 Einleittemperatur

Gemäß LAWA und Merkblatt 4.5/19 des LfU Bayern (2023) erfolgt die Aus- und Bewertung der Einleittemperaturen bzw. des Temperaturregimes der betrachtungsrelevanten Oberflächengewässer in diesem GÖG auf Basis des gleitenden 6h-Mittels.

Um die Einleittemperaturen im Ablauf der ARA darzustellen, wurden sowohl die Daten aus dem Untersuchungsprogramm ARA und Oberflächengewässer (vgl. Kap. 5.3) sowie die in den Betriebstagebüchern (vgl. Kap. 5.2.1) verzeichneten Temperaturen der ARA herangezogen.

6.7.4.1 Untersuchungsprogramm ARA und Oberflächengewässer

Im Untersuchungsprogramm wurden bei den täglichen Messungen durch die Firma Macher Einleittemperaturen aus der ARA zwischen 18,1 °C und 37,8 °C gemessen (Abb. 22). Im Zeitraum vom 12.08.2019 bis 25.08.2019 fand bei der Firma Macher Revision statt. Die Einleittemperaturen entsprechen zu dieser Zeit nicht dem Realbetrieb und werden deshalb in Abb. 22 nicht dargestellt.

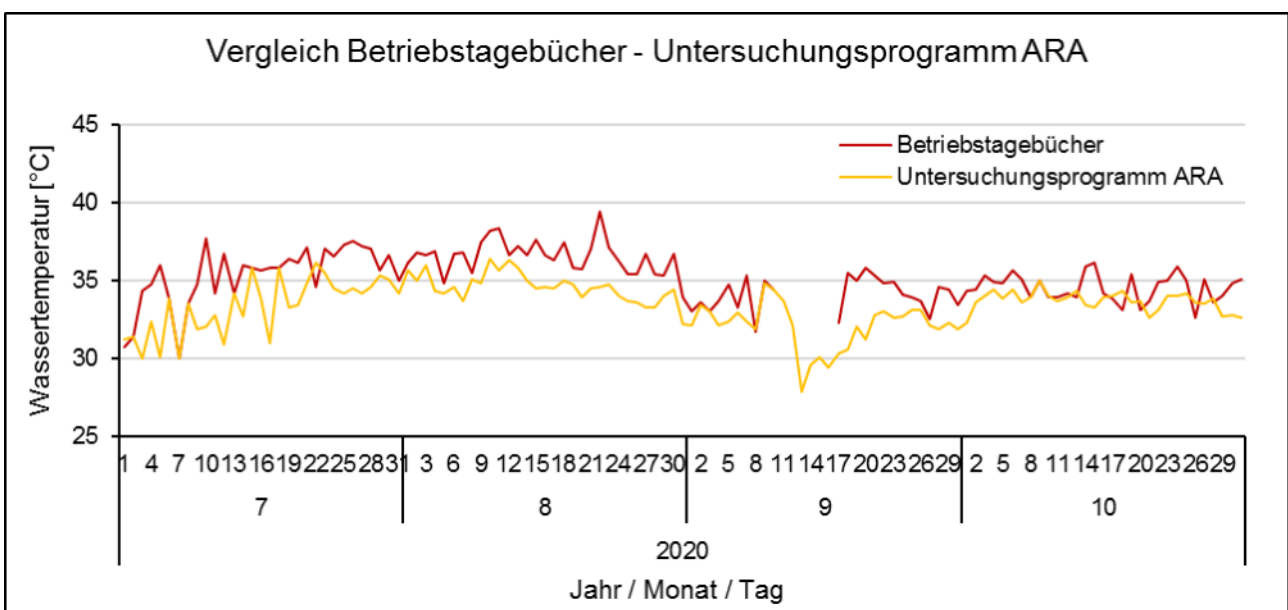


Quelle: Eigene Auswertung auf Basis von Daten der Firma Macher

Abb. 22: Einleittemperaturen in die Sächsische Saale (Untersuchungsprogramm ARA, Tageseinzelswerte Okt 2018 – Okt 2020)

6.7.4.2 Betriebstagebücher

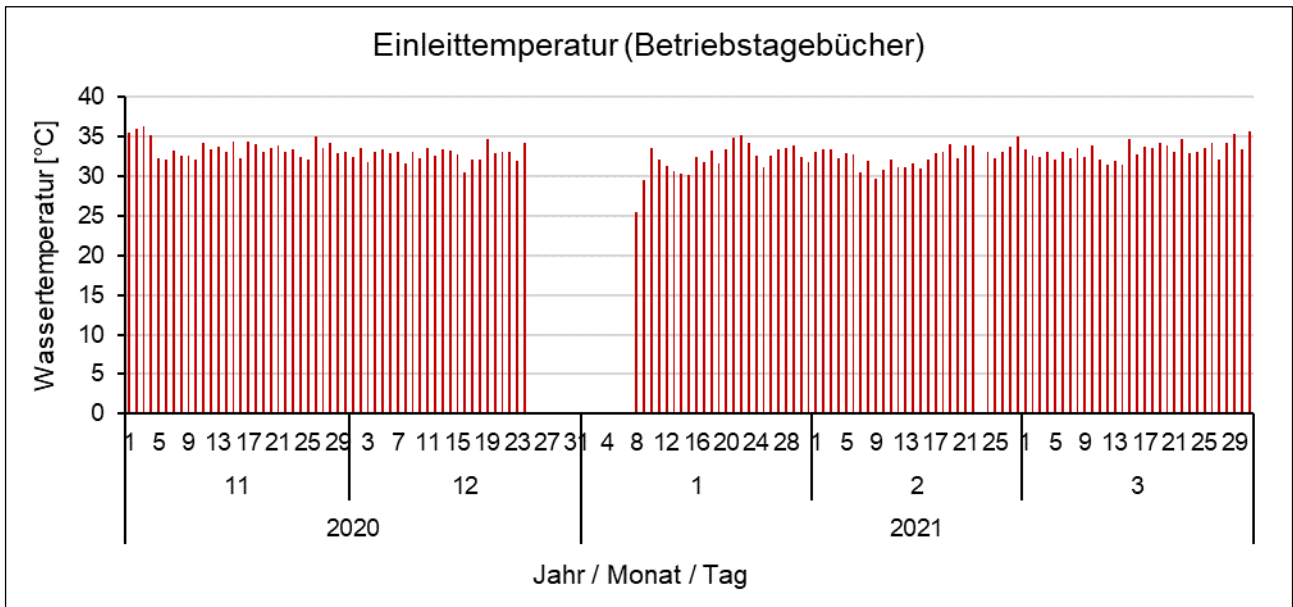
Da im Zuge des Untersuchungsprogramms ARA und Oberflächengewässer nur Daten bis Oktober 2020 erhoben wurden, musste für die Monate November 2020 bis März 2021 auf die Daten der Betriebstagebücher zurückgegriffen werden. Wie Abb. 23 zeigt, liegen die in den Betriebstagebüchern dargestellten Einleittemperaturen in der Regel etwa 1–3°C über den Temperaturen des Untersuchungsprogramms. Dies hängt ggf. mit unterschiedlichen Messpunkten in der Anlage zusammen und muss bei Betrachtung der Daten entsprechend berücksichtigt werden.



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis von Daten der Firma Macher

Abb. 23: Vergleich der Einleittemperaturen (Betriebstagebücher – Untersuchungsprogramm ARA)

In Abb. 24 sind die täglich gemessenen Einleittemperaturen in die Sächsische Saale aus den Betriebstagebüchern dargestellt. In den Monaten November 2020 bis März 2021 wurden Wassertemperaturen zwischen 25,5°C und 36,2°C gemessen.



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis von Daten der Firma Macher

Abb. 24: Einleittemperaturen in die Sächsische Saale (Betriebstagebücher, Tageseinzelswerte Nov 2020 bis März 2021)

6.8 Stoffliche Beeinflussung des FWK 5_F021 durch die Firma Macher und die Göstra

6.8.1 Verhältnis Einleitung Firma Macher und Abfluss Göstra am Abfluss der Sächsischen Saale

Die Sächsische Saale unterhalb der Einleitung der Firma Macher ist Mischwasser aus Sächsischer Saale (inkl. etwaiger oberliegender Einleitungen), Göstra und der Einleitung der Firma Macher. Die Einleitung der Firma Macher erfolgt nicht kontinuierlich (siehe Kap. 6.7.1). Der Abfluss der Göstra ist durch die Stauhaltung auf dem Firmengelände Macher reguliert.

Stark vereinfacht macht die Einleitung der Firma Macher bei einer Einleitmenge von 120 m³/h (= 0,03 m³/s) zwischen 1 % und 3 % des Abflusses in der Sächsischen Saale aus, die Göstra zwischen 6 % und 4 % (Tab. 24).

Der Verdünnungsfaktor in der Sächsischen Saale bei MNQ (0,95 m³/s) beträgt bei einer Einleitmenge von 120 m³/h (= 0,03 m³/s) in der Sächsischen Saale rd. 32 und bei MQ (5,39 m³/s) rd. 180.

Tab. 24: Verteilung der Abflussmengen bzw. Anteil Einleitung ARA am Gesamtabfluss der S. Saale und Macher

	MQ		MNQ	
	Abfluss in m³/s	%-ualer Anteil	Abfluss in m³/s	%-ualer Anteil
Sächsische Saale	5,39	94 %	0,95	93 %
Göstra	0,34	6 %	0,04	4 %
Einleitung Firma Macher	0,03	1 %	0,03	3 %
Summe	5,76	100 %	1,02	100 %

6.8.2 Gemessene Konzentrationsänderungen in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher ggü. dem Vorlauf unter Berücksichtigung des Einflusses der Göstra

Der Vergleich der gemessenen stofflichen Konzentrationen in der Sächsischen Saale oberhalb und unterhalb der Firma Macher sowie in der Göstra unterhalb des Stausees vor Mündung in die Sächsische Saale erfolgte für die Stoffe, die sowohl von der Firma Macher als auch vom externen Labor beprobt wurden, auf Basis von beiden Datensätzen. In der Auswertung wurden jeweils nur die Proben berücksichtigt, die am selben Tag in der Sächsischen Saale sowohl oberhalb als auch unterhalb der Einleitung und auch in der Göstra unterhalb des Stausees vor Mündung in die Sächsische Saale erhoben wurden, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Der Datensatz der Firma Macher und des externen Labors liefern vom Grundsatz deckungsgleiche Ergebnisse. Nachfolgend werden deshalb nur mehr die Auswertungen auf Basis des Datensatzes der Firma Macher dargestellt, da der Datensatz der Firma Macher mehr Messwerte enthält. Weitere Auswertungen und vergleichende Gegenüberstellungen basierend auf beiden Datensätzen finden sich im Anhang 1. Amtliche Daten (des Gewässerkundlichen Dienstes Bayern) wurden nicht ausgewertet, da die Beprobungsdichte der Daten des eigens durchgeführten Untersuchungsprogramms wesentlich höher ist (Beprobungen der meisten Stoffe erfolgten durch die Firma Macher in der Regel wochentäglich oder werktäglich) und aktuelle Ergebnisse zeitnah verfügbar sind.

Die Tab. 25 fasst zusammen, für welche Stoffe und Parameter eine Konzentrationsänderung in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher gegenüber dem Vorlauf festgestellt wurde und für welche nicht. Stoffe/Parameter, die ausschließlich durch das externe Labor beprobt wurden, sind in der Tabelle *kursiv* gekennzeichnet.

Neben der Betrachtung des gesamten Untersuchungszeitraums Oktober 2018 – Oktober 2020 wurde auch differenziert ausgewertet nach den Monaten, in denen nahezu durchgehend Abflüsse im Bereich von +/- MNQ vorherrschten und nach den Monaten mit Abflüssen wesentlich höher als MNQ (vgl. Kap. 6.1).

Tab. 25: Vergleich der Konzentrationszunahme verschiedener Stoffe in der Sächsischen Saale oh. und uh. Macher

	Untersuchungszeitraum Okt. 18 – Okt. 20	Monate mit +/-MNQ-Abflüssen ¹⁾	Monate mit Abflüssen wesentlich > MNQ ²⁾
Nach OGewV geregelte Stoffe			
NH ₄ -N	0	0	0
NO ₂ -N	0	+ (33 %)	0
NO ₃ -N	0	0	0
P _{ges}	+ (17 %)	+ (21 %)	+ (10 %)
Sauerstoff	0	0	0
TOC	+ (9 %)	+ (14 %)	0
Chlorid	+ (12 %)	+ (10 %)	+ (15 %)
Sulfat	0	0	0
pH-Wert	0	0	0
Eisen	0	0	0
N _{ges}	0	0	0
Ungeregelte Stoffe			
TN _b	0	0	0
DOC	+ (10 %)	+ (13 %)	0
CSB	+ (9 %)	+ (10 %)	+ (7 %)
Leitfähigkeit	+ (11 %)	+ (12 %)	+ (11 %)
AOX	0	0	0
Säurekapazität bis 4,3	+ (38 %)	+ (33 %)	+ (27 %)
Calcium	+ (15 %)	+ (29 %)	0
Magnesium	+ (13 %)	+ (9 %)	+ (17 %)
Natrium	+ (17 %)	+ (17 %)	0
Kalium	0	0	0
Mangan	0	0	0

Erläuterung

kursiv Stoff/Parameter wurde ausschließlich durch das externe Labor beprobt

normal Stoff/Parameter wurde von der Firma Macher und dem externen Labor beprobt – dargestellt sind die Ergebnisse der Daten der Firma Macher aufgrund der größeren Anzahl an Messwerten

farbig Stoff / Parameter mit Konzentrationszunahme

0 Keine Konzentrationsänderung unterhalb im Vergleich zu oberhalb. Die Konzentrationen sind entweder nahezu identisch oder bewegen sich deutlich im Schwankungsbereich des Standardfehlers

+ Höhere Konzentration unterhalb im Vergleich zu oberhalb. Der Unterschied bewegt sich außerhalb des Schwankungsbereich des Standardfehlers. In Klammer ist die prozentuale Erhöhung ggü. dem Vorlauf angegeben bezogen auf den Mittelwert.

1) Monate mit +/-MNQ-Abflüssen:

2018: Okt., Nov., **2019:** Juni, Juli, Aug., Sept., Okt., Nov., **2020:** Mai, Juli, Aug., Sept. - vgl. Kap. 6.1

2) Monate mit Abflüssen wesentlich > MNQ:

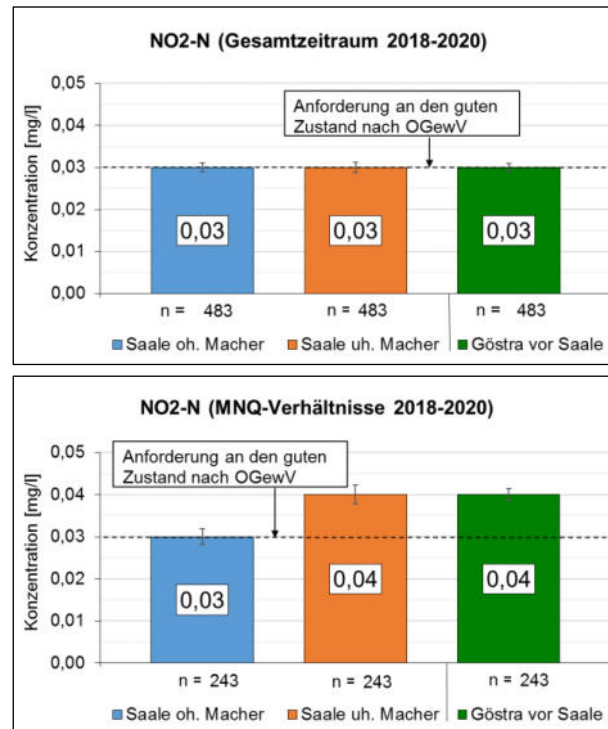
2018: Dez., **2019:** Jan., Feb., März, Apr., Mai, Dez., **2020:** Jan., Feb., März, April, Juni, Okt. - vgl. Kap. 6.1

Nachfolgend werden die Stoffe, für die eine Konzentrations-Erhöhung in der Sächsischen Saale festgestellt wurde, näher erläutert.

6.8.2.1 Nitrit-Stickstoff

Bei Nitrit-Stickstoff ließ sich eine Zunahme der Konzentration in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher während MNQ-Verhältnissen feststellen (Abb. 25). Die Konzentration in der Göstra war während MNQ-Phasen mit durchschnittlich 0,04 mg/l höher als im Vorlauf der Sächsischen Saale mit 0,03 mg/l. Neben der Einleitung der Firma Macher befrachtet damit auch die Göstra die Sächsischen Saale mit Nitrit. Die Konzentrationen an Nitrit-Stickstoff im Ablauf der ARA waren mit durchschnittlich 0,22–0,65 mg/l (vgl. 6.7.2.1) deutlich höher als in der Göstra mit 0,04 mg/l. Die mittlere Tagesfracht an Nitrit-Stickstoff aus der ARA im Untersuchungszeitraum 2018–2020 betrug zwischen 0,33 und 0,74 kg (vgl. Kap. 6.7.2.2). Für die Göstra ermittelt sich grob überschlägig eine mittlere Tagesfracht bei einem Abfluss von 40 l/s und einer Konzentration von 0,04 mg/l von 0,14 kg.

Während Phasen mit höheren Abflüssen war die Konzentration in der Göstra geringer als im Vorlauf der Sächsischen Saale. In diesem Fall wirkt die Göstra verdünnend. Eine Überschreitung der Anforderung an den guten Zustand war während der MNQ-Phasen festzustellen – und zwar in der Sächsischen Saale unterhalb Macher sowie in der Göstra. Im Vorlauf der Sächsischen Saale hingegen wurde die Anforderung an den guten Zustand in allen Auswertungszeiträumen gerade noch eingehalten. Im Datensatz des externen Labors ist eine Überschreitung der Anforderung an den guten Zustand bereits im Vorlauf gegeben.

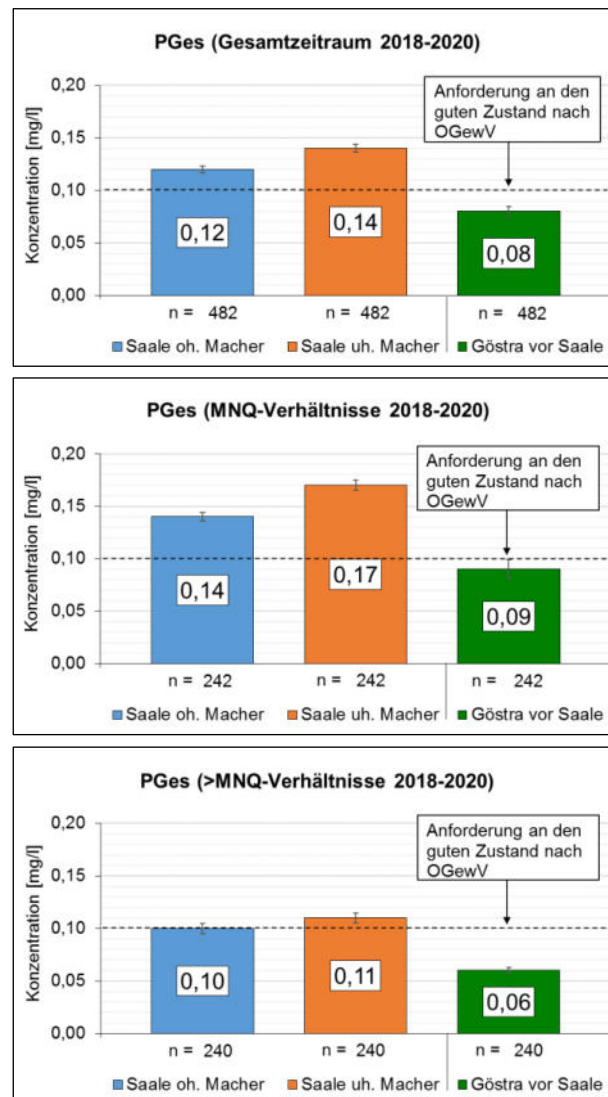


Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Daten der Firma Macher

Abb. 25: Nitrit-Stickstoff in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz der Firma Macher

6.8.2.2 Gesamtphosphor

Die Gesamtphosphor-Konzentration in der Sächsischen Saale überschreitet teils bereits im Vorlauf die Anforderung an den guten Zustand nach OWG. Eine Zunahme der Konzentration in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher ließ sich für alle betrachteten Zeiträume feststellen (Abb. 26). Die Göstra als Ursache für die Konzentrationserhöhung kann ausgeschlossen werden, da die Konzentrationen in der Göstra vor Mündung in die Sächsische Saale jeweils deutlich geringer waren als im Vorlauf der Sächsischen Saale (Abb. 26).

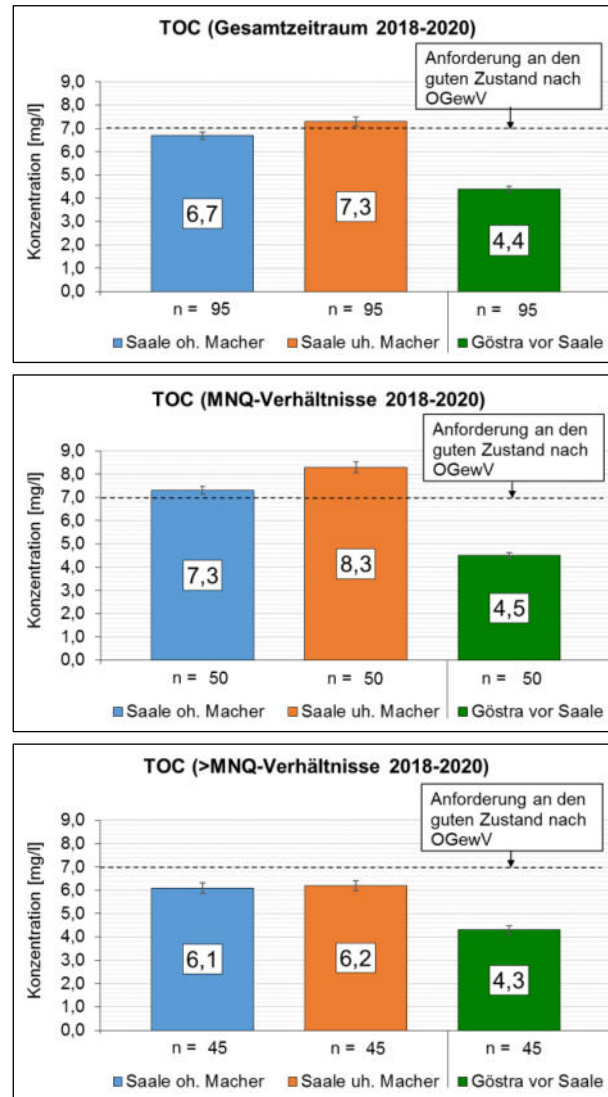


Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Daten der Firma Macher

Abb. 26: P_{ges} in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz der Firma Macher

6.8.2.3 TOC

Konzentrationserhöhungen an TOC in der Sächsischen Saale unterhalb der Macher Einleitung waren während Phasen mit MNQ-Verhältnissen deutlich ausgeprägt und ließen sich auch unter Betrachtung des gesamten Untersuchungszeitraumes feststellen (Abb. 27). Während Phasen mit Abflüssen >MNQ wurde keine Erhöhung festgestellt (Schwankung im Bereich des Standardfehlers). Die Göstra als Ursache für die festgestellte Konzentrationserhöhung kann ausgeschlossen werden. Die Konzentrationen in der Göstra unterhalb des Stausees vor Mündung in die Sächsische Saale waren jeweils deutlich geringer als im Vorlauf der Sächsischen Saale (Abb. 27). Während MNQ-Phasen war die Anforderung an den guten Zustand nach OWGwV bereits im Vorlauf der Sächsischen Saale überschritten. Unter Betrachtung des gesamten Untersuchungszeitraumes war die Anforderung an den guten Zustand im Vorlauf eingehalten, während unterhalb der Einleitung der Firma Macher die Konzentration mit 7,3 mg/l knapp über der Anforderung von 7 mg/l lag. In Phasen mit Abflüssen >MNQ war die Anforderung an den guten Zustand an allen Messstellen im Mittel eingehalten.

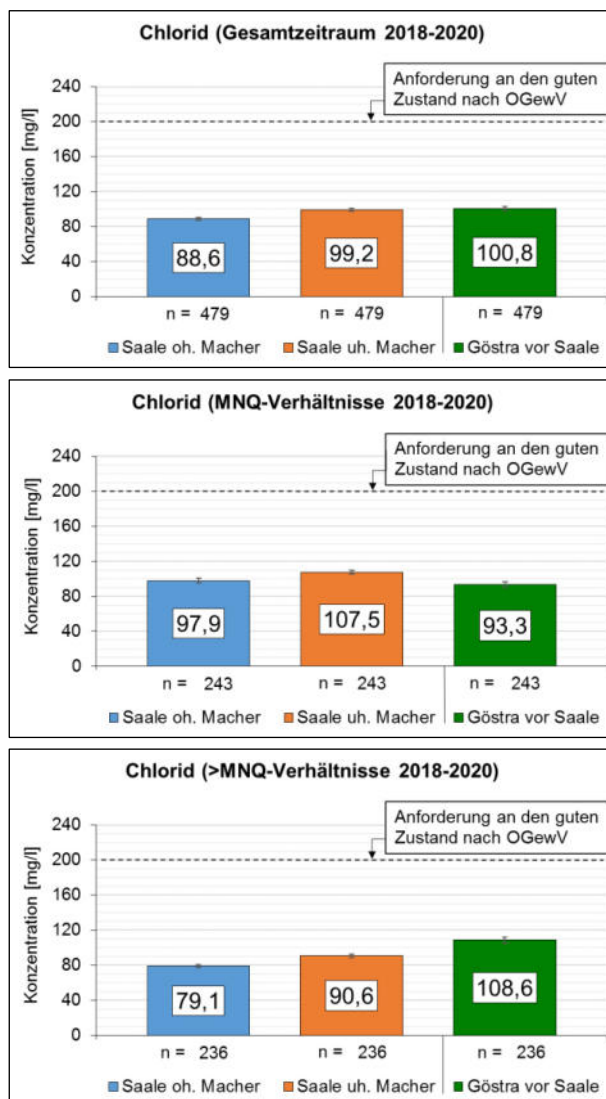


Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Daten des externen Labors

Abb. 27: TOC in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz externes Labor

6.8.2.4 Chlorid

Eine Zunahme der Chlorid-Konzentration in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher ließ sich für alle Auswertungszeiträume feststellen (Abb. 28). Neben der Einleitung der Firma Macher befrachtet auch die Göstra die Sächsische Saale mit Chlorid. Bei Abflussverhältnissen >MNQ waren die Chlorid-Konzentrationen in der Göstra jeweils deutlich höher als im Vorlauf der Sächsischen Saale. Bei MNQ-Verhältnissen hingegen ist die festgestellte Konzentrationserhöhung ausschließlich auf die Einleitung der Firma Macher zurückzuführen. Die Konzentrationen in der Göstra waren während der Phasen mit MNQ geringer als im Vorlauf der Sächsischen Saale. Grundsätzlich bewegten sich die Chlorid-Konzentrationen an allen Messstellen mit Werten um die 80–110 mg/l weit unter der Anforderung an den guten Zustand von maximal 200 mg/l.

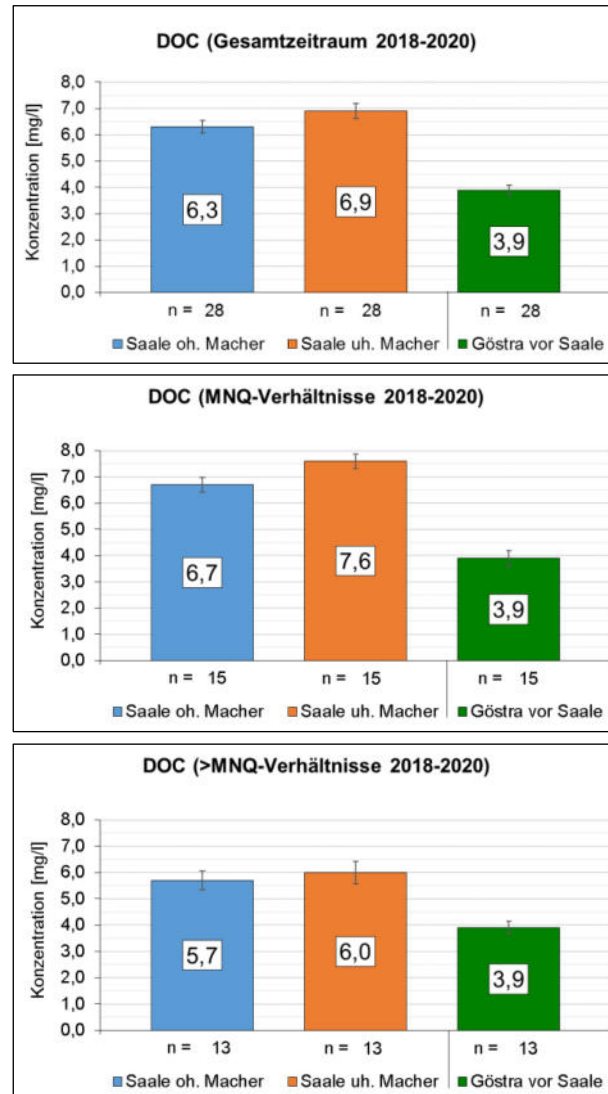


Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Daten der Firma Macher

Abb. 28: Chlorid in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz der Firma Macher

6.8.2.5 DOC

Konzentrationserhöhungen an DOC in der Sächsischen Saale unterhalb der Macher Einleitung waren während Phasen mit MNQ-Verhältnissen deutlich ausgeprägt und ließen sich auch unter Betrachtung des gesamten Untersuchungszeitraumes feststellen (Abb. 29). Während Phasen mit Abflüssen >MNQ lag die Konzentrationserhöhung innerhalb des Schwankungsbereichs des Standardfehlers. Die Göstra als Ursache für die festgestellten Konzentrationserhöhungen kann ausgeschlossen werden. Die Konzentrationen in der Göstra unterhalb des Stausees vor Mündung in die Sächsische Saale waren jeweils deutlich geringer als im Vorlauf der Sächsischen Saale.

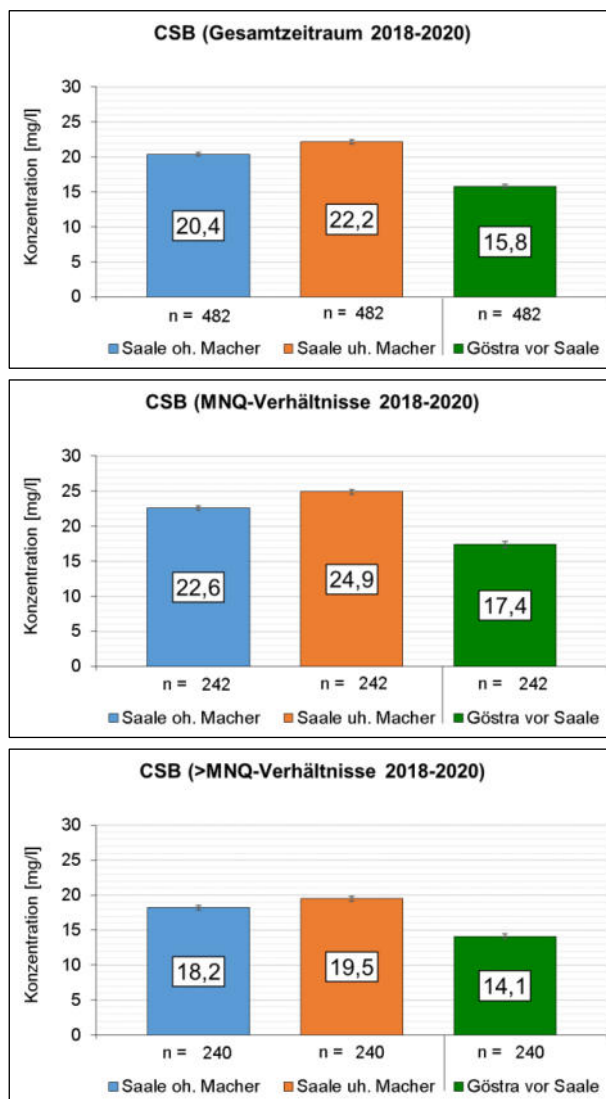


Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Daten des externen Labors

Abb. 29: DOC in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz externes Labor

6.8.2.6 CSB

Eine Zunahme der CSB-Konzentration unterhalb der Firma Macher ließ sich für alle betrachteten Auswertungszeiträume feststellen (Abb. 30). Die Göstra als Ursache für die festgestellten Konzentrationserhöhungen kann ausgeschlossen werden. Die Konzentrationen in der Göstra unterhalb des Stausees vor Mündung in die Sächsische Saale waren jeweils deutlich geringer als im Vorlauf der Sächsischen Saale (Abb. 30).

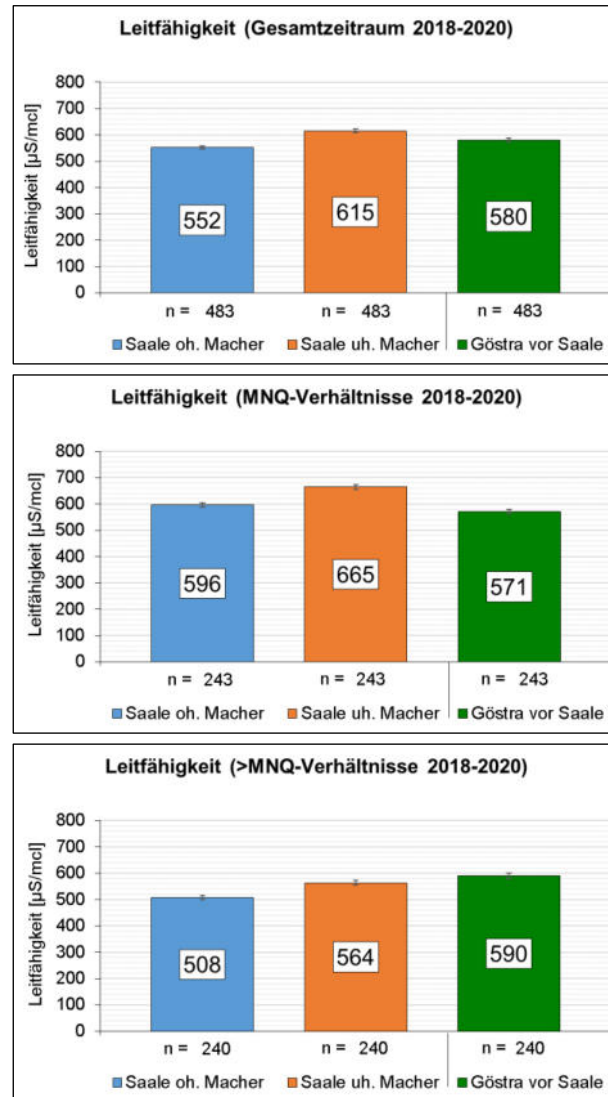


Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Daten der Firma Macher

Abb. 30: CSB in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz der Firma Macher

6.8.2.7 Elektrische Leitfähigkeit

Eine Zunahme der elektrischen Leitfähigkeit in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher ließ sich für alle Auswertungszeiträume feststellen (Abb. 31). Neben der Einleitung der Firma Macher befrachtet auch die Göstra die Sächsische Saale mit Stoffen, die die Leitfähigkeit erhöhen. Bei Abflussverhältnissen >MNQ war die Leitfähigkeit in der Göstra jeweils deutlich höher als im Vorlauf der Sächsischen Saale. Bei MNQ-Verhältnissen hingegen ist die festgestellte Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit ausschließlich auf die Einleitung der Firma Macher zurückzuführen. Die Leitfähigkeit in der Göstra war in diesen Phasen deutlich geringer als im Vorlauf der Sächsischen Saale.

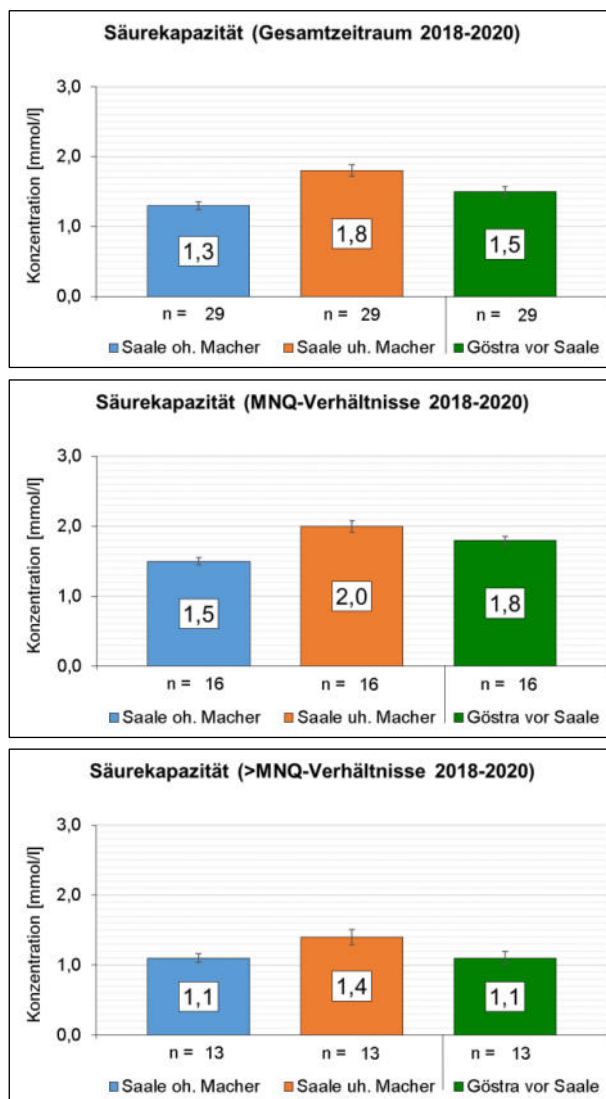


Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Daten der Firma Macher

Abb. 31: Leitfähigkeit in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz der Firma Macher

6.8.2.8 Säurekapazität bis 4,3

Eine Zunahme der Säurekapazität bis 4,3 in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher ließ sich für alle Auswertungszeiträume feststellen (Abb. 32). Während der MNQ-Phasen und innerhalb des Gesamtzeitraumes war die Säurekapazität bis 4,3 der Göstra höher als im Vorlauf der Sächsischen Saale, sodass in diesen Phasen neben der Einleitung der Firma Macher auch die Göstra die Säurekapazität in der Sächsischen Saale erhöht. Bei Abflussverhältnissen >MNQ hingegen ist die festgestellte Zunahme des Puffervermögens ausschließlich auf die Einleitung der Firma Macher zurückzuführen. Die Säurekapazität in der Göstra war in diesen Phasen vergleichbar mit dem Vorlauf der Sächsischen Saale.

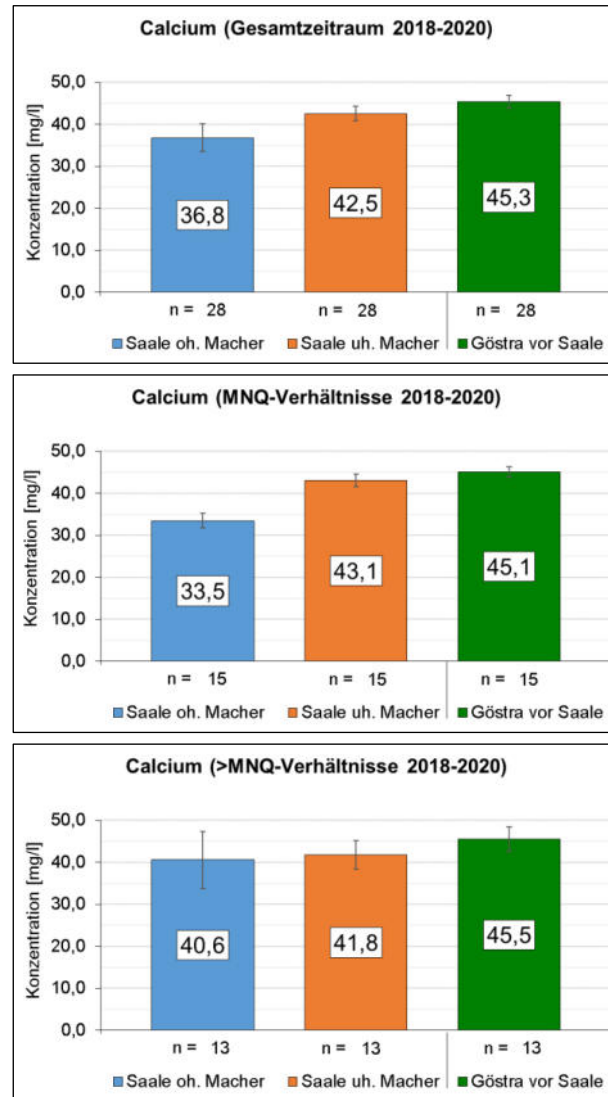


Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Daten des externen Labors

Abb. 32: Säurekapazität bis 4,3 in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz externes Labor

6.8.2.9 Calcium

Eine Zunahme der Calcium-Konzentration in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher war besonders ausgeprägt während Phasen mit MNQ-Abfluss und bildete sich auch bei Betrachtung des gesamten Untersuchungszeitraumes ab (Abb. 33). Die Calcium-Konzentration in der Göstra war jeweils deutlich höher als in der Sächsischen Saale im Vorlauf, sodass eine Befruchtung auch durch die Göstra erfolgt. Die Firma Macher befruchtet die Sächsische Saale ebenfalls mit Calcium. Die durchschnittlichen Konzentrationen im Ablauf der ARA waren mit Werten von 267 und 274 mg/l (vgl. Kap. 6.7.2.1) deutlich höher als in der Göstra mit 45 mg/l. Während Phasen mit Abflüssen >MNQ ließ sich keine Zunahme an Calcium in der Sächsischen Saale feststellen. Die Konzentrationen im Vorlauf der Sächsischen Saale, in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher sowie in der Göstra bewegten sich in derselben Größenordnung innerhalb der Schwankungen.

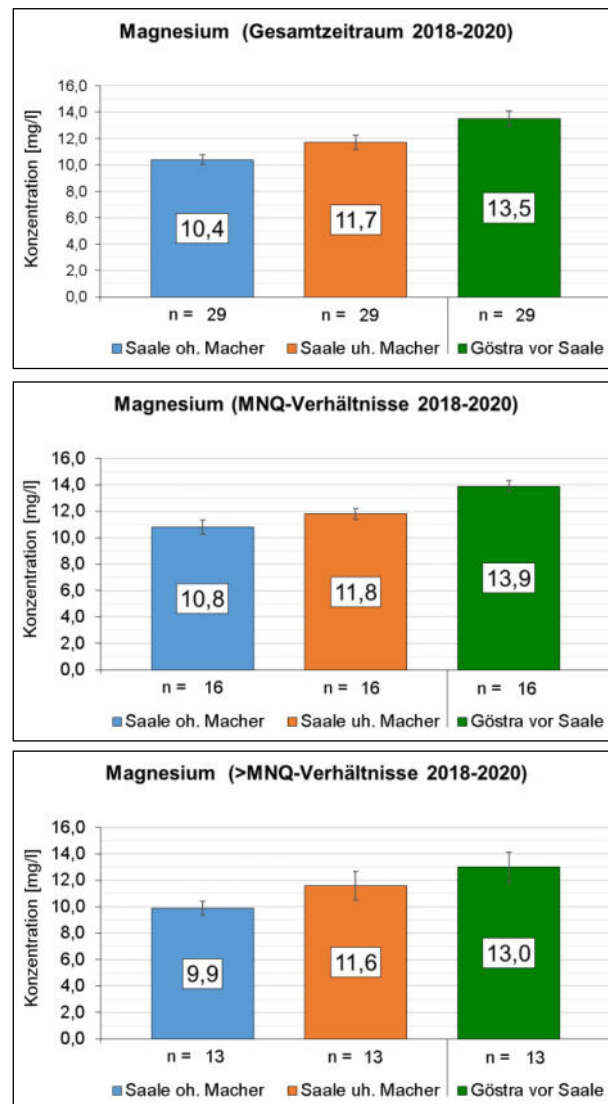


Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Daten des externen Labors

Abb. 33: Calcium in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz externes Labor

6.8.2.10 Magnesium

Eine Zunahme der Magnesium-Konzentration in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher ließ sich für alle Auswertungszeiträume feststellen. Während Phasen mit Abflüssen >MNQ war die Zunahme am stärksten ausgeprägt. Die Magnesium-Konzentration in der Göstra war durchwegs deutlich höher als in der Sächsischen Saale im Vorlauf, sodass eine Befruchtung auch durch die Göstra erfolgt. Die Firma Macher befruchtet die Sächsische Saale ebenfalls mit Magnesium. Die durchschnittlichen Konzentrationen im Ablauf der ARA waren mit Werten von 64 und 62 mg/l (vgl. Kap. 6.7.2.1) deutlich höher als in der S. Saale und in der Göstra.

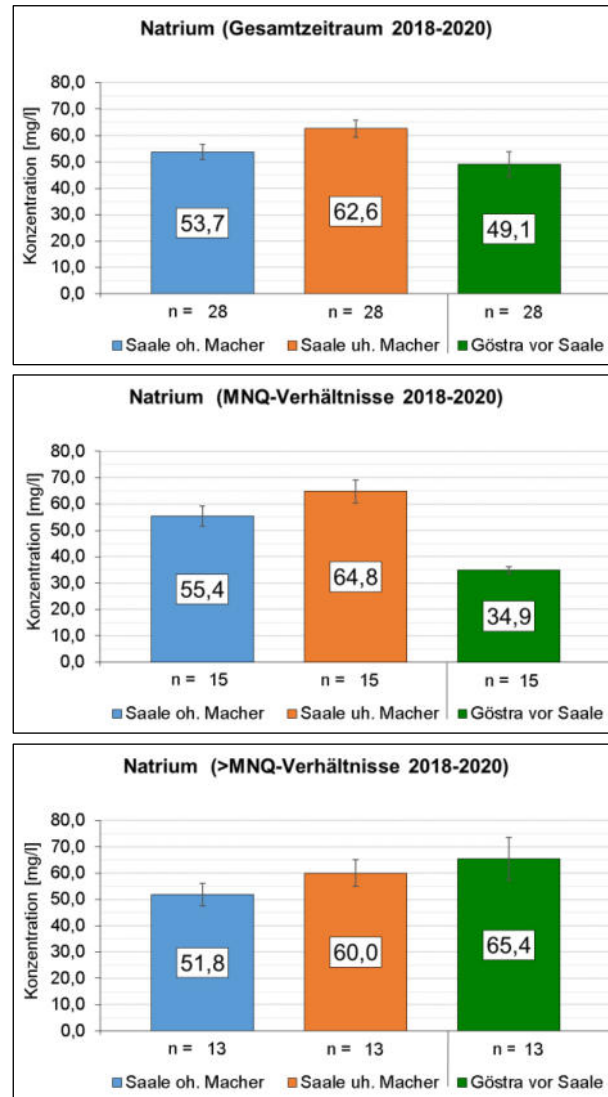


Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Daten des externen Labors

Abb. 34: Magnesium in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz externes Labor

6.8.2.11 Natrium

Eine Zunahme der Natrium-Konzentration in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher ließ sich für alle Auswertungszeiträume feststellen (Abb. 35). Die Zunahme bei Verhältnissen mit Abflüssen >MNQ bewegte sich innerhalb des Schwankungsbereiches des Standardfehlers. Während Phasen mit Abflüssen >MNQ war die Natrium-Konzentration in der Göstra wesentlich höher als im Vorlauf der Sächsischen Saale, sodass eine Befruchtung auch durch die Göstra erfolgte. In Phasen mit MNQ-Verhältnissen kann die Göstra als Ursache für die Konzentrationserhöhung in der Sächsischen Saale ausgeschlossen werden. Insofern ist die Zunahme auf die Einleitung der Firma Macher zurückzuführen. Daten zur Natrium-Konzentration im Ablauf der ARA liegen allerdings nicht vor.



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis der Daten des externen Labors

Abb. 35: Natrium in Sächsischer Saale und Göstra – Gesamtzeitraum, Zeitraum mit MNQ-Abflussverhältnissen und Zeitraum mit Abflussverhältnissen >MNQ – Datensatz externes Labor

6.8.3 Bewertung der gemessenen Stoffkonzentrationen in der Sächsischen Saale uh. der Einleitung der Firma Macher

Die Tab. 26 fasst die Mittelwerte der von Oktober 2018 bis Oktober 2020 untersuchten Parameter in der Sächsischen Saale unterhalb der Einleitung zusammen, analog zur Darstellung der Konzentrationen im Vorlauf in Tab. 16 in Kap. 6.5. In der Auswertung sind alle vorhandenen Daten je Messstelle berücksichtigt.

Tab. 26: Stoffkonzentrationen in der Sächsischen Saale unterhalb der Einleitung der Firma Macher und Abgleich mit Anforderungen an den guten Zustand nach OGewV sowie weiteren Vergleichswerten aus der Literatur

		Untersuchung durch				OGewV (2016) Anlage 7, Anlage 8	Umweltqualitäts- ziele bzw. weitere Vergleichswerte lt. Literatur
		Firma Macher		externes Labor			
Parameter	Dimen- sion	Okt. 2018- Okt. 2020 ¹	Anzahl Messwerte ¹	Okt. 2018- Okt. 2020 ¹	Anzahl Messwerte ¹		
NH ₄ -N	mg/l	0,15 ⁴	483	0,23 ⁴	99	≤ 0,1 (Anlage 7)	
NO ₂ -N	mg/l	0,03	483	0,04 ⁴	99	≤ 0,03 (Anlage 7)	
NO ₃ -N	mg/l	6,5	483	6,7	99	11,3 mg/l ⁵ (Anlage 8)	
P _{ges}	mg/l	0,14 ⁴	482	0,14 ⁴	97	≤ 0,10 (Anlage 7)	
Sauerstoff	mg/l	n.u.		10,1	99	> 7 (Anlage 7)	
TOC	mg/l	n.u.		7,3 ⁴	99	< 7 (Anlage 7)	
Chlorid	mg/l	99,2	479	109,4	99	≤ 200 (Anlage 7)	
Sulfat	mg/l	n.u.		45,9	27	≤ 75 (Anlage 7)	
pH-Wert		7,7	483	7,5	99	7,0–8,5 (Anlage 7)	
Eisen	mg/l	n.u.		0,18	29	≤ 0,7 (Anlage 7)	
N _{ges}	mg/l	6,7	483	6,9	99	indirekt geregelt ³	
TNb	mg/l	8,0	93	7,9	99		≤ 3 ²
DOC	mg/l	n.u.		6,9	29		8 ⁶
CSB	mg/l	22,2	482	23,1	99		2–22 ⁶
Leitfähigkeit	µS/cm	615	483	659	99		100–400 ⁷
AOX	mg/l	n.u.		0,011	99		≤ 0,025 ²
Säure- Kapazität bis 4,3	mmol/l	n.u.		1,8	29		≥ 0,3 ⁸
Calcium	mg/l	n.u.		42,5	28		≤ 50 ⁶
Magnesium	mg/l	n.u.		11,7	29		0,5–50 ⁶ ≤ 20 ⁹
Natrium	mg/l	n.u.		62,6	28		40 ⁶ ≤ 10 ⁶
Kalium	mg/l	n.u.		12,2	29		6,5 ⁶ 5–20 ⁹
Mangan	mg/l	n.u.		0,048	29		≤ 0,1 ⁶

Erläuterungen

- ¹ Datenquelle: Mittelwert aus dem Untersuchungsprogramm ARA und Oberflächengewässer der Firma Macher sowie des externen Labors im Zeitraum Okt. 2018 – Okt. 2020 – weitere Angaben und Auswertungen zu den Daten finden sich in Anhang 1
- ² Güteklasse II nach Gewässergüteklassifikation LAWA 1998
- ³ N_{ges} umfasst die Summe der anorganischen Stickstoffverbindungen NH₄-N, NO₂-N und NO₃-N, diese Stoffe sind jeweils in der OGewV geregelt
- ⁴ unterstützende Anforderung an den guten Zustand nach Anlage 7 OGewV gilt als überschritten, wenn der Mittelwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresmittelwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren über dem Wert der Anlage 7 liegt
- ⁵ UQN der Anlage 8 OGewV umgerechnet von Nitrat zu Nitrat-Stickstoff
- ⁶ Schneider et al. (2003): Leitbildorientierte physikalisch-chemische Gewässerbewertung – Referenzbedingungen und Qualitätsziele
- ⁷ Pottgiesser (2018): Die deutsche Fließgewässertypologie – Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der Fließgewässertypen

8	BRAUKMANN & BISS (2004): Conceptual study- An improved method to assess acidification in German streams by using benthic macroinvertebrates
9	RUNDER TISCH (2010): Wertebereich für Lebensbedingungen naturnaher Lebensgemeinschaften für die Werra und die Weser
n.u.	nicht untersucht
farbig	Stoff, für den die Auswertung in Kap. 6.8.2 eine Konzentrationserhöhung unterhalb der Einleitung der Firma Macher ergeben hat, die außerhalb des Schwankungsbereiches des Standardfehlers liegt, lila markiert
farbig	Überschreitung des Orientierungswerts gemäß OGewV, orange markiert

Nachfolgend werden nur mehr die Stoffe erläutert, für die eine Konzentrationserhöhung unterhalb der Firma Macher (farbig) und/oder Überschreitungen nach OGewV (farbig) festgestellt wurde. Für die weiteren Stoffe/Parameter bei denen unterhalb der Firma Macher keine Änderung gegenüber dem Vorlauf festgestellt wurden, gelten die in Kap. 6.5 getroffenen Aussagen.

6.8.3.1 Nach OGewV geregelte Stoffe

Innerhalb der nach OGewV Anlage 6 geregelten Stoffe wurden Konzentrationszunahmen bei Nitrit-Stickstoff, Gesamtphosphor, TOC und Chlorid festgestellt. Während bei Chlorid die Anforderung an den guten Zustand auch unterhalb der Firma Macher eingehalten bleibt, führen die Erhöhungen bei Nitrit-Stickstoff, Gesamtphosphor sowie TOC zu Überschreitungen der Anforderung bzw. verstärken sie die Überschreitung, sofern diese bereits im Vorlauf gegeben war:.

Nitrit-Stickstoff

Die Konzentrationen von Nitrit-Stickstoff bewegen sich bereits im Vorlauf im Grenzbereich der Anforderung an den guten Zustand. Bei MNQ-Verhältnissen wurden in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher Konzentrationserhöhungen festgestellt, die primär auf den Einfluss der Firma Macher zurückgehen, gefolgt von einer Befrachtung durch die Göstra. Die ungünstigen Nitrit-Verhältnisse im Vorlauf der Sächsischen Saale werden damit phasenweise durch die Einleitung der Firma Macher weiter verstärkt. Nitrit-Stickstoff als Komponente des Stickstoff-Kreislaufs in Gewässern hat Relevanz für die Trophie eines Gewässers und damit indirekt auch für die Saprobie (vgl. Kap. 4.1.2.5). Darüber hinaus liegt die biologisch relevante Bedeutung von Nitrit in Fließgewässern in dessen toxischer Wirkung auf die Gewässerorganismen. Die meisten Untersuchungsdaten liegen hinsichtlich der Qualitätskomponente Fische vor. Für diese wirken erhöhte Nitritkonzentrationen vor allem in Zusammenhang mit stark abgesenkten pH-Werten toxisch, was auf die Sächsische Saale allerdings nicht zutrifft.

Gesamt-Phosphor

Die Konzentrationen von Gesamt-Phosphor bewegen sich bereits im Vorlauf über den Anforderungen an den guten Zustand und werden durch die Einleitung der Firma Macher über die bereits vorhandene Überschreitung zusätzlich weiter erhöht. Die Erläuterung in Kap. 6.8.2.3 hat aufgezeigt, dass die Erhöhung ausschließlich auf die Einleitung der Firma Macher zurückzuführen ist. Phosphor hat essentielle Bedeutung für die Trophie eines Gewässers und damit indirekt auch für die Saprobie (vgl. Kap. 4.1.2.5). Insofern liegen in der Sächsischen Saale bereits im Vorlauf Verhältnisse vor, die die Trophie gegenüber dem natürlichen/unbeeinflussten Zustand ungünstig beeinflussen. Dies wird durch die Einleitung der Firma Macher zusätzlich verstärkt.

TOC

Bei TOC führt die Konzentrationserhöhung unterhalb der Firma Macher vor allem bei MNQ-Verhältnissen zu einer deutlichen Überschreitung der Anforderung an den guten Zustand, die bei MNQ-

Verhältnissen bereits im Vorlauf knapp überschritten ist. Die Erläuterung in Kap. 6.8.2.3 hat aufgezeigt, dass die Erhöhung ausschließlich auf die Einleitung der Firma Macher zurückzuführen ist. Inwiefern die zusätzliche TOC-Befrachtung Einfluss auf den ökologischen Zustand nimmt, hängt von dessen Zusammensetzung und biologischer Verfügbarkeit ab (vgl. Kap. 4.1.2.1).

Chlorid

Die Chlorid-Konzentrationen in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher von 100–110 mg/l erfüllen nach wie vor die Anforderung an den guten Zustand von ≤ 200 mg/l. Auch unter Berücksichtigung der Konzentrationserhöhung in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher, die neben der Firma Macher nachrangig auch auf die Göstra zurückzuführen ist, können nachhaltig beeinträchtigende oder schädigende Wirkungen auf aquatische Organismen und Lebensgemeinschaften grundsätzlich ausgeschlossen werden.

Ammonium-Stickstoff

Bei Ammonium-Stickstoff wurde im Mittel bezogen auf den Gesamtuntersuchungszeitraum keine Konzentrationserhöhung gegenüber dem Vorlauf festgestellt. Die Auswertung für MNQ Verhältnisse hat in beiden Datensätzen unterhalb der Firma Macher tendenziell höhere Konzentrationen ergeben als oberhalb (innerhalb der Schwankung des Standardfehlers) (siehe Anhang 1). Die Göstra als Ursache für vorgenannte Feststellungen kann ausgeschlossen werden, da die Göstra jeweils deutlich geringere Ammonium-Konzentrationen aufwies als die Sächsische Saale im Vorlauf.

Die Konzentrationen an Ammonium-Stickstoff lagen in beiden Datensätzen sowohl im Vorlauf als auch unterhalb der Firma Macher deutlich über der Anforderung an den guten ökologischen Zustand. Ammonium-Stickstoff hat essentielle Bedeutung für die Trophie eines Gewässers und damit indirekt auch für die Saprobie (vgl. Kap. 4.1.2.5). Algen und höhere Pflanzen können Ammonium als Nährstoff aufnehmen. Insbesondere für Diatomeen ist Ammonium die oft ausschlaggebende Nährstoffquelle. Insofern liegen in der Sächsischen Saale – unabhängig von der Einleitung der Firma Macher – bereits im Vorlauf Verhältnisse vor, die die Trophie gegenüber dem natürlichen/unbeeinflussten Zustand ungünstig beeinflussen.

Darüber hinaus liegt die gewässerökologische Relevanz von Ammonium-Stickstoff in dessen toxischer Wirkung, wenn sich bei erhöhten pH-Werten und Temperaturen das Dissoziationsgleichgewicht zugunsten von Ammoniak verschiebt. Die rechnerisch ermittelten Konzentrationen von Ammoniak-Stickstoff in der Sächsischen Saale für ausgewählte Temperaturen (15 – 23 °C) schwanken zwischen 2,0 und 3,6 µg/l (siehe Anhang 1 Kap. 7) und befinden sich somit oberhalb des definierten Orientierungswerts von < 1 µg/l gemäß OGewV.

Hinsichtlich des Parameters Ammoniak-Stickstoff ist die Fischfauna die empfindlichste Organismengruppe. Fischtoxisch wirksame Ammoniak-Stickstoff Konzentrationen werden jedoch bei weitem nicht erreicht. Als akut toxisch werden Ammoniak-Stickstoff Konzentrationen von 165 µg/l (entspr. 0,2 mg/l NH_3), als chronisch toxisch Konzentrationen von > 60 – 80 µg/l (entspr. $> 0,075$ – $0,1$ mg/l NH_3) als Grenzwerte angegeben (SCHRECKENBACH 1978, 1993). Die errechneten Ammoniak-Stickstoff Konzentrationen unterschreiten diese Werte um ein Vielfaches.

6.8.3.2 Ungeregelte Stoffe

Innerhalb der unregulierten Stoffe wurden Konzentrationszunahmen bei DOC, CSB, Leitfähigkeit, Säurekapazität, Calcium, Magnesium und Natrium festgestellt.

DOC und CSB

Die gemessenen Konzentrationen in der Sächsischen Saale unterhalb der Einleitung der Firma Macher lagen bei DOC und CSB auch unter Berücksichtigung der festgestellten Erhöhung gegenüber der Konzentration im Vorlauf nach wie vor im Bereich dessen, was in der Literatur als natürliche Hintergrundwerte angegeben werden. Die Erläuterung in Kap. 6.8.2.3 hat aufgezeigt, dass die Erhöhung gegenüber dem Vorlauf ausschließlich auf die Einleitung der Firma Macher zurückzuführen ist. Inwiefern die zusätzliche DOC- und CSB-Befrachtung Einfluss auf den ökologischen Zustand nimmt, hängt von dessen Zusammensetzung und biologischer Verfügbarkeit ab (vgl. Kap. 4.1.2.1).

Leitfähigkeit

POTTGIESSER (2018) gibt für den Fließgewässertyp 9, dem die Sächsische Saale zugeordnet ist, Referenzwerte für die elektrische Leitfähigkeit von 100–400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ an. Die gemessene Leitfähigkeit in der Sächsischen Saale lag im Mittel bereits im Vorlauf über diesen Referenzwerten (vgl. Kap. 6.5.1.2). Die elektrische Leitfähigkeit der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher bewegt sich mit Werten von 615 bzw. 659 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aber in einem Bereich, wie sie beispielsweise in karbonatischen Mittelgebirgsgewässern natürlicherweise gegeben sind (POTTGIESSER 2018). Die Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit unterhalb der Firma Macher steht in erster Linie im Zusammenhang mit der festgestellten Zunahme an Chlorid sowie Calcium, Magnesium und Natrium.

Calcium

Die mittlere Calcium-Konzentration in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher von 42,5 mg/l bewegt sich im Bereich dessen, was in der Literatur als natürliche Hintergrundwerte angegeben werden. Nachhaltig beeinträchtigende Wirkungen auf die Gewässerökologie können ausgeschlossen werden.

Magnesium

Die mittlere Magnesium-Konzentration in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher von 11,7 mg/l bewegt sich im Bereich dessen, was in der Literatur als natürliche Hintergrundwerte angegeben werden. Nachhaltig beeinträchtigende Wirkungen auf die Gewässerökologie können ausgeschlossen werden.

Natrium

Die mittlere Konzentration an Natrium im Vorlauf der Sächsischen Saale lag mit 53,7 mg/l teils über den Werten, die in der Literatur als natürliche Hintergrundkonzentration genannt werden. Unterhalb der Einleitung wurden Natrium-Konzentrationen von durchschnittlich 62,6 mg/l gemessen. Eine beeinträchtigende Wirkung auf die Lebensgemeinschaften kann bei diesen Konzentrationen nach wie vor ausgeschlossen werden. Grundsätzlich wirken vor allem Kalium und Magnesium ab bestimmten Konzentrationen schädlich auf aquatische Lebensgemeinschaften während andere Salz-Ionen, nämlich Natrium, Calcium und Sulfat, von eher untergeordneter Bedeutung sind (RUNDE TISCH GEWÄSSERSCHUTZ WERRA/WESER 2010). So hat der Runde Tisch Gewässerschutz Werra/Weser (beide Gewässer weisen eine starke Salzbelastung aufgrund des Kaliabbaus auf) Umweltqualitäts-

ziele für Kalium und Magnesium definiert, nicht aber für Natrium. Dabei liegen die Natrium-Konzentrationen in der Werra mit Werten von 300 bis 700 mg/l (HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE 2008) weit über den Konzentrationen in der Sächsischen Saale.

Säurekapazität

Die Säurekapazität gibt an, wieviel Säure ein Wasser bis zum Erreichen eines bestimmten pH-Wertes aufnehmen kann und beschreibt damit die Pufferkapazität eines Wassers. Maßgeblich wird die Säurekapazität durch die im Wasser gelösten Hydrogenkarbonate von Calcium, Magnesium und Natrium bestimmt. Analog zur Zunahme der Calcium-, Magnesium- und Natrium-Konzentration in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher lässt sich auch eine Erhöhung der Pufferkapazität feststellen. Eine Versauerungsgefährdung ist damit nicht gegeben.

6.8.4 Konzentrationen der im Abwasserscreening detektierten Stoffe in der Sächsischen Saale

Im zweiten Abwasserscreening wurde Bor als einziger Stoff detektiert, der in relevanten Mengen im Ablauf der ARA vorkommt. Tab. 27 zeigt die gemessenen Bor Konzentrationen in der Sächsischen Saale vom Abwasserscreening am 16./17. Juni 2020.

Tab. 27: Durch das Abwasserscreening gemessene Bor Konzentrationen in der Sächsischen Saale

Parameter	Dimension	Ablauf Macher	Göstra	Saale oberhalb	Saale unterhalb	Vergleichswerte lt. Literatur, PNEC
Bor	mg/l	7,57	<BG ¹	0,03	0,31	0,24 ² PNEC: 1 ³

Erläuterungen:

¹die BG liegt bei 0,02 mg/l

²RIVM: Grenzwert für Umweltrisiken

³LUBW

Bor ist in der Oberflächengewässerverordnung nicht geregelt. Das National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) gibt als Grenzwert für Umweltrisiken Borkonzentrationen in Oberflächengewässern von 0,24 mg/l an (VAN HERWIJNEN & SMIT 2010). Auf der Grundlage verschiedener Studien und toxikologischer Versuche wurde vom Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) für Bor ein Wert für Oberflächenwasserbiozönosen von 1 mg/l als PNEC vorgeschlagen (K.-P. BARUFKE ET AL. 2012). Grundsätzlich ist bei Bor zu berücksichtigen, dass sich in den ökotoxikologischen Untersuchungen keine Artengruppe als eindeutig empfindlichste erwiesen hat. Die Effekt-Konzentrationen schwanken sehr stark innerhalb der einzelnen Artengruppen. Bei Fischen beispielsweise wurden unter Laborbedingungen Wirkungen ab Bor-Konzentrationen von 1,1 bis 1,8 mg/l festgestellt; bei Makrozoobenthos ab Konzentrationen von 6–10 mg/l (K.-P. BARUFKE ET AL. 2012).

Die im Abwasser-Screening in der Saale unterhalb der ARA-Einleitung gemessene Konzentration von ca. 0,3 mg/l liegt geringfügig oberhalb des angegebenen Grenzwertes von 0,24 mg/l des RIVM. Die PNEC von 1 mg/l wird allerdings bei weitem nicht überschritten.

6.8.5 Fazit zur stofflichen Beeinflussung des FWK 5_F021 durch die Firma Macher

Die Sächsische Saale unterhalb der Einleitung der Firma Macher ist Mischwasser aus Sächsischer Saale, Göstra und der Einleitung der Firma Macher.

Fazit für geregelte Stoffe

Durch das Untersuchungsprogramm ARA und Oberflächengewässer wurde festgestellt, dass für die nach OGewV geregelte Stoffe Nitrit-Stickstoff, Gesamtphosphor, TOC und Chlorid (im Mittel) eine Konzentrationserhöhung in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher gegenüber dem Vorlauf vorliegt. Während bei den Stoffen Gesamtphosphor und TOC die Konzentrationserhöhung auf die Einleitung der Firma Macher zurückzuführen ist, erfolgt bei Nitrit-Stickstoff und Chlorid neben der Macher Einleitung auch eine zusätzliche Befrachtung durch die Göstra. Bei Nitrit-Stickstoff war eine Konzentrationserhöhung im Mittel nur bei Niedrigwasserverhältnissen messbar.

Die Konzentrationen von Nitrit-Stickstoff bewegen sich bereits im Vorlauf im Grenzbereich der Anforderung an den guten Zustand. Die ungünstigen Nitrit-Stickstoff Verhältnisse im Vorlauf der Sächsischen Saale werden phasenweise vor allem bei Niedrigwasserverhältnissen durch die Einleitung der Firma Macher weiter verstärkt, was teilweise zu einer Überschreitung der Anforderung an den guten Zustand führt. Bei Gesamt-Phosphor bewegen sich die Vorlaufkonzentrationen in der Regel über den Anforderungen an den guten Zustand nach OGewV und werden durch die Einleitung der Firma Macher über die bereits vorhandene Überschreitung zusätzlich weiter erhöht. TOC Konzentrationserhöhungen unterhalb der Firma Macher führen im Untersuchungszeitraum zu einer Überschreitung der Anforderung an den guten Zustand nach OGewV. Bei MNQ-Verhältnissen wurden die Anforderungen an den guten Zustand bereits im Vorlauf knapp überschritten und durch die TOC Einleitung weiter verstärkt. Bezüglich der Chlorid Konzentration wurde die Anforderung an den guten Zustand nach OGewV in der Sächsischen Saale auch unterhalb der Einleitung der Firma Macher eingehalten.

Fazit für ungeregelte Stoffe

Bei den ungeregelten Stoffen und Parametern wurden Konzentrationserhöhungen unterhalb der Einleitung gegenüber dem Vorlauf bei DOC, CSB, der Leitfähigkeit, der Säurekapazität, Calcium, Magnesium und Natrium festgestellt. Die Konzentrationserhöhung unterhalb der Einleitstelle war für die Stoffe DOC und CSB ausschließlich auf die Einleitung der Firma Macher zurückzuführen. Bei der Leitfähigkeit, der Säurekapazität und Natrium erfolgte neben der Konzentrationserhöhung durch Macher abhängig vom Abfluss in der Sächsischen Saale auch eine zusätzliche Befrachtung durch die Göstra. Bei Calcium und Magnesium ist ein großer Anteil der Konzentrationsänderung auf die Befrachtung der Sächsischen Saale durch die Göstra zurückzuführen.

Die gemittelten Konzentrationen in der Sächsischen Saale unterhalb der Einleitung der Firma Macher bewegen sich für CSB im Bereich (bei Niedrigwasserverhältnissen geringfügig oberhalb) natürlicher Hintergrundwerte aus der Literatur. Die gemessene Leitfähigkeit in der Sächsischen Saale lag im Mittel bereits im Vorlauf über dem angegebenen Referenzwert des Fließgewässertyp 9, dem die Sächsische Saale nach POTTGIESSER (2018) zugeordnet ist. Unterhalb der Einleitung steigt die Leitfähigkeit nicht über Referenzwerte, wie sie beispielsweise in karbonatischen Mittelgebirgsgewässern natürlicherweise gegeben sind. Die mittlere Konzentration an Natrium lag in der Sächsischen Saale sowohl im Vorlauf als auch unterhalb der Einleitung über den Werten, die in der Literatur als natürliche Hintergrundkonzentration genannt werden. Konzentrationen der Stoffe und Parameter DOC,

Säurekapazität, Calcium und Magnesium lagen stets in Bereichen dessen, was in der Literatur als natürliche Hintergrundwerte angegeben wird.

Die im zweiten Abwasser-Screening in der Saale unterhalb der ARA-Einleitung gemessenen Konzentrationen von Bor liegen weit unterhalb der PNEC.

6.9 Thermische Beeinflussung des FWK 5_F021 durch die Firma Macher

Im Sommer 2019 wurden vom WWA Hof Temperaturmessungen der Sächsischen Saale ober- sowie unterhalb der Einleitung der Firma Macher durchgeführt (vgl. Kap. 5.5). Die amtliche Messstelle, die dauerhaft die Temperatur der Sächsischen Saale aufzeichnet, befindet sich oberhalb der Firma Macher in Hof. Zwischen der amtlichen Messstelle und der Firma Macher leitet die Kläranlage Hof in die Sächsische Saale ein.

Bei Auswertung der Temperaturmessungen im Sommer 2019 zeigte sich eine Erhöhung der Wassertemperatur im Fließverlauf zwischen dem amtlichen Pegel in Hof und den Messstellen unterhalb der Firma Macher. Jedoch fand die Erhöhung auch zu Zeiten statt, an denen bei der Firma Macher aufgrund von Revision kein Realbetrieb gefahren wurde und deshalb keine nennenswerte Temperatureinleitung in die Sächsische Saale erfolgte. Im Anhang 14 finden sich dazu genaue Ausführungen und graphische Darstellungen. Es scheinen im Fließverlauf der Sächsischen Saale neben etwaigen Auswirkungen der thermischen Einleitung der Firma Macher auch andere Einflüsse auf das Temperaturregime zu wirken.

Um einen etwaigen Einfluss der Temperatureinleitung durch die Firma Macher auf das Temperaturregime der Sächsischen Saale von anderen Einflüssen, wie z.B. der Kläranlage Hof und atmosphärischen/solaren Effekten, abgrenzen zu können und bewertbar zu machen, wurde von der Firma Macher von Juni 2020 bis einschließlich April 2021 ein Messnetz aus Temperaturlogger eingerichtet und betrieben (vgl. Kap. 5.5). Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Temperaturlogger dargestellt.

In Abb. 36 werden die Monatsmittelwerte der projektspezifischen Temperaturlogger im Untersuchungsgebiet dargestellt. Die genaue Position der Logger sowie deren Eigenschaft bei gegenständlicher Begutachtung finden sich in Kap. 5.5 und werden nachfolgend noch einmal kurz zusammengefasst.

Der Logger MA 1 befindet sich oberhalb der Macher-Einleitung und ist deshalb vom gegenständlichen Vorhaben unbeeinflusst (Übersicht über die Lage der installierten Datenlogger in Abb. 12). Die beiden Logger MA 2 und MA 3 befinden sich unterhalb der Einleitung der Firma Macher, unterstrom der Autobahnbrücke. Dabei befindet sich der Logger MA 2 am orographisch linken Ufer, MA 3 am orographisch rechten Ufer. Die Einleitung der Firma Macher befindet sich auf der linken Uferseite.

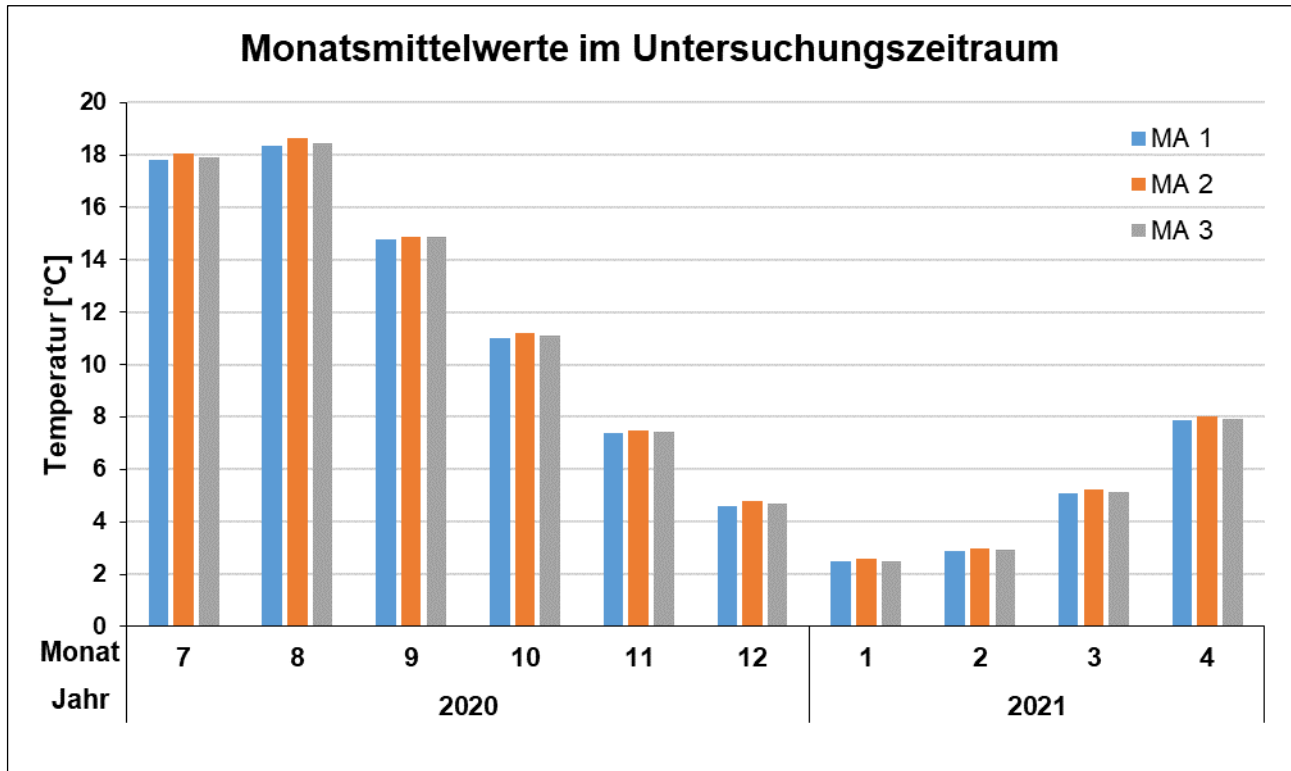


Abb. 36: Monatsmittelwerte im gleitenden 6h-Mittel der Temperatur der Sächsischen Saale [°C] im Untersuchungsjahr Juli 2020 bis April 2021. Dargestellt sind die Daten der Logger im unmittelbaren Wirkungsbereich des Vorhabens MA 1 (Kontrolle), MA 2 (uh Macher links) und MA 3 (uh Macher rechts)

Die höchste Temperatur im Monatsmittel wurde am Logger MA 2 unterhalb der Firma Macher am linken Ufer im August 2020 mit 18,64°C erreicht. Die niedrigste Temperatur am Logger MA 1 oberhalb der Firma Macher im Januar 2021 mit 2,49 °C. Über die betrachtete Zeitreihe waren die Monatsmitteltemperaturen am Logger MA 1 in jedem Monat die niedrigsten, die am Logger MA 2 am höchsten. Am Logger MA 2 waren die Monatsmitteltemperaturen über den gesamten Untersuchungszeitraum gesehen um 0,17 K höher als am Logger MA 1 und um 0,13 K höher als am Logger MA 3.

Für eine detailliertere Betrachtung der möglichen Auswirkungen der Macher-Einleitung auf das oben dargestellte Temperaturregime der Sächsischen Saale im unmittelbaren Wirkungsbereich werden nachfolgend drei ausgewählte Zeiträume (jeweils einer im Frühling, im Sommer und im Winter) exemplarisch dargestellt. Die drei Zeiträume haben dabei nachfolgende Charakteristik/Besonderheit:

- Frühling: ausgewählter Zeitraum Ende März, gemäß OGewV noch Winter. Charakterisiert durch verhältnismäßig hohe Vorlauftemperaturen (möglicher Konflikt mit winterlichem Orientierungswert von 10 °C).
- Sommer: ausgewählter Zeitraum (Mitte August) mit höchsten Vorlauftemperaturen der betrachteten Zeitreihe (sommerliche worst-case-Bedingungen bezogen auf Maximaltemperaturen).
- Winter: ausgewählter Zeitraum (Mitte Januar) mit niedrigen Vorlauftemperaturen der betrachteten Zeitreihe sowie sehr geringem Abfluss der Sächsischen Saale (worst-case-Bedingungen bezogen auf Temperaturerhöhung).

Frühlingszeitraum (gem. OGewV noch Winterzeitraum)

Im Frühlingszeitraum (Abb. 37) wird die letzte März-Woche (gemäß OGewV noch Winterzeitraum) genauer betrachtet. Auch hier wird der Logger oberhalb der Firma Macher (MA 1) sowie die beiden Logger unterhalb der Firma Macher im Einflussbereich der Einleitung am linken Ufer (MA 2) sowie am rechten Ufer (MA 3) näher dargestellt.

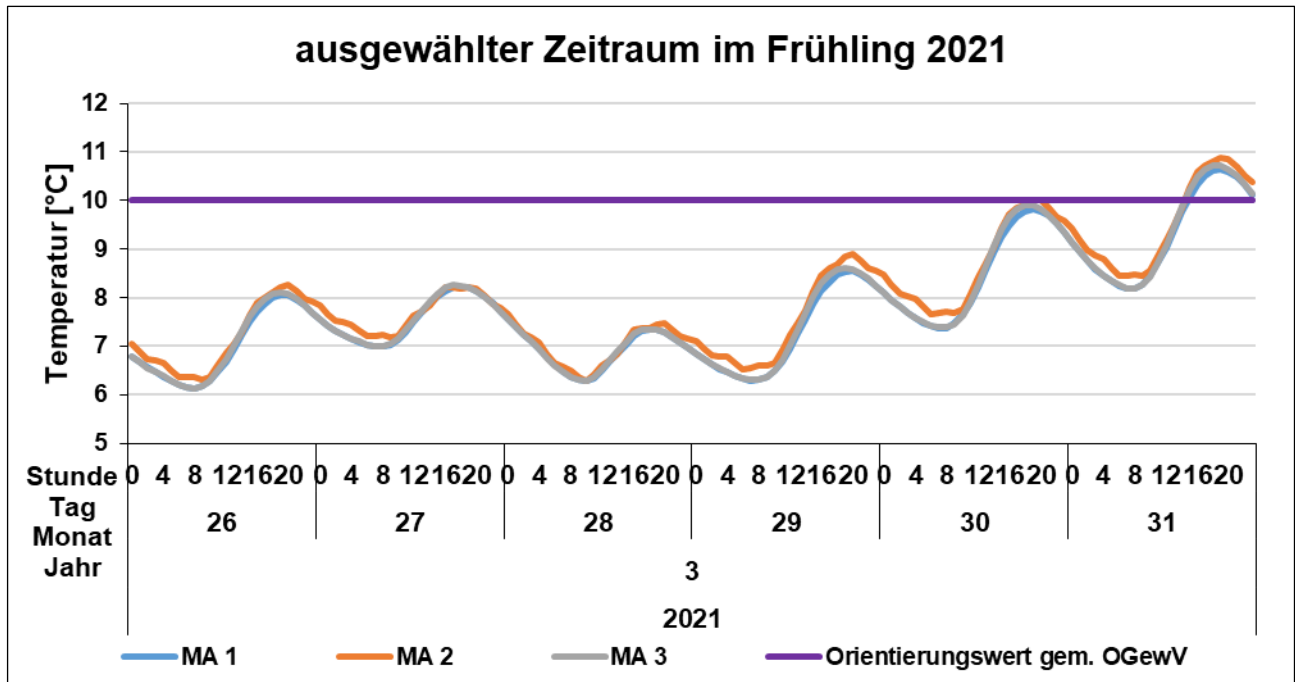


Abb. 37: Stundenmittelwerte der Saale-Temperatur [°C] als gleitendes 6h-Mittel in dem ausgewählten Zeitraum im Frühling 2021 (gemäß OGewV noch Winterzeitraum). Dargestellt sind die Daten der Logger oberhalb der Macher-Einleitung (MA 1) und unterhalb der Macher-Einleitung links (MA 2) und rechts (MA 3). Der Orientierungswert nach OGewV im Winter (Dezember bis März) beträgt 10 °C.

Die höchsten Temperaturen im Frühlingszeitraum wurden am Logger MA 2 (orange Linie) erreicht. Diese lagen bei 10,88 °C. Die höchste im Vorlauf (Logger MA 1) ermittelte Temperatur lag bei 10,63 °C. Am welligen Temperaturverlauf bei MA 2 lässt sich die diskontinuierliche Einleitung der Firma Macher erkennen. Am Logger MA 3 (blaue Linie, uh Macher) sowie am Logger MA 1 (graue Linie, oh Macher) wurden sehr ähnliche „glatte“ Temperaturverläufe gemessen. Am Logger MA 1 waren die Temperaturen im Schnitt 0,03 K kälter als am Logger MA 3, im Maximum 0,18 K. Am Logger MA 2 wurden über den Frühlingszeitraum gemittelt um 0,18 K wärmere Wassertemperaturen gemessen als am Logger MA 1, im Maximum wurden um 0,4 K höhere Wassertemperaturen erreicht als im Vorlauf. Der Orientierungswert gem. OGewV für die maximale Aufwärmung von 1,5 K wird dabei deutlich eingehalten.

Am 30.03.2021 und 31.03.2021, den letzten Tagen des Winterzeitraumes gem. OGewV, kam es an allen drei Loggern zu Überschreitungen des Orientierungswertes von 10 °C. Die höchste Überschreitung wurde am Logger MA 2 festgestellt und betrug 0,88 °C über dem Orientierungswert. Insgesamt wurden am Logger MA 2 an elf Stunden Überschreitungen des Orientierungswertes gem. OGewV festgestellt, am Logger MA 3 und MA 1 jeweils an neun Stunden. Ansonsten wurden im gesamten Winterzeitraum keine Überschreitungen des Orientierungswertes gemessen.

Die Einleittemperatur (tägliche Messung) aus der ARA im Frühlingsszenario schwankte zwischen 32,0 °C und 35,6 °C (vgl. Tab. 28).

Tab. 28: Tagesmesswert der Einleittemperatur der Firma Macher im Frühlingszeitraum [°C]

Zeitraum	Datum	Einleittemperatur [°C]
Frühling	26.03.2021	34,2
	27.03.2021	32,0
	28.03.2021	34,1
	29.03.2021	35,3
	30.03.2021	33,3
	31.03.2021	35,6

Im Frühlingszeitraum zeigt sich im Ist-Zustand eine Erwärmung der Sächsischen Saale unterhalb der Einleitung der Firma Macher. Die Wassertemperatur an den beiden beeinflussten Loggern ist höher als am Logger oberhalb der Einleitung, wobei die Wassertemperatur am linksseitigen Ufer der Sächsischen Saale (MA 2) höher ist als am rechten Ufer (MA 3). Der wellige Temperaturverlauf am linksufrigen Logger spiegelt die diskontinuierliche Einleitung der Firma Macher wieder.

Die gezeigten Daten deuten auf eine noch nicht vollständige Einmischung des ARA-Ablaufs in die S. Saale auf Höhe der Temperaturlogger hin. Die vollständige Einmischung/Durchmischung ist somit erst im dann anschließenden Staubebereich anzunehmen.

Sommerzeitraum (höchste Vorlauftemperatur)

Der ausgewählte Sommerzeitraum in Abb. 38 berücksichtigt die Tage mit den höchsten ermittelten Vorlauftemperaturen im Untersuchungszeitraum.

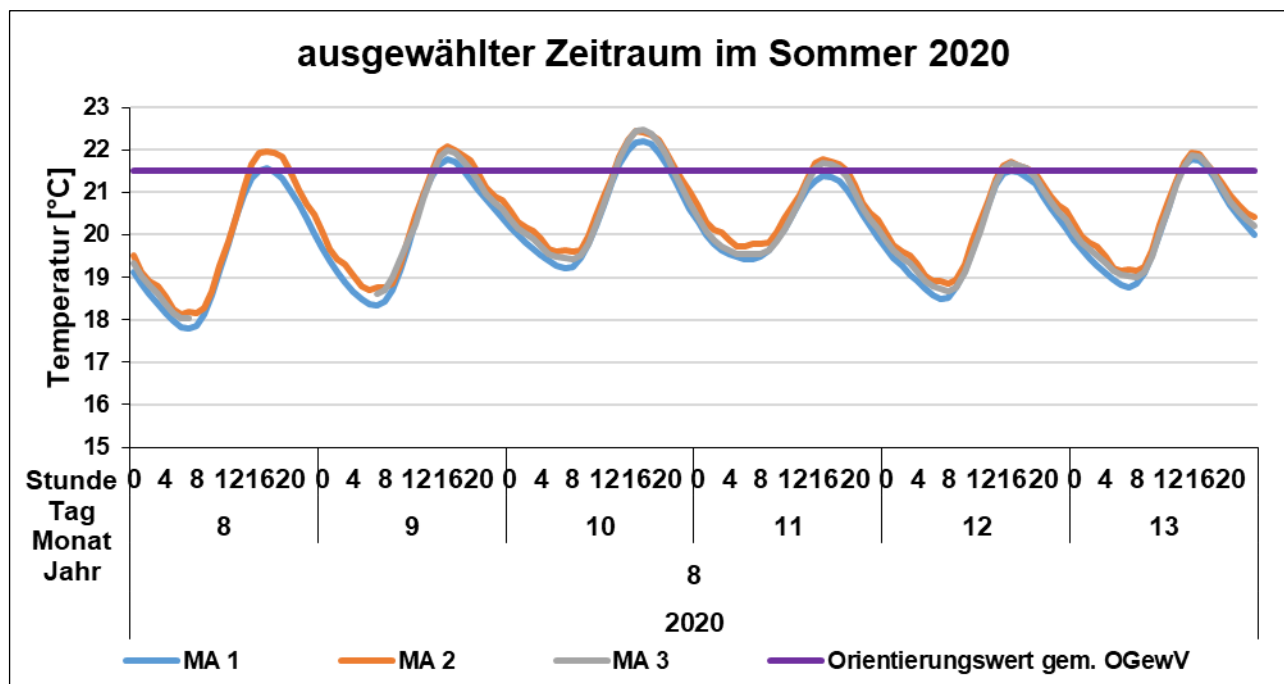


Abb. 38: Stundenmittelwerte der Saale-Temperatur [°C] als gleitendes 6h-Mittel in dem ausgewählten Zeitraum im Sommer 2020. Dargestellt sind die Daten der Logger oberhalb der Macher-Einleitung (MA 1) und unterhalb der Macher-Einleitung links (MA 2) und rechts (MA 3). Der Orientierungswert nach OGewV im Sommer (April bis November) beträgt 21,5 °C.

Die höchsten Temperaturen im Sommerzeitraum wurden am 10.08. erreicht. Am Logger MA 3 wurde die höchste Temperatur mit 22,46 °C ermittelt, am Logger MA 2 betrug die Maximaltemperatur 22,43 °C und am Logger MA 1, oberhalb der Einleitung, 22,21 °C. Bei sommerlichen Spitzentemperaturen ist auf Basis der vorliegenden Daten demnach keine Temperaturfahne in der Saale zu erkennen. Über den Sommerzeitraum gemittelt waren die Temperaturen am Logger MA 1 am niedrigsten. Am Logger MA 3 war die Wassertemperatur im Schnitt um 0,14 K wärmer als am Logger MA 1, im Maximum um 0,31 K. Am Logger MA 2 war die Wassertemperatur im Mittel um 0,28 K wärmer als am Logger MA 1, im Maximum um 0,53 K.

Der Orientierungswert von 21,5 °C wurde im gesamten Sommerzeitraum an allen drei Temperaturloggern mehrfach und wiederholt überschritten. Am Logger MA 2 wurden die meisten Überschreitungen mit 44 gleitenden-6h-Mittelwerten festgestellt, am Logger MA 3 war die Wassertemperatur an 36 Stunden höher als 21,5 °C und an Logger MA 1 an 26 Stunden.

Die Einleittemperatur (tägliche Messung) im Sommer (vgl. Tab. 29) schwankte zwischen 35,5 °C und 38,3 °C und lag damit dauerhaft deutlich über dem beantragten Überwachungswert von 30,0 °C.

Tab. 29: Tagesmesswert der Einleittemperatur der Firma Macher im Sommerzeitraum [°C]

Zeitraum	Datum	Einleittemperatur [°C]
Sommer	08.08.2020	35,5
	09.08.2020	37,4
	10.08.2020	38,2
	11.08.2020	38,3

Zeitraum	Datum	Einleittemperatur [°C]
	12.08.2020	36,6
	13.08.2020	37,2

Auch im Sommerzeitraum ist die Wassertemperatur unterhalb der Einleitung der Firma Macher höher als oberhalb. Ebenso wie im Frühling lässt auch im Sommer der Temperaturverlauf am Logger an der linken Uferseite (MA 2) die diskontinuierliche Einleitung erkennen, eine leichte linksufrige Fahnenbildung scheint auch im gesamten Sommerszenario erkennbar, auch wenn diese nicht so deutlich ausgeprägt ist wie im Frühlingsszenario.

Winterzeitraum (niedrige Vorlauftemperaturen, geringer Abfluss)

Im letzten ausgewählten Zeitraum werden in Abb. 39 exemplarisch die Tage mit niedrigen Wasservorlauftemperaturen sowie sehr geringem Abfluss der Sächsischen Saale dargestellt. Die Wassertemperatur an den Loggern MA 1 und MA 3 unterschied sich im Winterzeitraum kaum voneinander. Über den ausgewählten Zeitraum gemittelt, wurden am Logger MA 3 um 0,05 K wärmere Wassertemperaturen gemessen als am Logger MA 1. Die Maximaltemperatur am Logger MA 1 betrug 2,11 °C (Minimaltemperatur: 0,86 °C), am Logger MA 3 2,14 °C (Minimaltemperatur: 0,94 °C). Am Logger MA 2 wurde eine Maximaltemperatur von 2,26 °C erreicht, die Minimaltemperatur betrug 1,05 °C. Die Wassertemperatur an diesem Logger war im Mittel um 0,16 K und im Maximum um 0,33 K wärmer als am Logger MA 3 und um 0,21 K (Mittel) bzw. 0,41 K (Maximum) wärmer als am Logger MA 1.

Im ausgewählten Winterzeitraum wurde der Orientierungswert von 10 °C nicht überschritten.

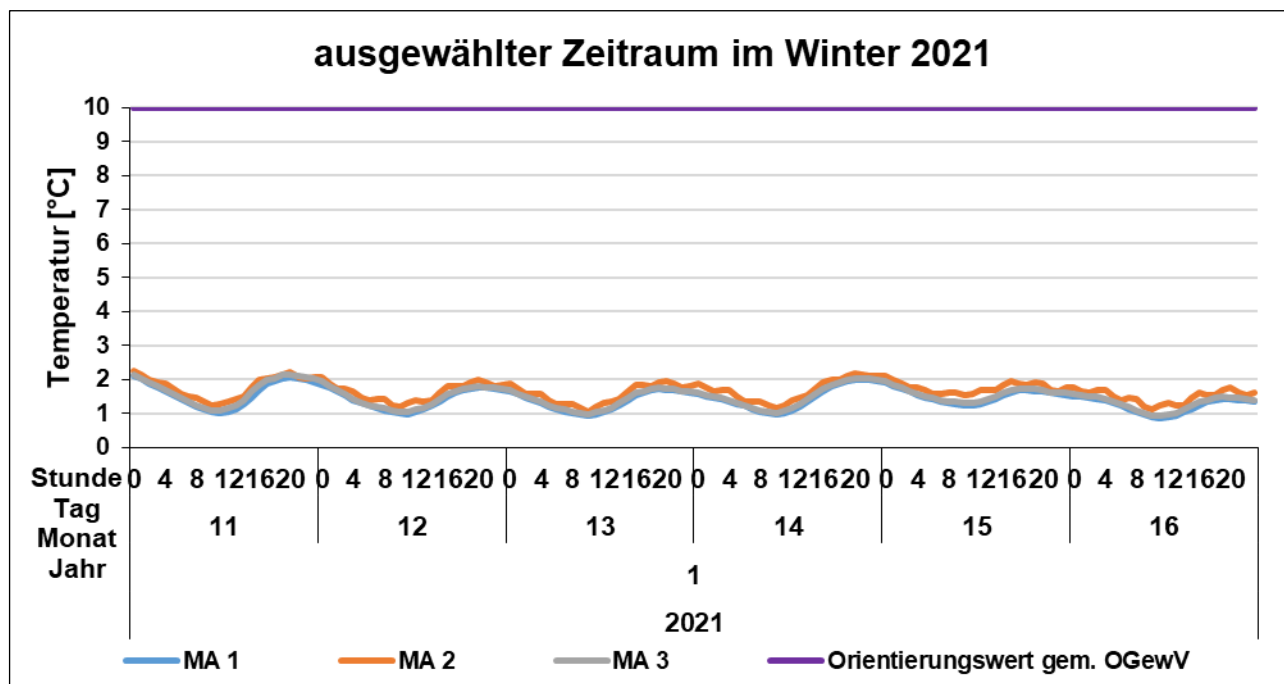


Abb. 39: Stundenmittelwerte der Saale-Temperatur [°C] als gleitendes 6h-Mittel in dem ausgewählten Zeitraum im Winter 2021. Dargestellt sind die Daten der Logger oberhalb der Macher-Einleitung (MA 1) und unterhalb der Macher-Einleitung links (MA 2) und rechts (MA 3). Der Orientierungswert nach OGewV im Winter (Dezember bis März) beträgt 10 °C.

Die Einleittemperatur (tägliche Messung) im Winter schwankte zwischen 30,2°C und 32,4°C (vgl. Tab. 30).

Tab. 30: Tagesmesswert der Einleittemperatur der Firma Macher im Winterzeitraum [°C].

Zeitraum	Datum	Einleittemperatur [°C]
Winter	11.01.2021	32,1
	12.01.2021	31,2
	13.01.2021	30,6
	14.01.2021	30,3
	15.01.2021	30,2
	16.01.2021	32,4

Zusammenfassung

Zusammenfassend zeigt sich sowohl im Monatsmittel als auch in den detailliert dargestellten Szenarien an den beiden Temperaturloggern unterhalb der Macher-Einleitung eine höhere Wassertemperatur im Vergleich zum Kontroll-Logger oberhalb von Macher (MA 1). Die höchsten Wassertemperaturen im Untersuchungszeitraum wurden vom Logger MA 2 am linken Ufer der Sächsischen Saale aufgezeichnet. Dieser Logger zeigt bei Betrachtung der detaillierten Szenarien einen deutlich unregelmäßigen, welligen Temperaturverlauf. Da sich dieser Logger auf der gleichen Uferseite wie

die Einleitung der Firma Macher befindet, welche diskontinuierlich erfolgt, lässt sich auf eine Fahnenbildung unterhalb der Firma Macher am linken Ufer schließen. Die vollständige Einmischung/Durchmischung ist somit erst im dann anschließenden Staubereich anzunehmen.

Die sommerlichen und winterlichen Orientierungswerte für die Maximaltemperaturen gem. OGewV werden sowohl oberhalb als auch unterhalb der Einleitung der Fa. Macher an bestimmten Tagen im Jahr überschritten. Dabei kommt es unterhalb der Fa. Macher, insbesondere am linksufrig platzierten Logger, zu deutlicheren und etwas häufigeren Überschreitungen der Orientierungswerte. Der Orientierungswert für die Temperaturerhöhung / Aufwärmspanne wird eingehalten.

6.10 Fließgeschwindigkeiten der Sächsischen Saale

Die Sächsische Saale im Untersuchungsgebiet ist ein langsam fließendes Gewässer²⁶. Im Mittel betrug die Fließgeschwindigkeit in den frei fließenden Abschnitten 0,16 m/s, die maximal ermittelte Fließgeschwindigkeit lag bei 0,51 m/s (Querprofil bei F-km 21,0). Über weite Bereiche niedrige Fließgeschwindigkeiten sind somit prägend für den betrachtungsrelevanten Abschnitt der Sächsischen Saale im Untersuchungsgebiet.

Stromauf der vier im Untersuchungsgebiet gelegenen Wehranlagen (Obere Mühle bei F-km 32,06; Fattigsmühle bei F-km 26,10; Joditzmühle bei F-km 24,09; Lamitzmühle bei F-km 20,00) reduzieren sich die Fließgeschwindigkeiten jeweils deutlich. So wurden in den Stauräumen Fließgeschwindigkeiten zwischen 0 und 0,05 m/s gemessen.

Eine detaillierte Auflistung der gemessenen Fließgeschwindigkeiten aller Querprofile ist Anhang 15 zu entnehmen.

6.11 Ökologische Durchgängigkeit der Sächsischen Saale und der Göstra

In der Sächsischen Saale (FWK 5_F021) befinden sich innerhalb des Untersuchungsgebiets vier Wehranlagen, die (fisch-)ökologisch nicht durchgängig sind (Tab. 31). Lediglich das Wehr „Joditzmühle“ verfügt über eine Fischtreppe, die jedoch ebenfalls nicht durchgängig ist bzw. amtlicherseits als „nicht durchgängig“ bewertet wird (Tab. 31). Die zur Sicherung der Sohle vorhandenen Sohlrampen und Sohlengleiten der Sächsischen Saale hingegen sind alle frei durchgängig.

In der Göstra (FWK 5_F031) ist der Ablass des oberhalb der Firma Macher gelegenen Stausees nicht durchgängig. Zudem ist die zur Sohlensicherung eingebaute Absturztreppe nicht durchgängig.

Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die fischbiologische/ökologische Durchgängigkeit der Sächsischen Saale und der Göstra im Untersuchungsgebiet stark gestört ist.

²⁶ Einteilung von Fließgewässern nach Fließgeschwindigkeiten gemäß (HUET 1962): sehr rasch: $V > 1,0$ m/s, rasch: $V 0,5-1,0$ m/s, mittel: $V 0,25-0,50$ m/s, langsam: $V 0,1-0,25$ m/s, sehr langsam: $V 0-0,1$ m/s

Tab. 31: Übersicht der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Querbauwerke²⁷, deren Funktion und Durchgängigkeit

FWK	Gewässer	Bezeichnung	Funktion	FAA	Durchgängigkeit	F-km
5_F021	Saale	Wehr (Obere Mühle)	Ausleitungsbauwerk	-	nicht durchgängig	32,06
	Saale	Sohlrampe	Sohlsicherung	-	frei durchgängig	31,88
	Saale	Sohlengleite	Sohlsicherung	-	frei durchgängig	29,26
	Saale	Sohlrampe	Sohlsicherung	-	frei durchgängig	28,05
	Saale	Wehr (Fattigsmühle)	Ausleitungsbauwerk	-	nicht durchgängig	26,10
	Saale	Wehr (Joditzmühle)	Ausleitungsbauwerk	✓	nicht durchgängig	24,09
	Saale	Sohlengleite	Sohlsicherung	-	frei durchgängig	21,20
	Saale	Wehr (Lamitzmühle)	Ausleitungsbauwerk	-	nicht durchgängig	20,00
5_F031	Göstra	Wehr	Durchlass	-	nicht durchgängig	0,60
	Göstra	Absturztreppe	Sohlsicherung	-	nicht durchgängig	0,25

6.12 Struktur- und Habitatkartierung

Ziel der Gewässerstrukturkartierung war es, die Wirkungen des Vorhabens (thermische und stoffliche Einleitung) von den Auswirkungen bestehender Defizite der Hydromorphologie und damit von Defiziten bei den aquatischen Strukturen und Habitaten abzugrenzen. Anhand der durch die Kartierung gewonnenen Daten sollte insbesondere abgeklärt werden, ob die Ausprägung der Fischfauna gegebenenfalls von den hydromorphologischen Bedingungen der Gewässer bestimmt wird oder von anderen Faktoren abhängt.

6.12.1 Kieslaichplätze und Jungfischhabitate

Kieslaichplätze stellen fischökologisch besonders bedeutsame Teillebensräume dar und werden auch als „Schlüsselhabitate“ für die strömungsliebenden (rheophilen), kieslaichenden (lithophilen) Arten bezeichnet.

Die überwiegende Anzahl der Flussfischarten laichen in flachem Wasser über rasch angeströmtem, kiesigem Untergrund ab (Kiesbänke und Kieshaufen). Die Funktionsfähigkeit bzw. Qualität von Kieslaichplätzen (KLP) hängt ab von der Anströmung bzw. der Fließgeschwindigkeit im Bereich des Laichplatzes, von der Qualität der Kiessubstrate (Korngröße, Kolmationsgrad bzw. Umlagerungsfähigkeit) sowie von der Verfügbarkeit der Laichplätze bei verschiedenen Wasserständen.

Für ein erfolgreiches Laichgeschäft rheophiler Fischarten müssen an Kieslaichplätzen gut angeströmte Teilflächen (Hotspots) vorliegen, an denen bei Mittelwasser geeignete Fließgeschwindigkeiten und zugleich geeignete Wassertiefen (Flachwasser) vorliegen. Je nach Fischart können die zum Ablichten bevorzugten Geschwindigkeiten variieren. Artübergreifend betrachtet können Fließgeschwindigkeiten von 0,5–1,0 m/s für die meisten lithophilen Fischarten als ideal angesehen werden.

²⁷ Quelle: Umweltatlas des Bayerischen Landesamt für Umwelt, <https://www.umweltatlas.bayern.de>

Eine dauerhaft hohe Qualität der Substrate an den Laichplätzen kann nur aufrechterhalten werden, wenn diese immer wieder umgelagert werden. Bei diesen Umlagerungen werden im Allgemeinen Feinteile ausgeschwemmt, Algenbeläge abgelöst und somit das Kieslückensystem (Interstitial) regeneriert. Dadurch wird eine Verfestigung und Verbackung der Substrate und somit die Verlegung/Verriegelung (Kolmation) des Lückensystems verhindert. Das Lückenraumsystem der Kiesohe ist z.B. bei Forellen und Äschen der erste Lebensraum für Fischeier und die noch nicht schwimmfähige Brut und ist daher existenzielle Grundlage für die Vermehrung dieser kieslaichenden Fischarten. Für die Ausprägung des Lückenraumsystems (Interstitial) und damit für die Qualität der vorhandenen Substrate ist insbesondere die Höhe des Grobkiesanteils entscheidend. Ein hoher Sandanteil dagegen, der sich in die von Mittel-, Grobkies und Steinen gebildeten Zwischenräume setzt, verkleinert das zur Verfügung stehende Lückenraumsystem und vermindert die Substratqualität an den Kieslaichplätzen. Ebenso kann die Substratqualität aufgrund eines durch ein Geschiebedefizit bedingten hohen Anteils an Steinen und Grobsteinen verschlechtert werden.

Die Verfügbarkeit von Kieslaichplätzen verändert sich mit dem Abfluss. Kieslaichplätze, welche bei unterschiedlichen Abflusssituationen verfügbar und somit funktionstauglich sind, können qualitativ besonders hoch eingestuft werden (z.B. breite Gleitufer-Kiesbänke mit geringer Neigung). Das Laichgeschehen der meisten kieslaichenden Fischarten findet in Wassertiefen zwischen 10 und 150 cm statt, bevorzugt werden in aller Regel Wassertiefen zwischen 15 und 50 cm. Als Gesamtareal eines Laichplatzes wurden jene Kiesflächen definiert, die im Querschnitt, ausgehend von der uferseitigen oberen Begrenzung der Kiesfläche, bis zu einer Wassertiefe von ca. 1,5 m bei MQ reichen.

Im Untersuchungsgebiet wurde lediglich ein Kieslaichplatz (KLP) kartiert, der sich in einem kleinen Nebenarm im UA 4 (unterhalb der Einleitung der Fa. Macher) befindet (Abb. 40). Der Laichplatz besitzt eine mittlere Habitatqualität (Wertstufe 3)²⁸, die sich im Wesentlichen aus einer guten Substratqualität sowie aus einer mäßig guten Verfügbarkeit bei unterschiedlichen Wasserständen ergibt. Die Fläche des Kieslaichplatzes ist relativ klein. Detaillierte Angaben zu Lage, Größe, Struktur und Qualität des Laichplatzes sind Anhang 3 zu entnehmen.

²⁸ Für diese und alle nachfolgenden Auswertungen gilt die untenstehende Bewertungsmatrix (siehe auch Kap. 5.7):

Wertstufe 1: sehr geringe ökologische Qualität	Habitatqualität: 1,00–1,49
Wertstufe 2: geringe ökologische Qualität	Habitatqualität: 1,50–2,49
Wertstufe 3: mittlere ökologische Qualität	Habitatqualität: 2,50–3,49
Wertstufe 4: hohe ökologische Qualität	Habitatqualität: 3,50–4,49
Wertstufe 5: sehr hohe ökologische Qualität	Habitatqualität: 4,50–5,00

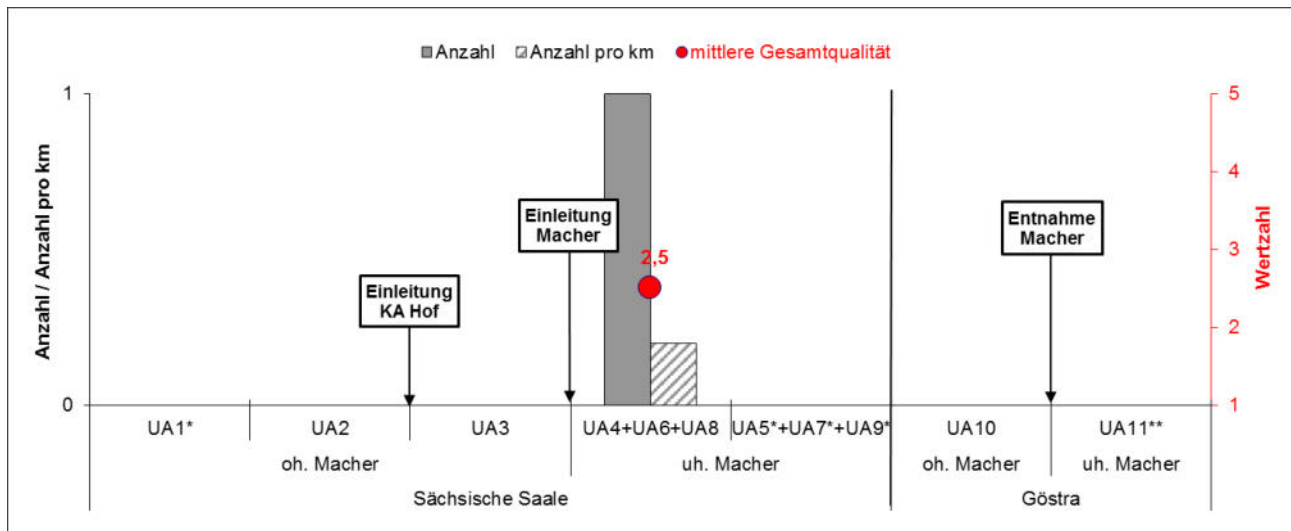


Abb. 40: Anzahl (pro km) und Qualität des Kieslaichplatzes in den kartierten Untersuchungsabschnitten (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke

Das Defizit an Kieslaichplätzen in der Sächsischen Saale beruht zum einen auf dem stark kolmatierten und wenig umlagerungsfähigen Sohlsubstrat, das sich überwiegend aus größeren Steinen und Grobkies zusammensetzt. Zum anderen ist die Sächsische Saale größtenteils langsam fließend, es fehlen gut angeströmte Teilflächen, an denen geeignete Fließgeschwindigkeiten zum Laichen herrschen. Die wenigen Bereiche mit umlagerungsfähigen Kiessubstraten und einer guten Anströmung sind sehr kleinflächig und liegen vereinzelt in Gewässerabschnitten mit ansonsten ausgeprägten Makrophytenbeständen (Abb. 41). Aufgrund der geringen Flächen können diese Bereiche nicht als funktionsfähige Kieslaichplätze kartiert werden. Es kann jedoch davon ausgegangen, dass diese kleinräumigen Bereiche in Ermangelung an Alternativen von den rheophilen Fischen in der Sächsischen Saale zum Abbläichen genutzt werden.



Abb. 41: Kleinflächige Bereiche mit umlagerungsfähigen Kiessubstraten zwischen Makrophytenbeständen

Für den Reproduktionserfolg insbesondere von rheophilen Fischarten ist die Lagebeziehung zwischen Kieslaichplatz und Brut- bzw. Jungfischhabitat (JFH) von zentraler Bedeutung. Im Idealfall befindet sich ein hochwertiges Jungfischhabitat direkt im Anschluss an den Laichplatz am gleichen Ufer. Nach dem Schlupf verdriften die Fischlarven vieler rheophiler Arten (ausgenommen Salmoniden) passiv stromabwärts und sind für die weitere Entwicklung auf Jungfischhabitate mit strömungsberuhigten Bereichen angewiesen. In diesen flachen Uferbereichen erwärmt sich das Wasser durch Sonneneinstrahlung schnell und fördert das Wachstum von Phyto- und somit auch von Zooplankton, das die Brütlinge zum Abwachsen benötigen. Daher ist Anzahl und Qualität der Jungfischhabitate ein zentraler Aspekt der abiotischen Habitatausprägung im Untersuchungsgebiet.

In einem Jungfischhabitat (Bezug sind Jungfischhabitate für fließwassertypische Fischarten in großen Flüssen) wird nach (SCHIEMER ET AL. 1991) eine hohe Artenvielfalt nur erreicht, wenn mehrere Kriterien erfüllt werden. Ideal sind gut strukturierte Kiesbänke mit geringer Neigung, abwechslungsreicher Uferlinie (mit Einbuchtungen, Vor- und Rücksprüngen) und Fließgeschwindigkeiten $\leq 0,5$ m/s. Zudem sollten Jungfischhabitate ihre Funktion bei unterschiedlichsten Abflüssen erfüllen können.

Im Untersuchungsgebiet wurden bei der Kartierung insgesamt 93 Jungfischhabitate erfasst, davon 89 Habitate für rheophile Fischarten (Abb. 42). Jungfischhabitate für rheophile Arten finden sich in allen Untersuchungsabschnitten. Generell ist die Anzahl der Habitate pro km in den frei fließenden Abschnitten der Sächsischen Saale höher als in den staubeeinflussten Flussabschnitten bzw. in den Stauräumen, da dort nur vereinzelt flache Uferbereiche vorhanden sind. Zudem besitzen die Jungfischhabitate in den frei fließenden UA der Sächsischen Saale im Mittel eine hohe ökologische Qualität (Wertstufe 4), während die Habitate in den staubeeinflussten Flussabschnitten bzw. in den Stauräumen eine geringe (Wertstufe 2; UA 1) oder mittlere (Wertstufe 3; UA 5+UA 7+UA 9) Habitatqualität haben. Aufgrund ihrer Lage im Stau sind diese Habitate nur eingeschränkt funktionsfähig, da sie schlechter an die Strömung im Hauptfluss angebunden und somit für rheophile Fischarten weniger gut erreichbar sind.

Vergleicht man die frei fließenden Abschnitte der Sächsischen Saale oberhalb und unterhalb der Einleitung der Firma Macher, so lassen sich keine gravierenden Unterschiede hinsichtlich Anzahl pro km und Qualität der Jungfischhabitate für rheophile Fischarten erkennen. Auch die staubeeinflussten Flussabschnitte bzw. Stauräume sind oberhalb und unterhalb der Einleitung ähnlich mit Jungfischhabitaten ausgestattet. Lediglich die Qualität der Habitate ist unterhalb der Einleitung etwas besser wie oberhalb.

In der Göstra befinden sich ähnlich viele Jungfischhabitate pro km wie in den freifließenden UA der Sächsischen Saale. Die Habitatqualität fällt in der Göstra in beiden UA aufgrund der geringen Flächen der Habitate jedoch etwas geringer aus wie in der Sächsischen Saale (Wertstufe 3; mittlere ökologische Qualität).

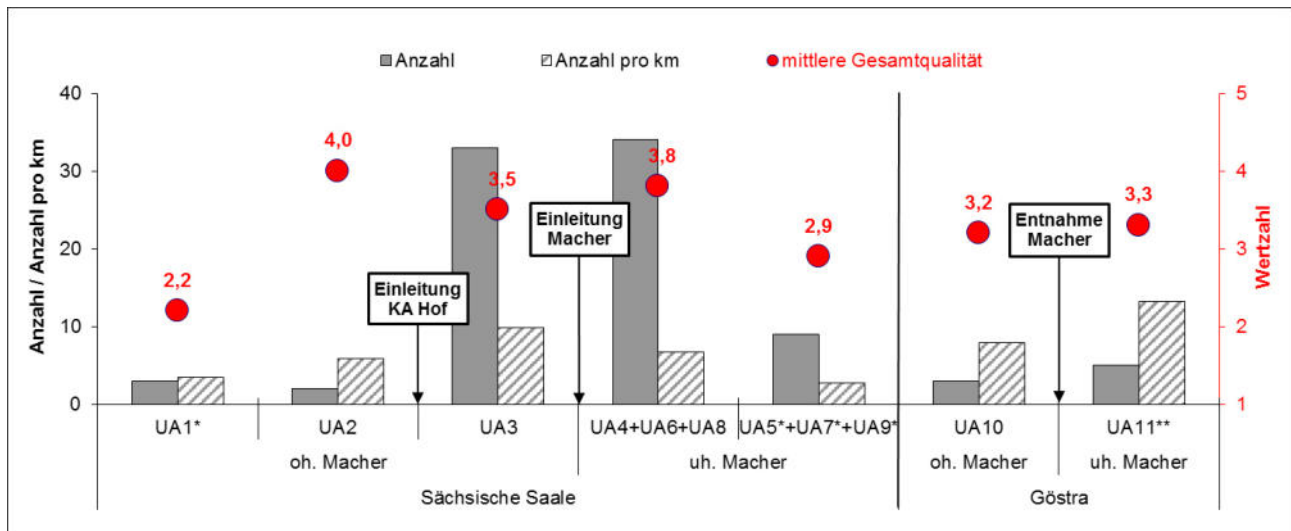


Abb. 42: Anzahl (pro km) und Qualität der Jungfischhabitate für rheophile Fischarten in den kartierten Untersuchungsabschnitten (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke

Im Untersuchungsgebiet wurden bei der Kartierung vier Jungfischhabitate für indifferente Fischarten oder Stillwasserarten (nicht rheophil) erfasst (Abb. 43). Drei Habitate befinden sich in dem frei fließenden Abschnitt UA 3, ein weiteres Jungfischhabitat in dem Stauraum von UA 7. Die überwiegend großflächigen Habitate von UA 3 sind bei unterschiedlichen Wasserständen verfügbar und besitzen daher im Mittel eine sehr hohe ökologische Qualität (Wertstufe 5). Das in UA 7 gelegene Jungfischhabitat erreicht aufgrund seiner kleineren Fläche und geringeren Verfügbarkeit eine mittlere ökologische Qualität (Wertstufe 3). In allen anderen untersuchten Gewässerabschnitten kommen keine Jungfischhabitate für nicht-rheophile Fischarten vor, da geeignete Habitatstrukturen fehlen.

Detaillierte Angaben zu Lage, Größe, Struktur und Qualität der Jungfischhabitate sind Anhang 4 zu entnehmen.

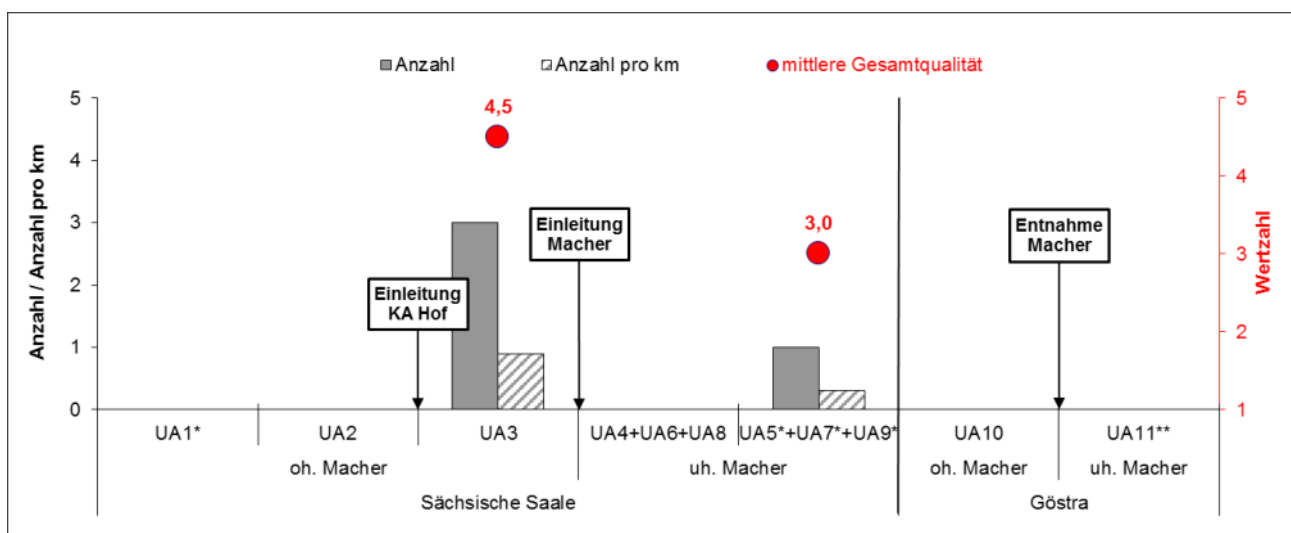


Abb. 43: Anzahl (pro km) und Qualität der Jungfischhabitate für nicht-rheophile Fischarten in den kartierten Untersuchungsabschnitten (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke

6.12.2 Alt- und Nebengewässer

Alt- und Nebengewässer erhöhen die Lebensraumvielfalt eines Fließgewässers. Je stärker und abwechslungsreicher der Hauptfluss mit Alt- und Nebengewässern vernetzt ist (Quervernetzung), desto mehr Fischarten können nebeneinander existieren. Im Idealfall finden sich in den Wasserkörpern entlang des Hauptgewässers wiederholt in steter Abfolge alle für Fische bedeutsamen Teillebensräume, wie z.B. Krautlaichplätze, Überflutungslaichplätze, Kieslaichplätze, Jungfischhabitate, Nahrungsräume, Winter- sowie Hochwassereinstände. Neben der Anzahl der Alt- und Nebengewässer sind jeweils deren Anbindung an das Hauptgewässer sowie deren Habitatqualität wichtige Kenngrößen.

Innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden drei Altgewässer, ein Nebenarm sowie zwei Nebenfließgewässer kartiert (Tab. 32). Die Anbindung und Habitatqualität der kartierten Wasserflächen wurden nach gewässerökologischen Gesichtspunkten bewertet. Die Altgewässer und der Nebenarm sind größtenteils sehr gut an den Hauptfluss angebunden. Die Anbindung der beiden Nebenfließgewässer fällt aufgrund der geringen Anbindungstiefen etwas schlechter aus. Die kartierten Wasserflächen besitzen überwiegend eine mittlere ökologische Qualität (Wertstufe 3)²⁹. Lediglich der in UA 4 gelegene, sehr kleinflächige Nebenarm (ANG 5) weist eine geringe Habitatqualität (Wertstufe 2) auf. Das großflächige Altgewässer ANG 2, das in weiten Bereichen die Funktion eines Krautlaichplatzes erfüllt, erreicht eine hohe ökologische Qualität (Wertstufe 4).

Tab. 32: Anbindung und Habitatqualität der Alt- und Nebengewässer

Bezeichnung	Gewässer	UA	Typ	Anbindung (Wertzahl)	Habitatqualität (Wertzahl)
ANG 1	Sächsische Saale	UA 3	NFG	2,0	2,8
ANG 2	Sächsische Saale	UA 3	AG	3,0	4,3
ANG 3	Sächsische Saale	UA 3	AG	5,0	3,0
ANG 4	Sächsische Saale	UA 4	NFG	3,0	2,8
ANG 5	Sächsische Saale	UA 4	NA	4,0	2,3
ANG 6	Sächsische Saale	UA 7	AG	5,0	2,5

Detaillierte Angaben zu Lage, Größe, Struktur und Qualität der Alt- und Nebengewässer sind Anhang 5 zu entnehmen.

²⁹ Es gilt die untenstehende Bewertungsmatrix (siehe auch Kap. 5.7):

Wertstufe 1: sehr geringe ökologische Qualität	Habitatqualität: 1,00–1,49
Wertstufe 2: geringe ökologische Qualität	Habitatqualität: 1,50–2,49
Wertstufe 3: mittlere ökologische Qualität	Habitatqualität: 2,50–3,49
Wertstufe 4: hohe ökologische Qualität	Habitatqualität: 3,50–4,49
Wertstufe 5: sehr hohe ökologische Qualität	Habitatqualität: 4,50–5,00

6.12.3 Rauschen

Als Rauschen werden flache, schnell überströmte Kiesflächen bezeichnet, an denen höhere Fließgeschwindigkeiten und stärkere Wasserturbulenzen herrschen als im umgebenden Gewässerverlauf.

In den frei fließenden Gewässerabschnitten der Sächsischen Saale wurden insgesamt acht Rauschen kartiert (Abb. 44). Die Anzahl pro km liegt in UA 2 etwas höher wie in UA 3 und in den frei fließenden Abschnitten unterhalb der Einleitung der Firma Macher (UA 4+UA 6+UA 8). Die Rauschen waren im Mittel 30 m lang und 40 cm tief. Das Sohlsubstrat wurde im Bereich der Rauschen von Blocksteinen und größeren Steinen geprägt.

Da Rauschen nicht für die weitere Berechnung der Struktur- und Habitatkartierung herangezogen werden, erfolgt hier keine Bewertung der Habitatqualität.

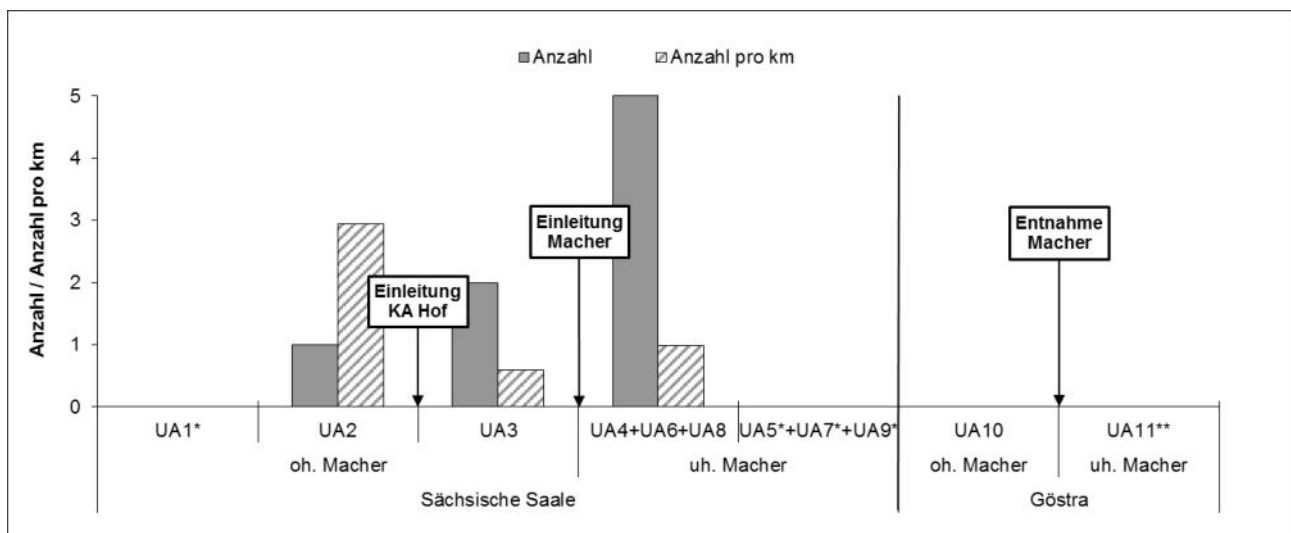


Abb. 44: Anzahl (pro km) der Rauschen in den kartierten Untersuchungsabschnitten (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke

6.12.4 Rekrutierung

Der Begriff Rekrutierung definiert das Potenzial eines Gewässerabschnitts, sich selbst mit Fischnachwuchs zu versorgen. Mit der Rekrutierung wird die quantitative und qualitative Ausstattung des Gewässersystems mit Laichplätzen und mit diesen in Verbindung stehenden Brut-/Jungfischhabitaten für die rheophilen Fischarten bewertet. In diese Bewertung geht die Bedeutung der räumlichen Konstellation ein, in welcher die Kieslaichplätze und Jungfischhabitate zueinander liegen.

Der einzige kartierte Kieslaichplatz befindet sich in UA 4 und besitzt eine mittlere Habitatqualität. Er steht in räumlicher Verbindung mit drei qualitativ mäßigen Brut-/Jungfischhabitaten, die in UA 4 und UA 5 liegen. Für die beiden UA ergibt sich daher ein Rekrutierungspotenzial mit einer mittleren ökologischen Qualität (Abb. 45). In allen anderen untersuchten Gewässerabschnitten ist die Rekrutierung für rheophile kieslaichende Fischarten von sehr geringer ökologischer Qualität, da sich dort

keine kartierten Laichplätze befinden oder die Durchgängigkeit unterbrochen ist (Fattigsmühle; F-km 26,1).

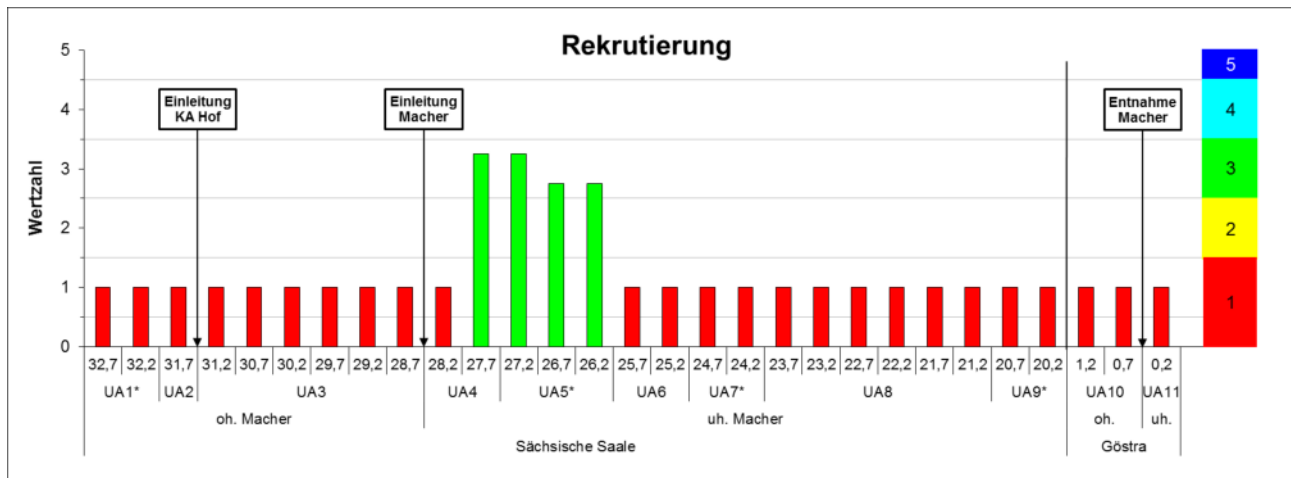


Abb. 45: Bewertung des Parameters „Rekrutierung“ der Strukturkartierung in 500-m-Abschnitten. Die ökologischen Qualitätsstufen sind als farbige Balken rechts im Diagramm dargestellt. Kartierte Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume

6.12.5 Quervernetzung

Die Quervernetzung beschreibt die funktionale Anbindung von Nebengewässern an den Hauptfluss. Neben der Qualität der Anbindung (fischökologische Durchgängigkeit) wird die Habitatqualität der Nebengewässer berücksichtigt. Die Quervernetzung ist ein Maß für die Rekrutierung von stagnophilen und indifferenten Fischarten, die gegenüber der Strömung keine Ansprüche stellen.

Die ökologische Qualität der Quervernetzung in der Sächsischen Saale wird maßgeblich von den jeweiligen angeschlossenen Alt- und Nebengewässern bestimmt. So weisen die 500m-Abschnitte, die sich in unmittelbarer Nähe zu den Seitengewässern befinden, eine mittlere ökologische Qualität auf (Abb. 46). Mit zunehmender Entfernung zu den Seitengewässern nimmt die Qualität der Quervernetzung ab. In allen übrigen Gewässerabschnitten ist die Quervernetzung aufgrund von fehlenden Alt- und Nebengewässern oder mangelnder Durchgängigkeit von sehr geringer ökologischer Qualität.

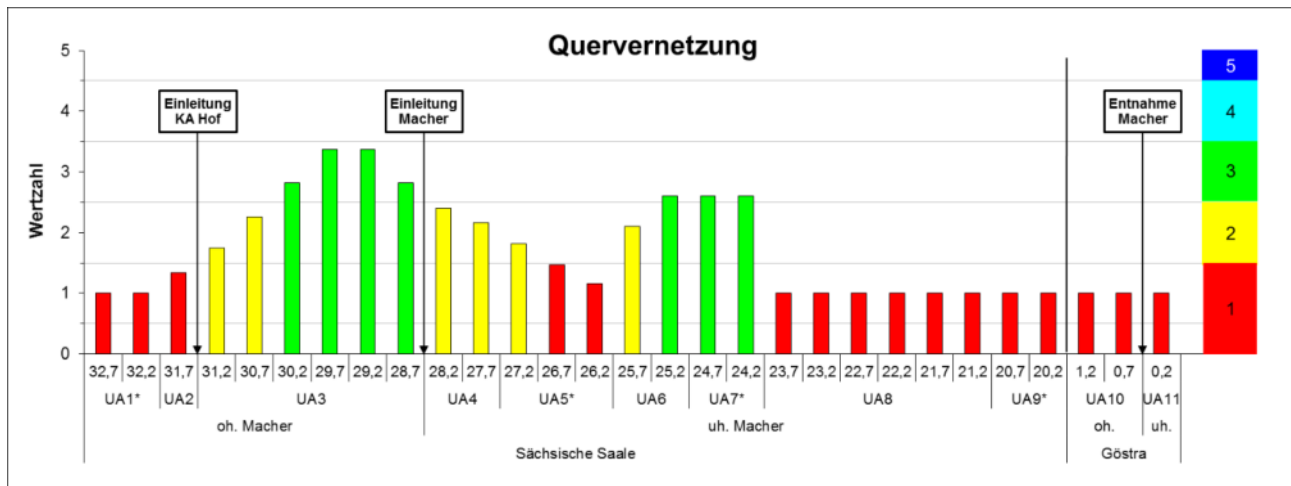


Abb. 46: Bewertung des Parameters „Quervernetzung“ der Strukturkartierung in 500-m-Abschnitten. Die ökologischen Qualitätsstufen sind als farbige Balken rechts im Diagramm dargestellt. Kartierte Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume

6.12.6 Sohlstruktur

In den Parameter Sohlstruktur fließen die Art und Oberfläche des Sohlsubstrats, die Ausprägung des Sohlreliefs im Querprofil sowie die Qualität und Ausprägung des Substrats bzw. des Lückenraumes (Interstitials) mit ein.

Die Sohlstruktur weist in fast allen 500m-Abschnitten eine geringe ökologische Qualität auf (Abb. 47). Das Sohlsubstrat in der Sächsischen Saale setzt sich überwiegend aus größeren Steinen und Grobkies zusammen, teilweise ist die Sohle dicht mit Makrophyten bewachsen. Das Substrat ist meist stark kolmatiert und wenig umlagerungsfähig. Lediglich in UA 1 und UA 2 sowie in der Göstra (UA 11) gibt es auch kurze Abschnitte mit kiesigem Material, die weniger stark kolmatiert sind. Die Sohlstruktur erreicht dort eine mittlere ökologische Qualität.

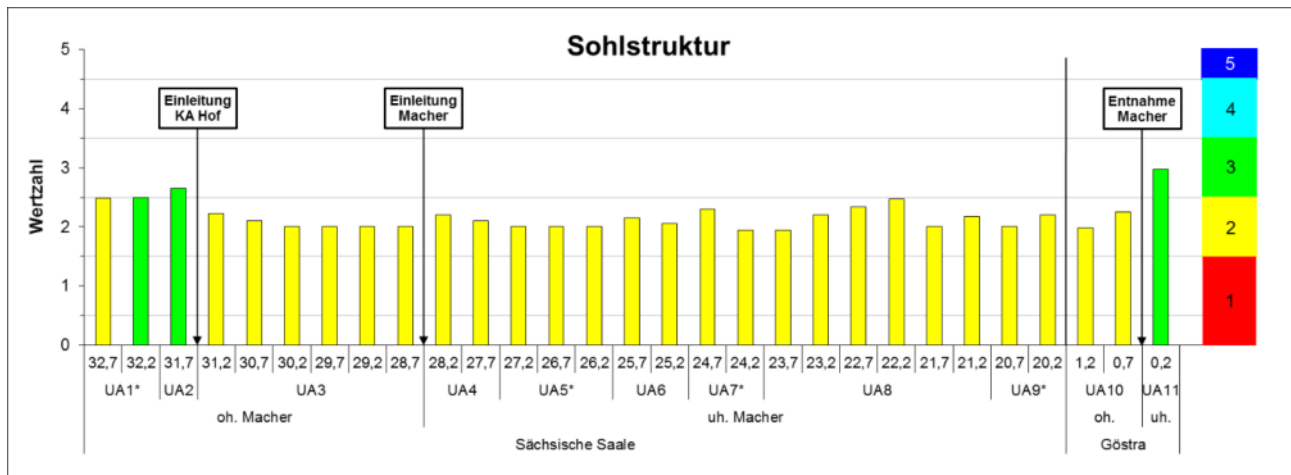


Abb. 47: Bewertung des Parameters „Sohlstruktur“ der Strukturkartierung in 500-m-Abschnitten. Die ökologischen Qualitätsstufen sind als farbige Balken rechts im Diagramm dargestellt. Kartierte Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume

6.12.7 Böschungsstruktur

Der Parameter Böschungsstruktur bezieht sich auf die strukturelle Ausstattung der Halde³⁰ und des Ufers. Eine gut strukturierte Böschung kann Fischen Schutz vor Fressfeinden bieten sowie als Nahrungshabitat, Winterstand und für manche Arten auch als Laichhabitat dienen. In den Parameter Böschungsstruktur fließen die Vielfalt der geomorphologischen Strukturelemente, die aus deren Form und Anordnung resultierende Oberfläche sowie die Ausprägung des darin befindlichen Lückenraumes mit ein.

Die Böschungsstruktur besitzt in den meisten 500m-Abschnitten eine geringe ökologische Qualität, da Halde und Ufer größtenteils mit Blocksteinen verbaut sind (Abb. 48). Zudem fällt die Halde meist steil ab, die Uferlinie verläuft überwiegend geradlinig (Abb. 49). Lediglich in einigen frei fließenden 500m-Abschnitten in der Sächsischen Saale sowie in der Göstra erreicht die Böschungsstruktur die mittlere ökologische Qualität, da Halde und Ufer dort heterogener gestaltet sind (Abb. 50).

³⁰ Die Halde ist die Böschung unter Wasser zwischen der Flusssohle/dem Böschungsfuß und der Wasseranslagslinie

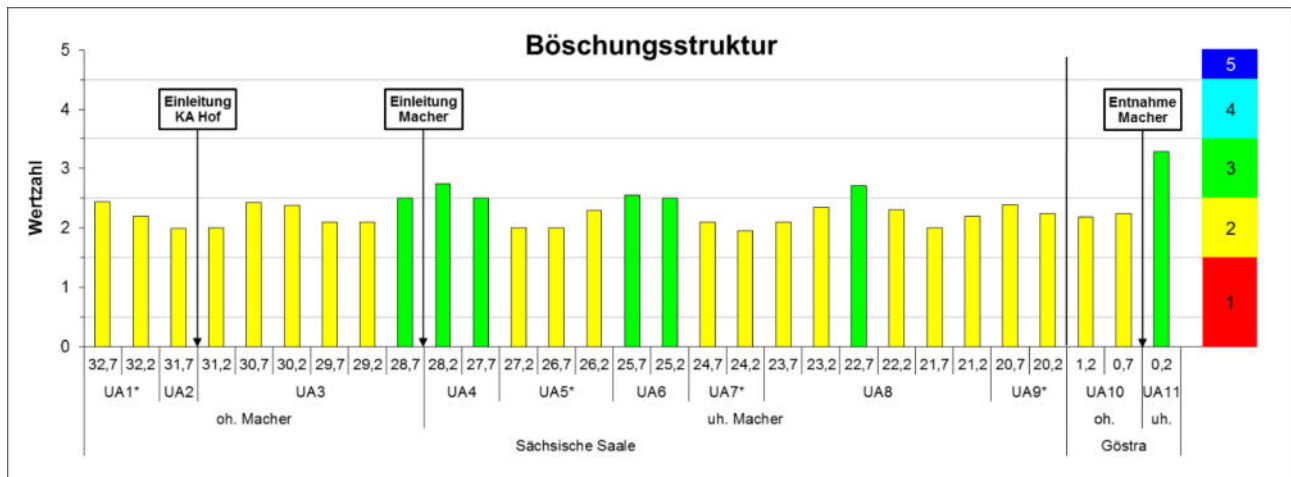


Abb. 48: Bewertung des Parameters „Böschungsstruktur“ der Strukturkartierung in 500-m-Abschnitten. Die ökologischen Qualitätsstufen sind als farbige Balken rechts im Diagramm dargestellt. Kartierte Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume



Abb. 49: Geradlinige Uferlinie mit Blocksteinen in UA 1



Abb. 50: Heterogene Uferlinie mit Felsvorsprüngen in UA 8

6.12.8 Sonderstruktur

Folgende Sonderstrukturen wurden in der Sächsischen Saale und der Göstra kartiert:

- Totholz
- Überhängende Vegetation
- Störstein
- Steinnest
- Buhne

Als Totholz werden im Wasser liegende, abgestorbene Bäume, Baumstämme und Wurzelstöcke bezeichnet, die die Strukturvielfalt im Gewässer erhöhen. Durch die Strukturierung mit Totholz ent-

stehen Einstände und Unterstände für juvenile Fische, in denen die Jungfische Schutz vor Prädatoren (fischfressende Vögel, große Fische, andere Prädatoren) finden können. Zudem werden durch Totholz Stillwasserbereiche geschaffen, die juvenilen und adulten Fischen als Hochwasser- und teilweise auch als Wintereinstände dienen. Die Strukturierung fördert außerdem die Besiedlungsmöglichkeiten für Makrozoobenthos (wirbellose Kleintiere) durch Schaffung von geeigneten Mikrohabitaten. Die Wirbellosen stellen wiederum eine wichtige Nahrungsgrundlage für Fische dar.

Ähnlich wie das Totholz erhöht eine überhängende Vegetation die Strukturvielfalt im Gewässer. In der Vegetation finden Fische Einstände und Unterstände, die ihnen Schutz vor Prädatoren bieten können.

Störsteine sind einzelne, größere Steine in der Gewässersohle, durch die eine erhöhte Strömungsvielfalt im Gewässer geschaffen wird. Über die Wechselwirkung zwischen Struktur und Strömung kann es zu einem variablen Sohlrelief (kleinere Auskolkung) und zur vielfältigen Fraktionierung der Substrate im direkten Umfeld kommen. Somit wird eine abwechslungsreichere Sohlstruktur geschaffen. Zudem dienen Störsteine in tieferen Bereichen als Estand und Fressplatz für adulte Fische, aber auch als Strömungsschutz für Jung- und Kleinfische.

Als Steinnest wird eine Ansammlung von mehreren Steinen unterschiedlicher Größenklassen bezeichnet. Durch eine Strukturierung mittels Steinnestern wird ein ausgeprägtes Lücken- bzw. Hohlraumsystem geschaffen. Die Steinnester dienen ebenso wie Störsteine als Estand und Fressplatz für adulte Fische sowie als Strömungsschutz für Jung- und Kleinfische. Wie bei Störsteinen kann die Wechselwirkung zwischen Struktur und Strömung zu einer heterogenen Sohlstruktur führen.

Buhnen werden meist aus groben Steinblöcken erstellt und teilweise mit Kies überschüttet. Diese Strukturen bieten insbesondere Jung- und Kleinfischen gute Unterstände. Zudem werden in den strömungsabgeschatteten Bereichen der Buhnen Stillwasserzonen geschaffen, die Fischen aller Größenklassen als Einstände dienen.

Insgesamt ist die strukturelle Ausstattung in den einzelnen 500m-Abschnitten sehr unterschiedlich (Abb. 51). So wechseln sich strukturell hochwertige Bereiche mit Abschnitten, die nur eine geringe Struktur aufweisen, ab (z.B. UA 6: F-km 25,7 und 25,2).

Geprägt wird die Strukturausstattung der Sächsischen Saale und der Göstra vom Totholz. Dieser Strukturtyp ist am häufigsten vertreten, man findet ihn in fast allen 500m-Abschnitten. Auch Störsteine kommen relativ häufig vor. Sie befinden sich jedoch fast ausschließlich in den frei fließenden Flussabschnitten. Ebenso liegen alle Steinnester in den frei fließenden Gewässerbereichen. Überhängende Vegetation hingegen ist auch in den staubeeinflussten Flussabschnitten bzw. in den Stauräumen zu finden. Die kartierten Buhnen befinden sich fast alle in UA 3.

Detaillierte Angaben zu Lage, Größe und Bewertung der Sonderstrukturen sind Anhang 6 zu entnehmen.

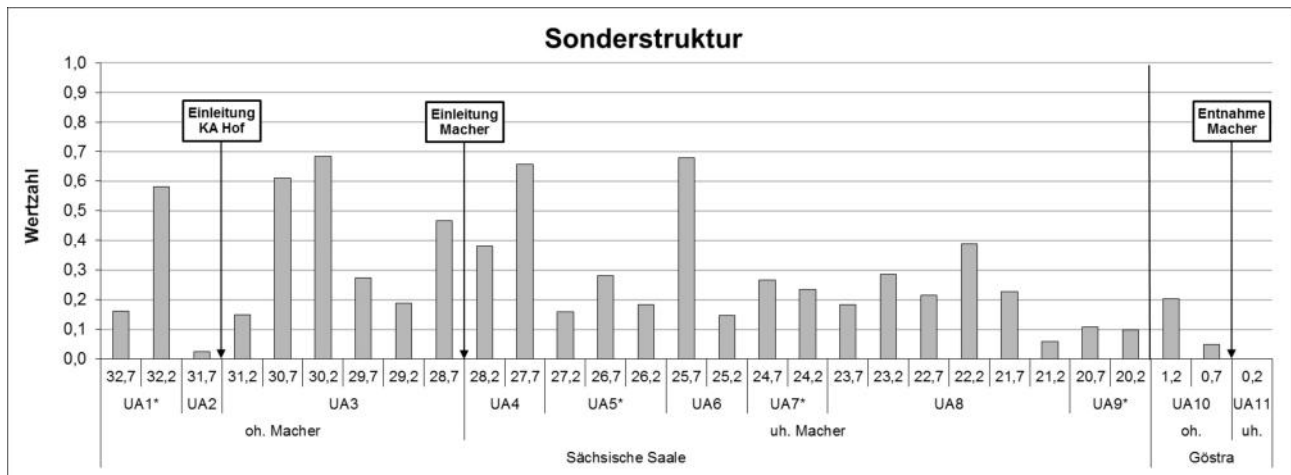


Abb. 51: Bewertung des Zusatzparameters „Sonderstruktur“ der Strukturkartierung in 500-m-Abschnitten. Kartierte Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume

6.12.9 Gesamtbewertung

Für die Gesamtbewertung werden die Parameter Rekrutierung, Quervernetzung, Sohl- und Böschungsstruktur sowie der Zusatzparameter „Sonderstruktur“ für alle 500m-Abschnitte zusammengefasst (Abb. 52).

Im Untersuchungsgebiet liegt überwiegend eine geringe ökologische Qualität vor. Dies ist zum einen auf die größtenteils geringe Wertigkeit der Parameter Sohl- und Böschungsstruktur zurückzuführen. Zum anderen wirkt die meist sehr geringe Qualität der Rekrutierung der teils mittleren Qualität der Quervernetzung entgegen. Durch den Zusatzparameter „Sonderstruktur“ wird die Gesamtqualität in einigen 500m-Abschnitten etwas aufgewertet, sodass teilweise eine mittlere ökologische Qualität erreicht wird.

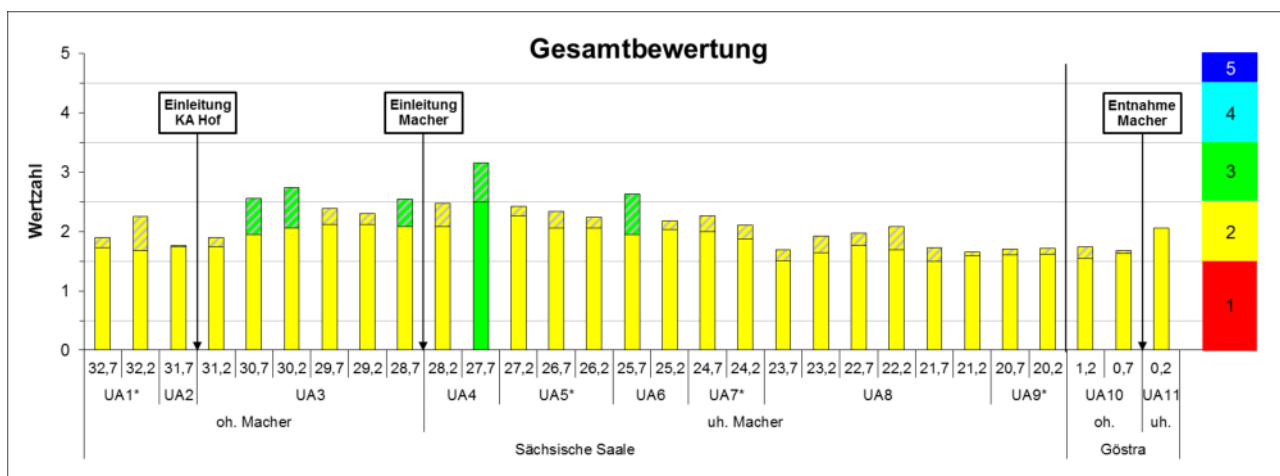


Abb. 52: Abschnittsbezogene Gesamtbewertung aller Parameter (Rekrutierung, Quervernetzung, Sohl- und Böschungsstruktur) der Strukturkartierung in 500-m-Abschnitten. Die ökologischen Qualitätsstufen sind als farbige Balken rechts im Diagramm dargestellt. Die grau schraffierten Säulenabschnitte geben den Wert-Zuschlag an, der sich durch den Zusatzparameter „Sonderstruktur“ ergibt. Kartierte Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume

6.13 Makrozoobenthos

Die Zustandsbewertung der biologischen Qualitätskomponente Makrozoobenthos hinsichtlich einer potenziellen Beeinflussung durch die Einleitung der Firma Macher basiert auf den MZB-Erhebungen, die seitens des BNGF nach den Richtlinien der WRRL im Untersuchungsgebiet durchgeführt und ausgewertet wurden (siehe Kap. 5.10).

Zudem werden die Ergebnisse der amtlichen Erhebungen im Rahmen der offiziellen Zustandsbewertung der Flusswasserkörper gemäß WRRL im dritten Bewirtschaftungszyklus angegeben.

6.13.1 Bewertung nach WRRL

6.13.1.1 Amtliche Erhebung im FWK 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“

Die amtliche Probestelle „Wegebrücke Auensee“ in der Sächsischen Saale liegt unterhalb der Einleitung der Firma Macher im potentiell beeinflussten Bereich (F-km 22,65). Basierend auf den amtlichen Erhebungen wurde der Zustand des Makrozoobenthos für das Modul „Saprobie“ in die Klasse „gut“ und für das Modul „Allgemeine Degradation“ in die Klasse „unbefriedigend“ eingestuft. Das Modul „Versauerung“ ist für den Fließgewässertyp 9 nicht relevant.

6.13.1.2 Amtliche Erhebung im FWK 5_F031 „Göstra“

Die amtliche Probestelle „Str.br. Brunnenthal-Saalenstein“ in der Göstra liegt rund 700 m oberhalb der Firma Macher bei F-km 1,20. Nach den amtlichen Erhebungen wurde das Potenzial des Makrozoobenthos für das Modul „Saprobie“ in die Klasse „gut“, für das Modul „Allgemeine Degradation“ in die Klasse „unbefriedigend“ und für das Modul „Versauerung“ in die Klasse „sehr gut“ eingestuft.

6.13.1.3 Eigene Erhebungen des BNGF in den FWK 5_F021 und 5_F031

Modul „Saprobie“

Im Modul „Saprobie“ wird der Saprobienindex (SI) berechnet, ein Wert, der direkt in eine fünfstufige Qualitätsklasse des Moduls „Saprobie“ (von „sehr gut“ bis „schlecht“) überführt wird. Mit dem Saprobienindex lassen sich die Auswirkungen organischer Verschmutzungen auf die Makrobenthosfauna kiesgeprägter Ströme erfassen und bewerten.

In der **Sächsischen Saale** (MZB-01 – MZB-07) wurden im Dezember 2018 Werte zwischen 2,08 (MZB-02) und 2,56 (MZB-01) ermittelt. Die Werte von zwei Probestellen, den artenarmen Staustrecken MZB-01 und MZB-06, waren nicht gesichert. Auf der Basis gesicherter Werte wurden zwei Probestellen der Sächsischen Saale (MZB-05, MZB-07) in die Qualitätsklasse 3 („mäßig“) des Moduls „Saprobie“ eingestuft, drei weitere (MZB-02, MZB-03, MZB-04) konnten der Qualitätsklasse 2 („gut“) des Moduls „Saprobie“ zugeordnet werden (Tab. 33).

Im Mai 2019 waren alle Werte gesichert: In der Sächsischen Saale lagen sie zwischen 2,04 (MZB-03, MZB-07) und 2,34 (MZB-06). Drei Probestellen der Sächsischen Saale (MZB-01, MZB-05, MZB-06) wurden in die Qualitätsklasse 3 („mäßig“) des Moduls „Saprobie“ eingestuft, vier weitere (MZB-02, MZB-03, MZB-04, MZB-07) konnten der Qualitätsklasse 2 („gut“) des Moduls „Saprobie“ zugeordnet werden (Tab. 33).

Die **Göstra** wurde auf der Basis gesicherter Werte von 1,89 (Dezember 2018) und 1,88 (Mai 2019) in die Qualitätsklasse 2 („gut“) des Moduls „Saprobie“ eingestuft (Tab. 33).

Tab. 33: Modul „Saprobie“ (Dezember 2018 und Mai 2019)

Dezember 2018								
Probestelle	MZB-01	MZB-02	MZB-03	MZB-04	MZB-05	MZB-06	MZB-07	MZB-08
Gewässer	Sächsische Saale							Göstra
Lage	oh Einleitung Kläranlage Hof	oh Einleitung Kläranlage Hof	uh Einleitung Kläranlage Hof	oh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	oh Einstauung Firma Macher
Typisierung	Staubereich	Fließstrecke	Fließstrecke	Fließstrecke	Fließstrecke	Staubereich	Fließstrecke	Fließstrecke
Saprobienindex	2,56	2,08	1,98	2,09	2,24	2,31	2,25	1,89
Qualitätsklasse Saprobie	mäßig (nicht gesichert)	gut	gut	gut	mäßig	mäßig (nicht gesichert)	mäßig	gut

Mai 2019								
Probestelle	MZB-01	MZB-02	MZB-03	MZB-04	MZB-05	MZB-06	MZB-07	MZB-08
Gewässer	Sächsische Saale							Göstra
Lage	oh Einleitung Kläranlage Hof	oh Einleitung Kläranlage Hof	uh Einleitung Kläranlage Hof	oh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	oh Einstauung Firma Macher
Typisierung	Staubereich	Fließstrecke	Fließstrecke	Fließstrecke	Fließstrecke	Staubereich	Fließstrecke	Fließstrecke
Saprobienindex	2,18	2,06	2,04	2,06	2,11	2,34	2,04	1,88
Qualitätsklasse Saprobie	mäßig	gut	gut	gut	mäßig	mäßig	gut	gut

Modul „Allgemeine Degradation“

Das Modul „Allgemeine Degradation“ spiegelt die Auswirkungen verschiedener Stressoren (z.B. Degradation der Gewässermorphologie, Nutzung im Einzugsgebiet) wider, wobei in den meisten Fällen die Beeinträchtigung der Gewässermorphologie den wichtigsten Stressor darstellt. Das Modul ist als Multimetrischer Index aus Einzelindices aufgebaut. Die Ergebnisse der typ(gruppen)spezifischen Einzelindices werden zu einem Multimetrischen Index verrechnet und dieser wird abschließend in eine Qualitätsklasse von „sehr gut“ bis „schlecht“ überführt.

Tab. 34 gibt eine Übersicht über die Gesamtbewertung des Moduls „Allgemeine Degradation“ für die einzelnen Probestellen im Dezember 2018 und Mai 2019. Im Dezember 2018 war der Wert von einer Probestelle, der artenarme Staustrecke MZB-01, nicht gesichert. Fast alle anderen Probestellen der **Sächsischen Saale** (MZB-03 – MZB-07) wurden in die Qualitätsklasse 5 („schlecht“) des Moduls „Allgemeine Degradation“ eingestuft. Lediglich die Probestelle MZB-02 sowie die in der **Göstra** gelegene Probestelle MZB-08 konnten der Qualitätsklasse 4 („unbefriedigend“) des Moduls „Allgemeine Degradation“ zugeordnet werden.

Im Mai 2019 waren alle Werte gesichert. Der Großteil der Probestellen der **Sächsischen Saale** erreichten die Qualitätsklasse 5 („schlecht“) des Moduls „Allgemeine Degradation“. Die oberhalb der Einleitung der Kläranlage Hof gelegene Probestelle MZB-02 wurde in die Qualitätsklasse 3 („mäßig“) des Moduls „Allgemeine Degradation“ eingestuft. Die Probestelle MZB-07 sowie die in der **Göstra** gelegene Probestelle MZB-08 erreichten die Qualitätsklasse 4 („unbefriedigend“) des Moduls „Allgemeine Degradation“.

Tab. 34: Modul „Allgemeine Degradation“ – Gesamtbewertung (Dezember 2018 und Mai 2019)

Dezember 2018								
Probestelle	MZB-01	MZB-02	MZB-03	MZB-04	MZB-05	MZB-06	MZB-07	MZB-08
Gewässer	Sächsische Saale							Göstra
Lage	oh Einleitung Kläranlage Hof	oh Einleitung Kläranlage Hof	uh Einleitung Kläranlage Hof	oh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	oh Einstauung Firma Macher
Typisierung	Staubereich	Fließstrecke	Fließstrecke	Fließstrecke	Fließstrecke	Staubereich	Fließstrecke	Fließstrecke
Qualitätsklasse Allgemeine Degradation	schlecht (nicht gesichert)	unbefriedigend	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht	unbefriedigend

Mai 2019								
Probestelle	MZB-01	MZB-02	MZB-03	MZB-04	MZB-05	MZB-06	MZB-07	MZB-08
Gewässer	Sächsische Saale							Göstra
Lage	oh Einleitung Kläranlage Hof	oh Einleitung Kläranlage Hof	uh Einleitung Kläranlage Hof	oh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	oh Einstauung Firma Macher
Typisierung	Staubereich	Fließstrecke	Fließstrecke	Fließstrecke	Fließstrecke	Staubereich	Fließstrecke	Fließstrecke
Qualitätsklasse Allgemeine Degradation	schlecht	mäßig	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht	unbefriedigend	unbefriedigend

Modul „Versauerung“

Die **Göstra** (Gewässertyp 5) zählt zu den Gewässern, die bedingt durch ihre Geologie, mit einem sehr geringen natürlichen Pufferungsvermögen ausgestattet und daher versauerungsgefährdet sind.

Mit Hilfe des Moduls „Versauerung“ wird die typspezifische Bewertung des Säurezustandes vorgenommen. Die Berechnung basiert auf den Säureklassen nach BRAUKMANN & BISS (2004) und mündet in der fünfstufigen Einteilung des Säurezustandes (gewaesserbewertung.de).

Im Dezember 2018 konnte die Göstra bei einem Saprobienindex von 1,89 in die Qualitätsklasse Versauerung 1 („sehr gut“ = permanent neutral = nicht sauer) eingestuft werden. Auch im Mai 2019 konnte die Göstra bei einem Saprobienindex von 1,87 in die Qualitätsklasse Versauerung 1 („sehr gut“) eingestuft werden.

6.13.1.4 Ökologische Zustandsklassen nach WRRL

Aus den Modulen Allgemeine Degradation, Saprobie (Saprobienindex) und Versauerung (im Fall der Göstra) ergeben sich die Ökologischen Zustandsklassen nach WRRL entsprechend dem worst-case-Prinzip. Einen Überblick über die Ergebnisse in den Jahren 2018 und 2019 gibt Tab. 35.

Tab. 35: Ökologische Zustandsklassen nach WRRL für die einzelnen Probestellen (Dezember 2018 und Mai 2019)

Dezember 2018								
Probestelle	MZB-01	MZB-02	MZB-03	MZB-04	MZB-05	MZB-06	MZB-07	MZB-08
Gewässer	Sächsische Saale							Göstra
Lage	oh Einleitung Kläranlage Hof	oh Einleitung Kläranlage Hof	uh Einleitung Kläranlage Hof	oh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	oh Einstauung Firma Macher
Typisierung	Staubereich	Fließstrecke	Fließstrecke	Fließstrecke	Fließstrecke	Staubereich	Fließstrecke	Fließstrecke
Qualitätsklasse Saprobie	mäßig (nicht gesichert)	gut	gut	gut	mäßig	mäßig (nicht gesichert)	mäßig	gut
Qualitätsklasse Allgemeine Degradation	schlecht (nicht gesichert)	unbefriedigend	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht	unbefriedigend
Qualitätsklasse Versauerung	-	-	-	-	-	-	-	sehr gut
Ökologische Zustandsklasse	schlecht (nicht gesichert)	unbefriedigend	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht	unbefriedigend

Mai 2019								
Probestelle	MZB-01	MZB-02	MZB-03	MZB-04	MZB-05	MZB-06	MZB-07	MZB-08
Gewässer	Sächsische Saale							Göstra
Lage	oh Einleitung Kläranlage Hof	oh Einleitung Kläranlage Hof	uh Einleitung Kläranlage Hof	oh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	uh Einleitung Firma Macher	oh Einstauung Firma Macher
Typisierung	Staubereich	Fließstrecke	Fließstrecke	Fließstrecke	Fließstrecke	Staubereich	Fließstrecke	Fließstrecke
Qualitätsklasse Saprobie	mäßig	gut	gut	gut	mäßig	mäßig	gut	gut

Qualitätsklasse Allgemeine Degradation	schlecht	mäßig	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht	unbefriedigend	unbefriedigend
Qualitätsklasse Versauerung	-	-	-	-	-	-	-	sehr gut
Ökologische Zustandsklasse	schlecht	mäßig	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht	unbefriedigend	unbefriedigend

Eine detaillierte Auswertung der projektspezifischen Makrozoobenthoserhebungen inklusive aller Einzelindices kann dem Fachbericht Makrozoobenthos (Anhang 10) entnommen werden.

6.13.2 Zusammenfassung

In der Sächsische Saale waren gravierende strukturelle und hydrologische Defizite festzustellen, wie z.B.

- die Einschränkung der Flusssdynamik (Begradigung, Regelprofil, Uferbefestigung, Blocksteinverbauung, Eintiefung),
- das (über weite Strecken) Fehlen eines charakteristischen turbulenten Strömungsbildes,
- stark eingeschränkte Überflutungsmöglichkeiten der Aue (außerhalb des Stadtgebietes),
- stark verschlammte Staubereiche, Schwallbetrieb,
- verschlammte staubeeinflusste Fließstrecken,
- streckenweise fehlende Ufergehölze,
- Stoffeintrag aus angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen.

Den strukturellen und hydrologischen Bedingungen entsprechend wich die Besiedlung der Arten in den untersuchten Probestellen der Sächsischen Saale zum Teil deutlich vom Idealzustand ab. Auch in der Göstra zeigt die Makrozoobenthos-Besiedlung strukturelle Defizite an. Diese strukturellen Defizite, ausgedrückt in einer niedrigen Modulbewertung der „Allgemeinen Degradation“ stehen nicht im Zusammenhang mit der Einleitung der Fa. Macher.

Die Ökologische Zustandsklassifizierung ergab, dass – unabhängig von der Einleitung der Firma Macher – die Makrozoobenthos-Besiedlung bei beiden Begehungen in den Staustrecken (MZB-01, MZB-06) und in den beiden langsam fließenden Fließstrecken (MZB-04, MZB-05) als „schlecht“ einzustufen ist. Lediglich in den Fließstrecken der Sächsischen Saale wurden teilweise etwas bessere Bewertungen erzielt: Die Probestelle oberhalb der Einleitung der Kläranlage Hof (MZB-02) erreichte im Dezember 2018 die Wertstufe „unbefriedigend“ und im Mai 2019 die Wertstufe „mäßig“. Die Sächsische Saale im Landschaftsschutzgebiet (MZB-07, unterhalb der Einleitung der Fa. Macher) wurde im Dezember 2018 als „schlecht“, im Mai 2019 als „unbefriedigend“ eingestuft. Der Ökologische Zustand der Göstra war bei beiden Begehungen „unbefriedigend“.

An zwei Probestellen (MZB-05 bei beiden Probenahmen, MZB-07 bei Probenahme Mai 2019) unterhalb der Einleitung der Fa. Macher wurden jedoch biozönotische Veränderungen festgestellt:

- In der Fließstrecke der Sächsischen Saale unterhalb der Einleitung (MZB-05, „mäßig“) war die Saprobie-Einstufung bei beiden Begehungen um eine Qualitätsklasse schlechter als oberhalb (MZB-04, „gut“).

- In der Fließstrecke der Sächsischen Saale unterhalb der Einleitung (MZB-07, Bereich der amtlichen Messstelle) war die Saprobie-Einstufung bei der ersten Begehung im Dezember 2018 ebenfalls als „mäßig“ und damit um eine Qualitätsstufe schlechter einzustufen als oberhalb der Einleitung der Fa. Macher. Bei der zweiten Begehung im Mai 2019 konnte an MZB-07 wieder der „gute Zustand“ erreicht werden.

Auf Basis der projektspezifischen Makrozoobenthoserhebungen kommt es somit räumlich begrenzt zu einem Klassensprung des Moduls „Saprobie“ unterhalb der Einleitung der Fa. Macher. Während sich der Klassensprung bei der ersten Probenahme im Dezember 2018 noch auf zwei MZB-Messstellen ausdehnte und auch den Bereich der amtlichen Messstelle (bei MZB-07) umfasst, beschränkt sich der Klassensprung bei der zweiten Probenahme im Mai auf das unmittelbare Umfeld der Einleitung der Fa. Macher in die S. Saale.

Es waren keine nachteiligen Auswirkungen auf die nachgewiesenen naturschutzfachlich relevanten Arten der Roten Listen Deutschland und Bayern sowie der FFH-Anhänge II und IV festzustellen.

Eine detaillierte Auswertung der projektspezifischen Makrozoobenthoserhebungen inklusive aller Einzelindices kann dem Fachbericht Makrozoobenthos (Anhang 10) entnommen werden.

6.14 Fischfauna

6.14.1 Arteninventar

In Tab. 36 sind die im Jahr 2019 (Sommer / Herbst) in der Sächsischen Saale und in der Göstra erbrachten Fischartennachweise aufgeführt. Des Weiteren befinden sich in Tab. 36 Informationen zum naturschutzfachlichen Schutzstatus (FFH, Rote Listen) sowie der Gildenzugehörigkeit (Strömungspräferenz) der nachgewiesenen Arten.

Tab. 36: Fischartennachweise der Befischungen 2019 (Sommer / Herbst) in der Sächsischen Saale und in der Göstra aufgeschlüsselt nach naturschutzfachlichem Status und ökologischen Gilden

Fischart	Wissenschaftlicher Name	FFH-Anhang	Rote Liste Nord	Rote Liste Deutschland	Ökologische Gilde	Autochthon	Nachweise 2019	
							Sächsische Saale	Göstra
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	-	3	#	I	✓	✓	-
Aitel	<i>Squalius cephalus</i>	-	*	*	R	✓	✓	✓
Bachforelle	<i>Salmo trutta</i>	-	V	3	R	✓	✓	✓
Bachneunauge ¹	<i>Lampetra planeri</i>	2	V	*	R	✓	✓	✓
Bachsaibling	<i>Salvelinus fontinalis</i>	-	◆	◆	R	-	✓	-
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	-	V	V	R	✓	✓	-
Barsch	<i>Perca fluviatilis</i>	-	*	*	I	✓	✓	✓
Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i>	2	*	*	I	✓	✓	✓
Blaubandbärbling	<i>Pseudorasbora parva</i>	-	◆	◆	I	-	✓	✓
Dreist. Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	-	*	*	I	-	✓	✓

Fischart	Wissenschaftlicher Name	FFH-Anhang	Bayern	Deutsch-	Ökologische Gilde	Autochthon	Nachweise 2019	
			Rote Liste Nord	Rote Liste land			Sächsische Saale	Göstra
Elritze	<i>Phoxinus phoxinus</i>	-	V	*	R	✓	✓	✓
Giebel	<i>Carassius gibelio</i>	-	*	♦	I	✓	✓	-
Groppe	<i>Cottus gobio</i>	2	*	*	R	✓	✓	-
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	-	*	*	R	✓	✓	✓
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	-	*	*	R	✓	✓	✓
Hecht	<i>Esox lucius</i>	-	*	*	I	✓	✓	✓
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	-	V	*	I	✓	✓	-
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	-	V	V	I	✓	✓	-
Moderlieschen	<i>Leucaspis delineatus</i>	-	G	*	S	✓	✓	-
Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	-	3	V	R	✓	✓	-
Nerfling	<i>Leuciscus idus</i>	-	*	*	R	✓	✓	-
Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>	-	*	*	I	✓	✓	✓
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	-	*	*	S	✓	✓	✓
Rutte	<i>Lota lota</i>	-	V	2	R	✓	✓	✓
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	-	V	*	S	✓	✓	✓
Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>	-	*	*	R	✓	✓	✓
Sonnenbarsch	<i>Lepomis gibbosus</i>	-	♦	♦	I	-	✓	-

Erläuterungen:**Ökologische Gilden** (verändert nach SCHIEMER & WAIDBACHER, 1992)

R = Rheophil (strömungsliebend); I = Indifferent (strömungsindifferent); S = Stagnophil (stillewasserliebend)

Status nach Roter Liste

0: ausgestorben oder verschollen; 1: vom Aussterben bedroht; 2: stark gefährdet; 3: gefährdet; V: Arten der Vorwarnliste; D (Daten defizitär); F (im Einzugsgebiet nicht ursprünglich heimische Art); * ungefährdet; # auf der entsprechenden Liste nicht enthalten

FFH-Anhang II

Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen.

FFH-Anhang V

Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse, deren Entnahme aus der Natur und Nutzung Gegenstand von Verwaltungsmaßnahmen sein können.

1 gehört zur Ordnung der Rundmäuler

Im Zuge der beiden Befischungsdurchgänge im Jahr 2019 (Sommer / Herbst) wurden in der Sächsischen Saale 27 und in der Göstra 16 Fischarten nachgewiesen (Tab. 36).

Bei 23 der 27 im gesamten UG erfassten Fischarten handelte es sich um autochthone (einheimische) Arten. Die Fischarten Bachsaibling, Blaubandbärbling, Dreistachliger Stichling und Sonnenbarsch sind im betrachteten UG nicht heimisch.

Von den insgesamt 27 in der Sächsischen Saale erfassten Arten sind elf (ca. 40 %) in der Roten Liste Bayern-Nord (BAY. LANDESAMT FÜR UMWELT 2021) und fünf (ca. 20 %) in der Roten Liste Deutschland mit einem Schutzstatus (inkl. der Arten der Vorwarnliste) aufgeführt (FREYHOF ET AL. 2023). Fünf der 16 in der Göstra nachgewiesenen Arten sind in der Roten Liste Bayern-Nord (ca. 31 %) und zwei in der Roten Liste Deutschland (ca. 13 %) gelistet.

Mit Bachneunauge, Bitterling und Groppe wurden im Untersuchungsgebiet drei FFH-Anhang-II-Arten erfasst. Das Bachneunauge und der Bitterling wurden sowohl in der Sächsischen Saale als auch

in der Göstra dokumentiert, während die Groppe ausschließlich in der Sächsischen Saale nachgewiesen wurde. Diese drei genannten Anhang-II-Arten sind nicht im Standarddatenbogen des FFH-Schutzgebietes „Saaletal v. Joditz bis Balkenstein u. NSG Tannbach b. Mödlareuth“ (Gebietscode: DE5536371) gelistet.

Bei 13 der 27 im UG nachgewiesenen Fischarten handelte es sich um rheophile (strömungsliebende) Arten. Von den restlichen Arten waren elf indifferent (strömungsindifferent) und drei stagnophil (stillwasserliebend).

6.14.2 Individuenzahlen, Biomasse, Dominanzverhältnisse

In den folgenden beiden Tabellen sind die Individuenzahlen (Tab. 37) und Biomassen (Tab. 38) je Gewässer und bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet dargestellt.

Insgesamt wurden bei den im Sommer und Herbst 2019 durchgeführten Elektrofischungen 18.796 Individuen mit einem Gesamtgewicht von rund 374 kg erfasst. In der Sächsischen Saale wurde eine weit höhere Anzahl an Individuen (18.014 Ind.) sowie eine deutlich höhere Biomasse (ca. 357 kg) im Vergleich zur Göstra (782 Ind. / ca. 16 kg) festgestellt.

Tab. 37: Individuenzahlen der im Rahmen der Elektrofischungen erfassten Fische je Gewässer sowie bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet (UG gesamt)

Fischart	Sächsische Saale		Göstra		UG gesamt	
	Anzahl [n]	Anteil Ind.	Anzahl [n]	Anteil Ind.	Anzahl [n]	Anteil Ind.
Aal	26	0,1%	-	-	26	0,1%
Aitel	3.531	19,6%	203	26,0%	3.734	19,9%
Bachforelle	248	1,4%	108	13,8%	356	1,9%
Bachneunauge ¹	2	0,0%	3	0,4%	5	0,0%
Bachsaibling	1	0,0%	-	-	1	0,0%
Barbe	177	1,0%	-	-	177	0,9%
Barsch	11	0,1%	51	6,5%	62	0,3%
Bitterling	1.663	9,2%	16	2,0%	1.679	8,9%
Blaubandbärbling	147	0,8%	5	0,6%	152	0,8%
Dreist. Stichling	1.116	6,2%	20	2,6%	1.136	6,0%
Elritze	320	1,8%	62	7,9%	382	2,0%
Giebel	24	0,1%	-	-	24	0,1%
Groppe	10	0,1%	-	-	10	0,1%
Gründling	7.241	40,2%	159	20,3%	7.400	39,4%
Hasel	343	1,9%	2	0,3%	345	1,8%
Hecht	18	0,1%	10	1,3%	28	0,1%
Karpfen	43	0,2%	-	-	43	0,2%
Kaulbarsch	6	0,0%	-	-	6	0,0%
Moderlieschen	1	0,0%	-	-	1	0,0%
Nase	56	0,3%	-	-	56	0,3%
Nerfling	3	0,0%	-	-	3	0,0%
Rotauge	2.892	16,1%	77	9,8%	2.969	15,8%

Rotfeder	2	0,0%	1	0,1%	3	0,0%
Rutte	5	0,0%	6	0,8%	11	0,1%
Schleie	94	0,5%	1	0,1%	95	0,5%
Schmerle	29	0,2%	58	7,4%	87	0,5%
Sonnenbarsch	5	0,0%	-	-	5	0,0%
Gesamt	18.014	100,0%	782	100,0%	18.796	100,0%

Erläuterung:¹ | gehört zur Ordnung der Rundmäuler

Tab. 38: Biomassen der im Rahmen der Elektrofischungen erfassten Fische je Gewässer sowie bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet (UG gesamt)

Fischart	Sächsische Saale		Göstra		UG gesamt	
	Gewicht [kg]	Anteil Gewicht	Gewicht [kg]	Anteil Gewicht	Gewicht [kg]	Anteil Gewicht
Aal	9,9	2,8%	-	-	9,9	2,6%
Aitel	172,7	48,3%	3,6	22,0%	176,3	47,2%
Bachforelle	30,5	8,5%	5,7	35,0%	36,3	9,7%
Bachneunauge ¹	0,0	0,0%	0,0	0,1%	0,0	0,0%
Bachsaibling	0,1	0,0%	-	-	0,1	0,0%
Barbe	17,6	4,9%	-	-	17,6	4,7%
Barsch	1,6	0,4%	1,6	9,5%	3,1	0,8%
Bitterling	1,4	0,4%	0,0	0,2%	1,5	0,4%
Blaubandbärbling	0,2	0,1%	0,0	0,0%	0,2	0,1%
Dreist. Stichling	0,4	0,1%	0,0	0,1%	0,4	0,1%
Elritze	0,7	0,2%	0,1	0,6%	0,8	0,2%
Giebel	3,2	0,9%	-	-	3,2	0,9%
Groppe	0,1	0,0%	-	-	0,1	0,0%
Gründling	39,9	11,2%	2,3	14,1%	42,2	11,3%
Hasel	8,7	2,4%	0,0	0,2%	8,8	2,3%
Hecht	5,1	1,4%	0,4	2,5%	5,6	1,5%
Karpfen	23,7	6,6%	-	-	23,7	6,3%
Kaulbarsch	0,1	0,0%	-	-	0,1	0,0%
Moderlieschen	0,0	0,0%	-	-	0,0	0,0%
Nase	10,7	3,0%	-	-	10,7	2,9%
Nerfling	0,2	0,1%	-	-	0,2	0,1%
Rotauge	17,3	4,8%	1,7	10,5%	19,0	5,1%
Rotfeder	0,3	0,1%	0,0	0,1%	0,3	0,1%
Rutte	1,7	0,5%	0,2	1,1%	1,9	0,5%
Schleie	10,7	3,0%	0,0	0,1%	10,8	2,9%
Schmerle	0,3	0,1%	0,7	4,0%	1,0	0,3%
Sonnenbarsch	0,0	0,0%	-	-	0,0	0,0%
Gesamt	357,2	100,0%	16,4	100,0%	373,6	100,0%

Erläuterung:¹ | gehört zur Ordnung der Rundmäuler

In Hinblick auf die Individuenzahlen (Tab. 37) dominierte im UG mit Abstand die rheophile Kleinfischart Gründling mit 39,4 % (7.400 Ind.) vor dem ebenso rheophil³¹ eingestuften Aitel (19,9 % / 3.734 Ind.) und dem indifferenten Rotaugen (15,8 % / 2.969 Ind.).

Bei beiden Gewässern wurden deutliche Unterschiede hinsichtlich der Dominanzverhältnisse (Individuen) festgestellt (Abb. 53).

Die Fischfauna der Sächsischen Saale war durch eine deutliche Dominanz des Gründlings (40,2 %) gefolgt von Aitel (19,6 %) und Rotaugen (16,1 %) geprägt. In relativ hohen Anteilen kamen der Bitterling (9,2 %) und der Dreistachelige Stichling (6,2 %) im Fang vor. Alle weiteren Arten erzielten nur geringe Anteile < 5 % am Gesamtfang.

In der Göstra dominierten die Arten Aitel (26,0 %), Gründling (20,3 %) und Bachforelle (13,8 %). Stark vertreten waren auch Rotaugen (9,8 %), Elritze (7,9 %), Schmerle (7,4 %) und Barsch (6,5 %) (Die beiden zuletzt genannten Arten sind in Abb. 53 in der Kategorie „Sonstige“ enthalten). Keine der weiteren neun in der Göstra nachgewiesenen Fischarten war mit einem Individuenanteil > 5 % im Fang vertreten.

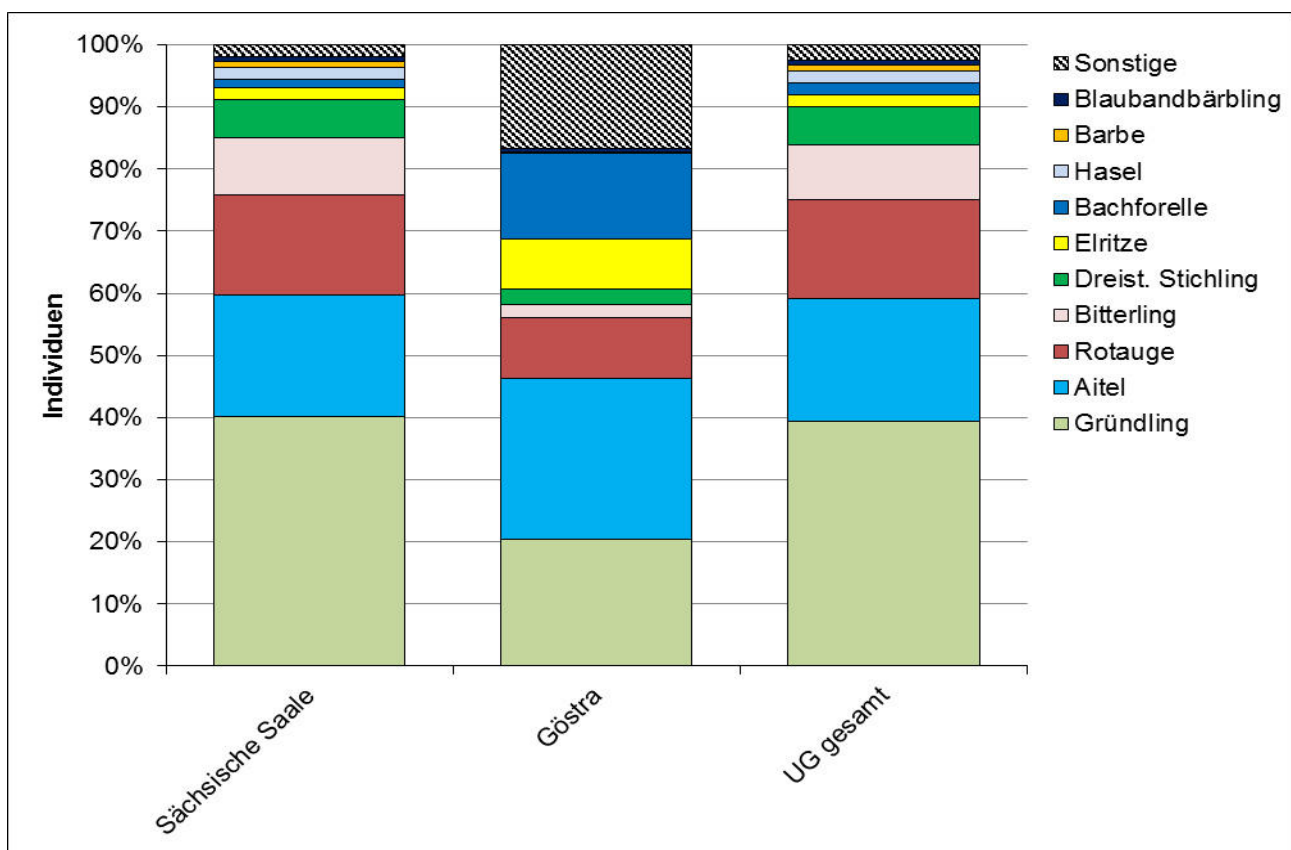


Abb. 53: Ermittelte Dominanzverhältnisse (Individuenzahl) der Fischfauna je Gewässer sowie bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet (UG gesamt). Unter „Sonstige“ sind alle Arten zusammengefasst dargestellt, die nicht zu den zehn häufigsten Arten im Gesamtfang zählen

³¹ Gemäß fiBS

Bei den zehn Fischarten mit den höchsten Biomasseanteilen am Gesamtfang (Abb. 54) dominierte der Aitel (47,2 %) deutlich vor Gründling (11,3 %), Bachforelle (9,7 %), Karpfen (6,3 %) und Rotaugen (5,1 %). Alle weiteren Arten stellten nur geringe Biomasseanteile (< 5 %) dar.

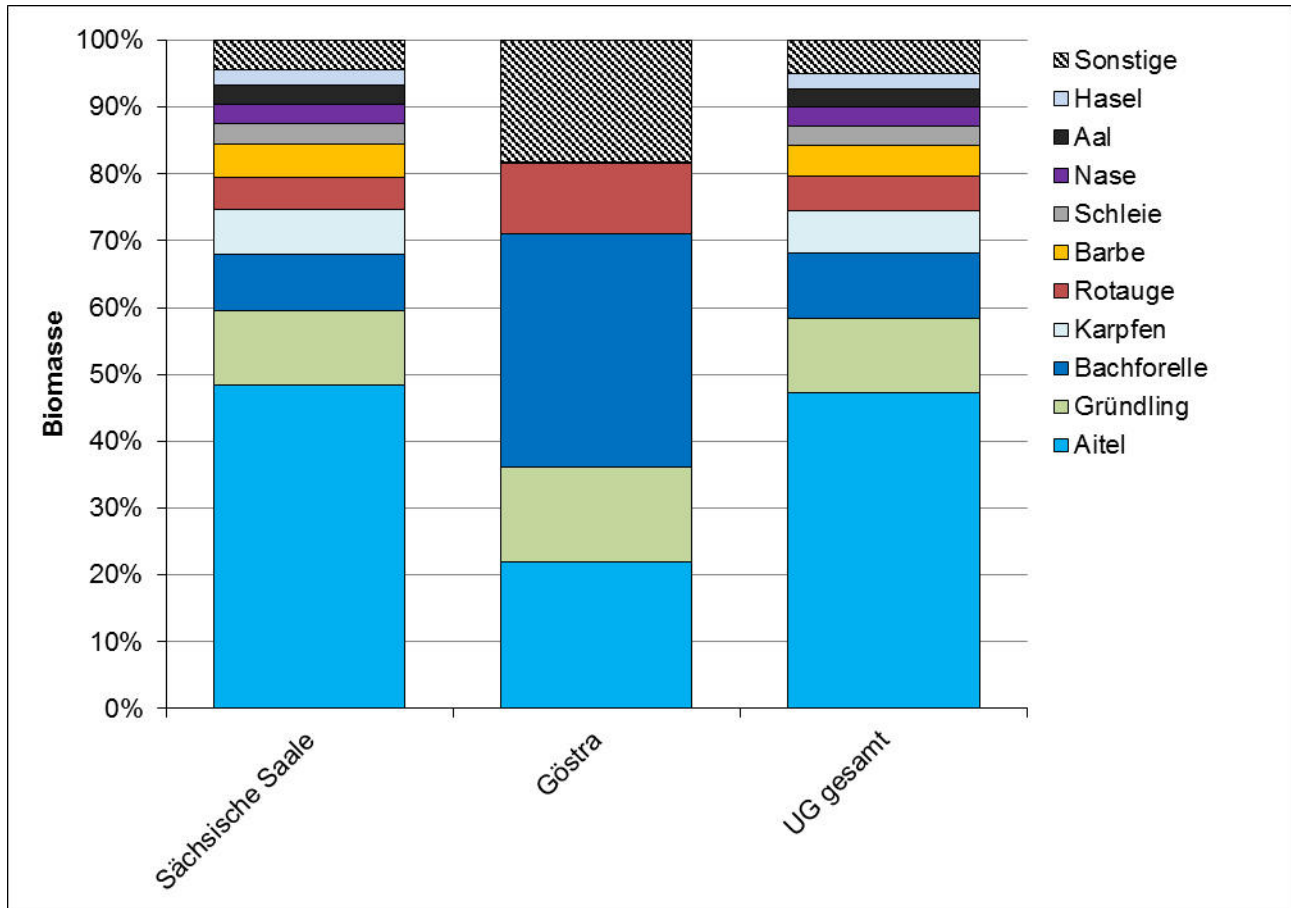


Abb. 54: Ermittelte Dominanzverhältnisse (Biomasse) der Fischfauna je Gewässer sowie bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet (UG gesamt). Unter „Sonstige“ sind alle Arten zusammengefasst dargestellt, deren Gewicht bezogen auf den Gesamtfang nicht zu den zehn Arten mit dem höchsten Biomasseanteil zählen

Die Verteilung der Biomassenanteile der in Abb. 54 dargestellten Fischarten zeigte deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Gewässern.

In der Sächsischen Saale stellte alleine die Fischart Aitel (48,3 %) rund knapp die Hälfte der Fischbiomasse dar. Die Arten Gründling (11,2 %), Bachforelle (8,5 %) und Karpfen (6,6 %) waren ebenfalls mit relativ hohen Biomasseanteilen (> 5 %) vertreten. Die anderen 22 Arten, die in der Sächsischen Saale gefangen wurden, machten zusammengefasst noch 25,3 % der Biomasse aus.

Die Fischbiomasse der Göstra wurde durch die Arten Bachforelle (35,0 %), Aitel (22,0 %), Gründling (14,1 %), Rotaugen (10,5 %) und Barsch (9,5 %) dominiert (die Fischart Barsch ist in Abb. 54 in der Kategorie „Sonstige“ enthalten). Alle weiteren elf in der Göstra nachgewiesenen Arten waren lediglich mit einem Biomasseanteil von weniger als 5 % vertreten.

6.14.3 Einheitsfang

Die absoluten Zahlen der Erhebung, ohne Bezug zur befischten Strecke, eignen sich für viele Darstellungen und Auswertungen, wie z.B. die in Kap. 6.14.2 gezeigten Dominanzverhältnisse. Für andere Auswertungen, wie z.B. die vergleichende Bewertung der Fischfauna zwischen den einzelnen Gewässern bzw. Untersuchungsstrecken, ist eine Standardisierung der Daten notwendig. Dies wurde mittels der Bildung des sog. Einheitsfangs berücksichtigt. Der Einheitsfang (EF) stellt ein relatives Maß für die Fischbestandsgröße eines Gewässers dar und wird als Individuenzahl bzw. Biomasse pro Flächen- oder Streckeneinheit für jede Befischungsstrecke berechnet. Im vorliegenden Gutachten bezieht sich der angegebene EF auf 100 m befischte Strecke. Für beide Parameter (Individuenzahl und Biomasse) wurden die Daten beider Befischungsdurchgänge (Herbst und Sommer 2019) gemittelt.

Im UG wurde ein durchschnittlicher EF von rund 298 Individuen pro 100 m Befischungsstrecke (Ind./100 m) ermittelt. In der Sächsischen Saale (ca. 329 Ind./100 m) wurden weit höhere Fischdichten festgestellt als in der Göstra (ca. 83 Ind./100 m). Der mit Abstand höchste EF wurde in UA1 mit rund 787 Ind./100 m erzielt, während in UA10 der niedrigste Wert von rund 53 Ind./100 m festgestellt wurde (Abb. 55).

Bei alleiniger Betrachtung der Fließstrecken der Sächsischen Saale wurde oberhalb der Kläranlage Hof (UA2: ca. 327 Ind./100 m) ein annähernd doppelt so hoher EF erzielt als unterhalb (UA3: ca. 173 Ind./100 m). Mit rund 222 Ind./100 m wurden in den flussab der Firma Macher liegenden Abschnitten UA4 +UA8 ein höherer EF (Individuen) festgestellt als in dem Kontrollabschnitt (bezogen auf das gegenständliche Vorhaben) UA3. In den durch Aufstau beeinträchtigten Abschnitten der Sächsischen Saale wurden in UA1 (oberhalb KA Hof, ca. 787 Ind./100 m) ein weit höherer EF ermittelt als für die unterhalb der FA Macher liegenden Stauräume UA5+UA9 (ca. 324 Ind./100 m). In der Göstra wurde unterhalb der Firma Macher (UA11: ca. 112 Ind./100 m) ein mehr als doppelt so hoher EF ermittelt als oberhalb (UA10: ca. 53 Ind./100 m).

Bei der Auswertung der Biomasse wurde für das UG ein durchschnittlicher EF von rund 6,1 kg/100 m ermittelt. Analog zu den Individuen wurden in der Sächsischen Saale (ca. 6,7 kg/100 m) im Durchschnitt weit höhere Fisch-Biomassen dokumentiert als in der Göstra (ca. 1,8 kg/100 m). Die mit Abstand höchste Biomasse wurde in UA2 mit rund 16,8 kg/100 m festgestellt (Abb. 55). In UA1 wurde mit weniger als 1,5 kg/100 m der geringste gewichtsbezogene EF erzielt.

Innerhalb der frei fließenden Abschnitte der Sächsischen Saale wurde oberhalb der Kläranlage Hof (UA2: ca. 16,8 kg/100 m) eine mehr als viermal so hohe Biomasse festgestellt als unterhalb (UA3: ca. 3,9 kg/100 m). Im Abstrom der Firma Macher wurde mit rund 6,6 kg/100 m (UA4+UA8) eine deutlich höhere Fisch-Biomasse ermittelt als in dem Kontrollabschnitt UA3. Bei der Betrachtung der staubeeinflussten Abschnitte, wurde unterhalb der Firma Macher (UA5+UA9: ca. 6,6 kg/100 m) eine weit höhere Biomasse festgestellt als in UA1. In der Göstra wurde oberhalb der Firma Macher (UA10: 2,1 kg/100 m) eine höhere Biomasse ermittelt als unterhalb (UA11: 1,5 kg/100 m).

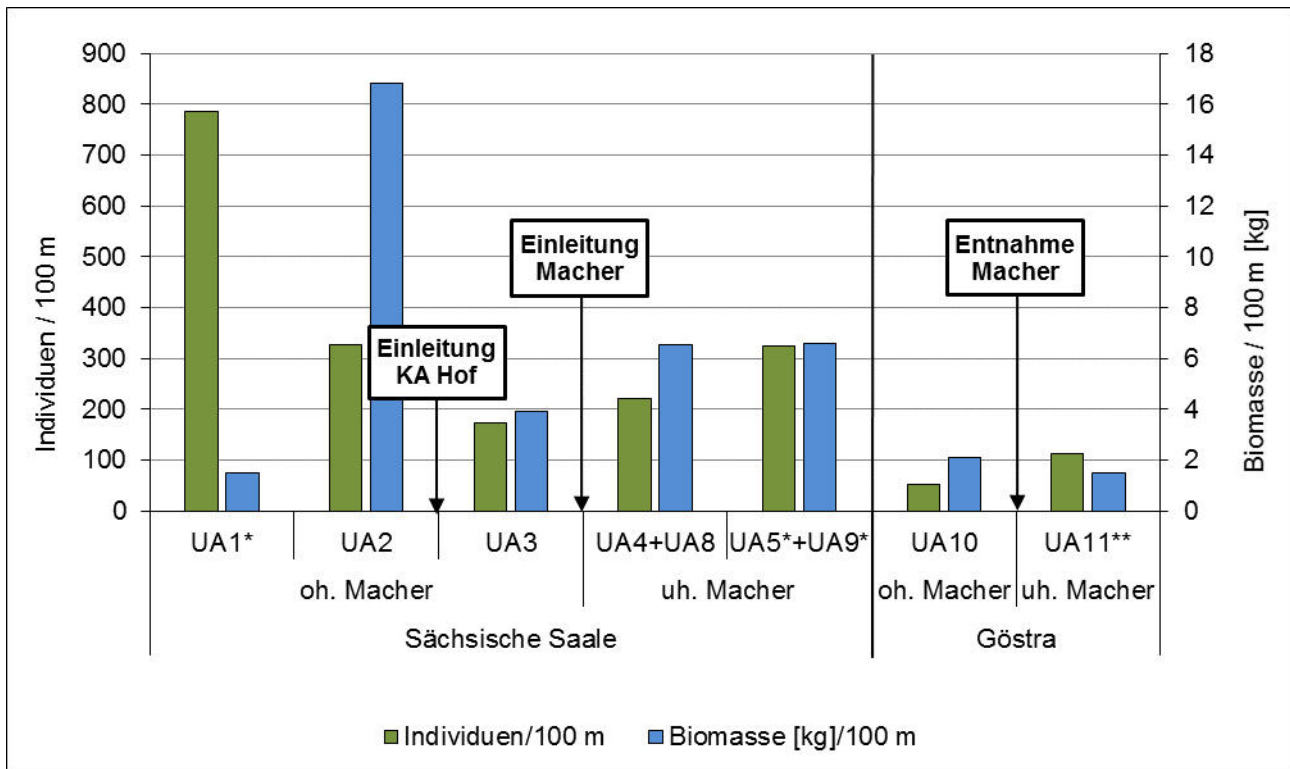


Abb. 55: Gemittelter Einheitsfang (Individuen bzw. Biomasse pro 100 m) je Gewässer mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke

6.14.4 Ökologische Ausprägung der Fischfauna

Die Fischfauna kann, entsprechend ihrer Lebensansprüche, in ökologische Gilden eingeteilt werden (SCHIEMER & WAIDBACHER 1992). Besondere Bedeutung kommt dabei der Einteilung in sog. Strömungsgilden zu. Als „rheophil“ werden strömungsliebende Fischarten bezeichnet, welche morphologisch, physiologisch und vom Verhalten her gut an strömendes Wasser angepasst sind und deren Lebenszyklus sich größtenteils im Bach oder im Fluss abspielt. Stagno- oder limnophile Fischarten sind stillwasserliebend und deshalb nahezu ausschließlich in Altwasser- und staubeeinflussten Bereichen anzutreffen. Dagegen sind die „indifferenten“ Fischarten gegenüber der Strömung, meist auch gegenüber vielen anderen biotischen und abiotischen Umweltparametern, tolerant und besiedeln sowohl strömende, als auch stehende Gewässerbereiche. Die Einteilung der Fischarten im UG in die entsprechenden ökologischen Gilden erfolgte dabei analog zur Einteilung im Bewertungssystem „fiBS“ (fischbasiertes Bewertungssystem (DUßLING 2014)) welches im Zusammenhang mit der EU-WRRL für die Klassifizierung der Qualitätskomponente Fischfauna entwickelt wurde.

Die Sächsische Saale im Untersuchungsgebiet ist ein im Ursprungszustand mittel bis rasch strömender Fluss, der nach der fischereibiologischen Längszonierung zur Äschenregion (Hyporhithral) zählte. Setzt man weitgehend ungestörte fischökologische Verhältnisse voraus, so entspräche ein hoher Arten- und Bestandsanteil an typischen Flussfischarten (rheophile Arten) dem Erwartungszustand. Dies gilt auch für die Göstra, die aufgrund ihres naturgemäß weit stärkeren Gefälles der unteren Forellenregion (Metarhithral) entsprach.

Die nachfolgende Tab. 39 zeigt die Einteilung der im UG nachgewiesenen Fischarten bezüglich der ökologischen Gilden.

Unter alleiniger Berücksichtigung der Artenzahlen war eine leichte Dominanz der rheophilen Arten mit einem Anteil von ca. 48 % erkennbar. Der Anteil an indifferenten Fischarten lag mit rund 41 % nur wenig darunter. Die stillwasserliebenden (stagnophilen) Fischarten machten mit nur drei nachgewiesenen Arten ca. 11 % des gesamten Artenspektrums aus. Von den insgesamt 13 rheophilen Arten war lediglich eine Fischart (Bachsaibling) nicht heimisch, bei den indifferenten Arten waren es drei (Blaubandbärbling, Dreist. Stichling, Sonnenbarsch). Bei den stagnophilen Arten handelte es sich ausschließlich um autochthone (heimische) Arten.

Tab. 39: Einteilung der im Untersuchungsgebiet durch Elektrofischerei nachgewiesenen Fischarten in die Strömungsgilden rheophil, indifferent und stagnophil

<u>rheophil</u>	<u>indifferent</u>	<u>stagnophil</u>
• Aitel • Bachforelle • Bachneunauge* • Bachsaibling • Barbe • Elritze • Groppe • Gründling • Hasel • Nase • Nerfling • Rutte • Schmerle	• Aal • Barsch • Bitterling • Blaubandbärbling • Dreist. Stichling • Giebel • Hecht • Karpfen • Kaulbarsch • Rotaugen • Sonnenbarsch	• Moderlieschen • Rotfeder • Schleie
13 Arten gesamt (ca. 48 %) davon 12 heimische Arten (ca. 44 %)	11 Arten gesamt (ca. 41 %) davon 8 heimische Arten (ca. 30 %)	3 Arten gesamt (ca. 11 %) davon 3 heimische Arten (ca. 11 %)

Erläuterung:

* | gehört zur Ordnung der Rundmäuler

Für einen Vergleich des aktuellen Fischarteninventars bzw. dessen fischökologischer Ausprägung mit der natürlichen Situation eignen sich am besten die für die Bewertung nach EU-WRRL (Bewertungsverfahren „fiBS“; siehe Kapitel 6.14.7.1) definierten Referenz-Fischzönosen. Diese stehen in Bezug zu gewissen Gewässerabschnitten (große Flüsse und Ströme) bzw. Fließgewässertypen (kleine Fließgewässer) und beinhalten die zu erwartenden relativen Häufigkeiten (%-Anteilen) aller im naturgemäßen Zustand (ohne anthropogene Einflüsse) vorkommenden Fischarten. Demnach beschreiben Referenz-Fischzönosen einen idealisierten Sollzustand und dienen als Leitbild der Fischfauna innerhalb des betreffenden Fließgewässerabschnitts. Die Referenz-Fischzönosen der beiden betrachteten Fließgewässer können dem Anhang 12 entnommen werden.

In Tab. 40 werden die Anteile der erfassten Individuen der einzelnen Arten jeder Gilde mit den prozentualen Individuen-Anteilen der Referenzzönosen verglichen. Aus dieser Gegenüberstellung geht hervor, dass die Anteile an rheophilen Individuen in den Fangergebnissen der Sächsischen Saale (66,4 %) und der Göstra (76,9 %) deutlich unter deren Referenzwerte (Sächsische Saale: 83,2 %; Göstra: 99,7 %) lagen. Demzufolge wurden in diesen beiden Fließgewässern weit höhere Anteile an Indifferenten erzielt, als in den jeweiligen Fischzönosen festgeschrieben. Des Weiteren wurden in beiden Fließgewässern stillwasserliebende (stagnophile) Arten mit geringen Individuen-Anteilen nachgewiesen, obwohl in den jeweiligen Referenzzönosen keine Arten dieser Gilde aufgeführt sind.

Insgesamt wurde bei dem Vergleich der Befischungsergebnisse 2019 (Ist-Zustand) mit dem Referenzzustand eine deutliche Verschiebung von rheophilen zu indifferenten Arten in beiden Gewässern festgestellt.

Tab. 40: Gegenüberstellung der Fangergebnisse 2019 (Sommer, Herbst) mit den Referenzzönosen der untersuchten Fließgewässer in Hinblick auf die Gildenzugehörigkeit

Gilde	Individuen-Anteile der verschiedenen Strömungsgilden			
	Sächsische Saale		Göstra	
	Zönose Nr. 234	Ergebnis 2019	Zönose Nr. 744	Ergebnis 2019
rheophil	83,2%	66,4%	99,7%	76,9%
indifferent	16,8%	33,0%	0,3%	22,9%
stagnophil	-	0,5%	-	0,3%

Im gesamten UG entfielen hinsichtlich der Individuenzahlen rund 67 % der gefangenen Fische auf rheophile Arten (Abb. 56). Rund 33 % der gefangenen Individuen waren Indifferente. Stagnophile machten weniger als 1 % des Gesamtfangs aus. Der Individuen-Anteil an rheophilen Arten lag in der Göstra mit rund 77 % über dem Wert der Sächsischen Saale (66 %).

Bezogen auf die Biomasse wurden im gesamten UG rund 79 % Rheophile, 18 % Indifferente und 3 % Stagnophile erfasst (Abb. 56). Die gewichtsbezogenen Anteile an strömungsliebenden Arten lag in beiden Fließgewässern auf einem vergleichbaren Niveau (Sächsische Saale: ca. 79 %; Göstra: 77 %).

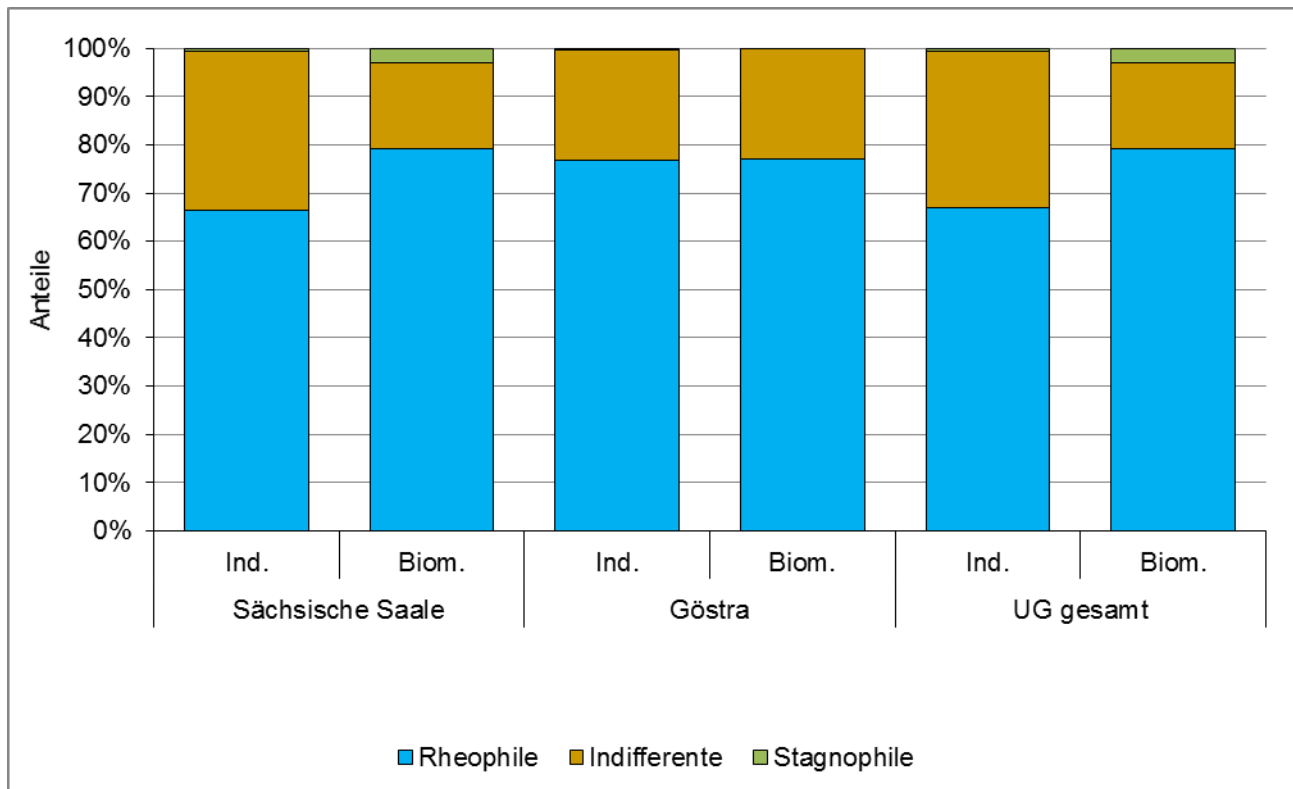


Abb. 56: Verteilung der erfassten Individuen (Ind.) bzw. Biomassen (Biom.) auf die Strömungsgilden je Gewässer sowie für das gesamte Untersuchungsgebiet (UG gesamt)

In Hinblick auf die Individuenzahlen dominierten in allen Untersuchungsabschnitten die rheophilen Arten (Abb. 57). Der höchste Anteil an Rheophilen wurde mit rund 87 % in UA4+UA8 und damit unterhalb der Einleitung der Fa. Macher festgestellt. In UA5+UA9 (Stau) wurde mit 49,2 % der insgesamt niedrigste Wert an rheophilen Individuen erzielt. Indifferente Fische wurden dort mit 48,8 % annähernd genauso häufig nachgewiesen (Stagnophile: ca. 2 %).

Bei alleiniger Berücksichtigung der frei fließenden Untersuchungsabschnitte der Sächsischen Saale wurde ein flussabwärtsgerichteter Anstieg (UA2 bis UA4+UA8) an strömungsliebenden Fischen festgestellt. So wurde bereits unterhalb der Einleitung der Kläranlage Hof (UA3: ca. 74 %) ein etwas höherer Anteil an Rheophilen festgestellt als oberhalb (UA2: ca. 70 %). Unterhalb der Firma Macher (UA4+UA8: ca. 87 %) stieg der Anteil an strömungsliebenden Fischen nochmals deutlich an. In den flussabwärts der Firma Macher liegenden Stauräumen (UA5+UA9: ca. 49 %) war der Anteil an Rheophilen jedoch geringer als in dem unbeeinflussten Stauraum UA1 (ca. 60 %). In der Göstra wurde unterhalb der Firma Macher (UA11: ca. 79 %; Mindestwasserstrecke) ein höherer Anteil an strömungsliebenden Arten ermittelt als oberhalb (UA10: ca. 71 %).

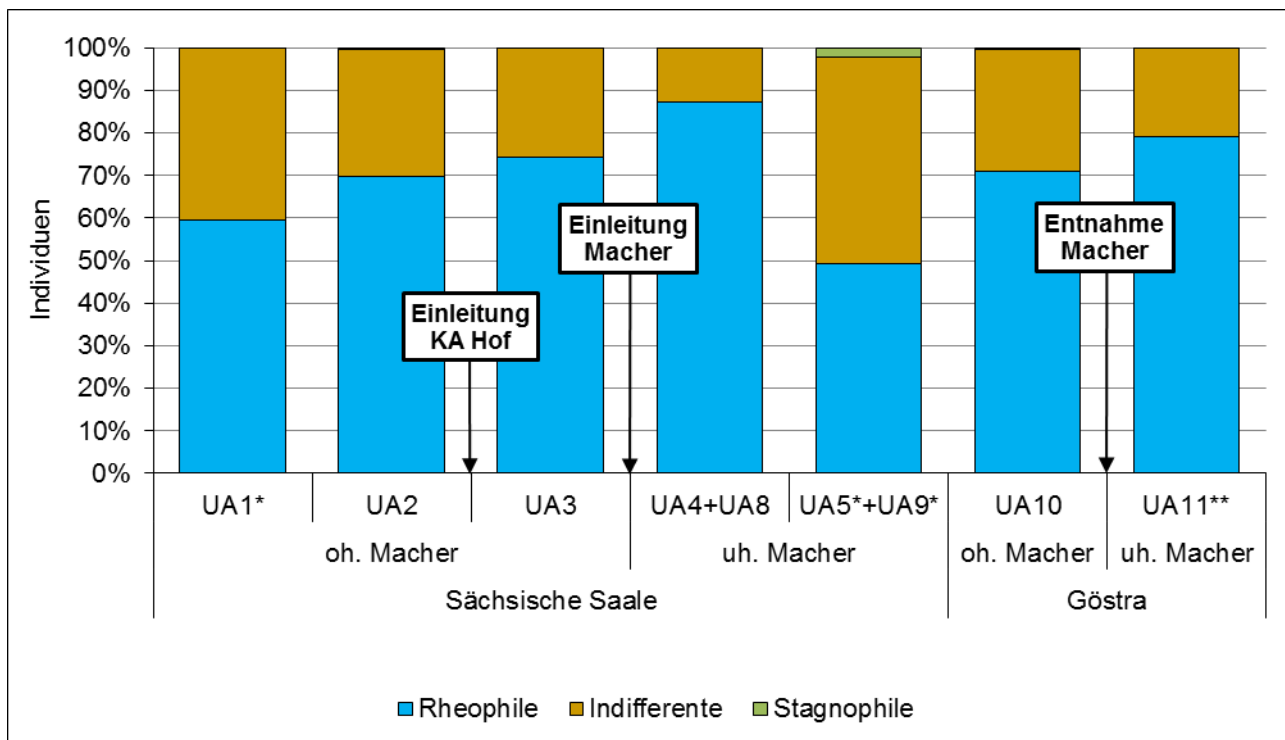


Abb. 57: Verteilung der erfassten Individuen auf die Strömungsgilden je Gewässer mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke

Hinsichtlich der Biomasse dominierten in allen Untersuchungsabschnitten, mit Ausnahme von UA5+UA9, die rheophilen Arten (Abb. 58). In dem staubeeinflussten Abschnitten UA5+UA9 dominierte die Gilde der Indifferenten. Der höchste Biomasse-Anteil an Rheophilen wurde in UA3 mit rund 93 % festgestellt. In UA5+UA9 wurde mit rund 37 % des Gesamtgewichts der insgesamt niedrigste Wert an rheophilen Individuen erzielt.

Besonders innerhalb der Fließstrecken der Sächsischen Saale machten rheophile Fische einen hohen Anteil der Biomasse aus. Mit dem Höchstwert von rund 93 % wurde unterhalb der Kläranlage Hof (UA3) ein etwas höherer Gewichts-Anteil an strömungsliebenden Fischen festgestellt als oberhalb (UA2: ca. 89 %). Unterhalb der Einleitung der Firma Macher (UA4+UA8) lag der Biomasse-Anteil der Rheophilen, im Vergleich zur Kontrollstrecke UA3, auf einem nahezu identischen Niveau (92 %). In den Stauräumen unterhalb der Firma Macher (UA5+UA9: ca. 37 %) wurde mit dem insgesamt niedrigsten Biomasse-Anteil an strömungsliebenden Fischen ein deutlich geringerer Wert erzielt als in dem unbeeinflussten Stauraum UA1 (ca. 86 %). Auch in der Göstra wurde in der Kontrolle (UA10: ca. 84 %) ein höherer Gewichts-Anteil an rheophilen Arten festgestellt als in der Mindestwasserstrecke unterhalb der Firma Macher (UA11: ca. 69 %).

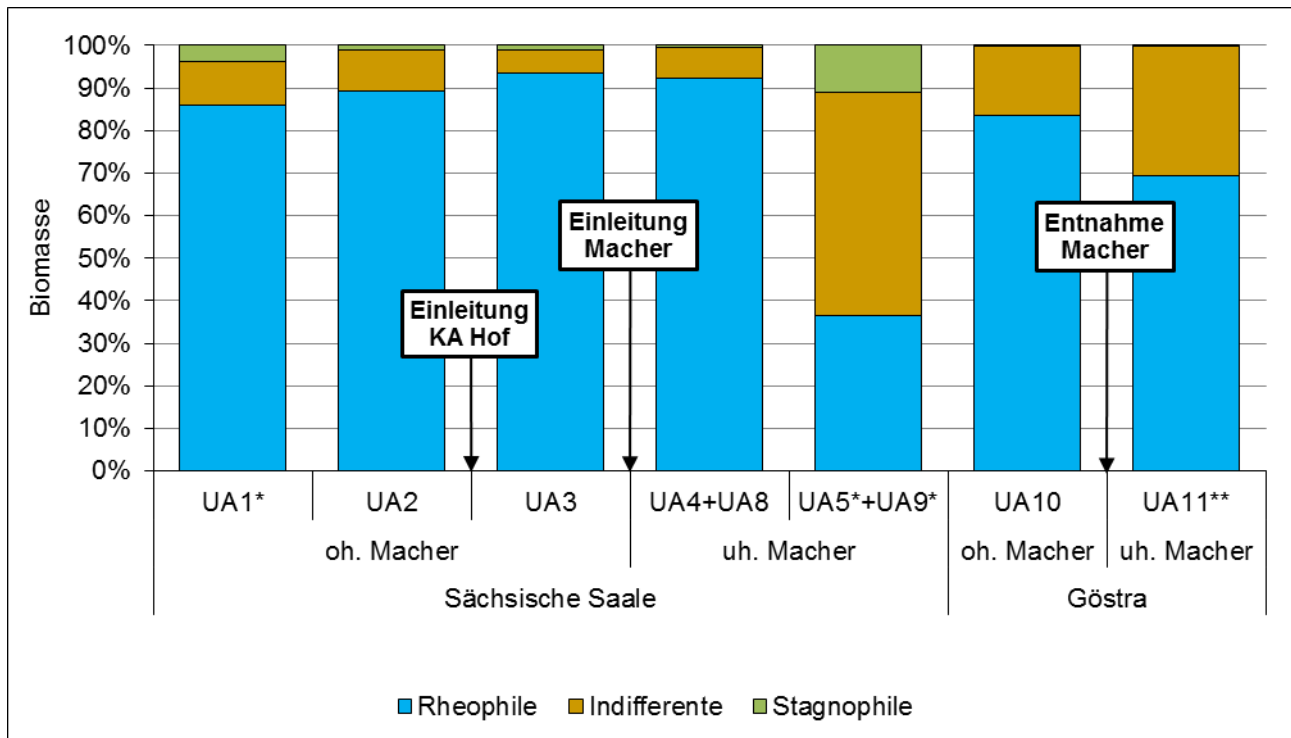


Abb. 58: Verteilung der erfassten Biomasse auf die Strömungsgilden je Gewässer mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke

Zusammengefasst weicht die Fischfauna der Sächsischen Saale und Göstra von dem Erwartungszustand (Leitbild) gemäß der jeweiligen Referenzzönosen ab. Hierfür sind in erster Linie die festgestellten zu geringen Anteile an rheophilen Individuen verantwortlich. Lediglich in den flussab der Einleitung der Firma Macher liegenden Abschnitten UA4+UA8 (ca. 87 %) wurde der Referenz-Anteil der Rheophilen (83,2 %) erreicht bzw. übertroffen. In allen anderen Untersuchungsabschnitten war die Fischfauna durch höhere Anteile indifferenter und stagnophiler Individuen überprägt.

6.14.5 Anteil an temperatursensiblen Arten

Fischarten reagieren, je nach Autökologie unterschiedlich stark auf Veränderungen der Wassertemperatur. Dabei wird zwischen temperatursensiblen „oligo-stenothermen“ und temperaturtoleranten „meso-eurythermen“ Arten unterschieden. Die oligo-stenothermen Arten sind insbesondere während der Fortpflanzungsperioden an niedrige Wassertemperaturen eng angepasst. Diese Arten reagieren allgemein sensibel auf eine Veränderung der Wassertemperatur, sofern diese Veränderung zu einem Anstieg der Wassertemperatur führt, die über ihrer Toleranzgrenze liegt. Meso-eurytherme Arten sind an ein sehr breites Temperaturspektrum angepasst und hinsichtlich einer Erwärmung des Gewässers weit weniger sensibel.

Der Großteil der im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Fischarten zählt zu den meso-eurythermen Arten (21 von 27 Arten; Tab. 41). Sechs der erfassten Arten sind als oligo-stenotherm eingestuft. Bei den temperatursensiblen Arten handelt es sich um Bachforelle, Bachneunauge, Bachsaibling, Elritze, Groppe und Rutte.

Tab. 41: Temperatursensibilität und Vorkommen (Individuenzahlen) der in der Sächsischen Saale und Göstra erfassten Fischarten

T-Sensibilität	Fischart	Sächsische Saale	Göstra
meso-eurytherm	Aal	26	-
	Aitel	3.531	203
	Barbe	177	-
	Barsch	11	51
	Bitterling	1.663	16
	Blaubandbärbling	147	5
	Dreist. Stichling	1.116	20
	Giebel	24	-
	Gründling	7.241	159
	Hasel	343	2
	Hecht	18	10
	Karpfen	43	-
	Kaulbarsch	6	-
	Moderlieschen	1	-
	Nase	56	-
	Nerfling	3	-
	Rotaugen	2.892	77
	Rotfeder	2	1
	Schleie	94	1
	Schmerle	29	58
	Sonnenbarsch	5	-
oligo-stenotherm	Bachforelle	248	108
	Bachneunauge ¹	2	3
	Bachsaibling	1	-
	Elritze	320	62
	Groppe	10	-
	Rutte	5	6

Erläuterung:¹ | gehört zur Ordnung der Rundmäuler

Aus Abb. 59 geht eine deutliche Dominanz von meso-eurythermen Fischarten im UG hervor. Dies gilt sowohl im Hinblick auf die Individuenzahlen, als auch auf die Biomasse. Hinsichtlich der oligo-stenothermen Arten wurden in der Göstra mit rund 23 % der Individuen und rund 37 % der Biomasse höhere Anteile festgestellt als in der Sächsischen Saale (Ind.: ca. 3 %; Biom.: ca. 9 %). Die vergleichsweise hohen Gewichtsanteile der temperatursensiblen Arten gehen in beiden Gewässern hauptsächlich auf die Fischart Bachforelle (Sächsische Saale: 8,5 %; Göstra: 35,0 %) zurück.

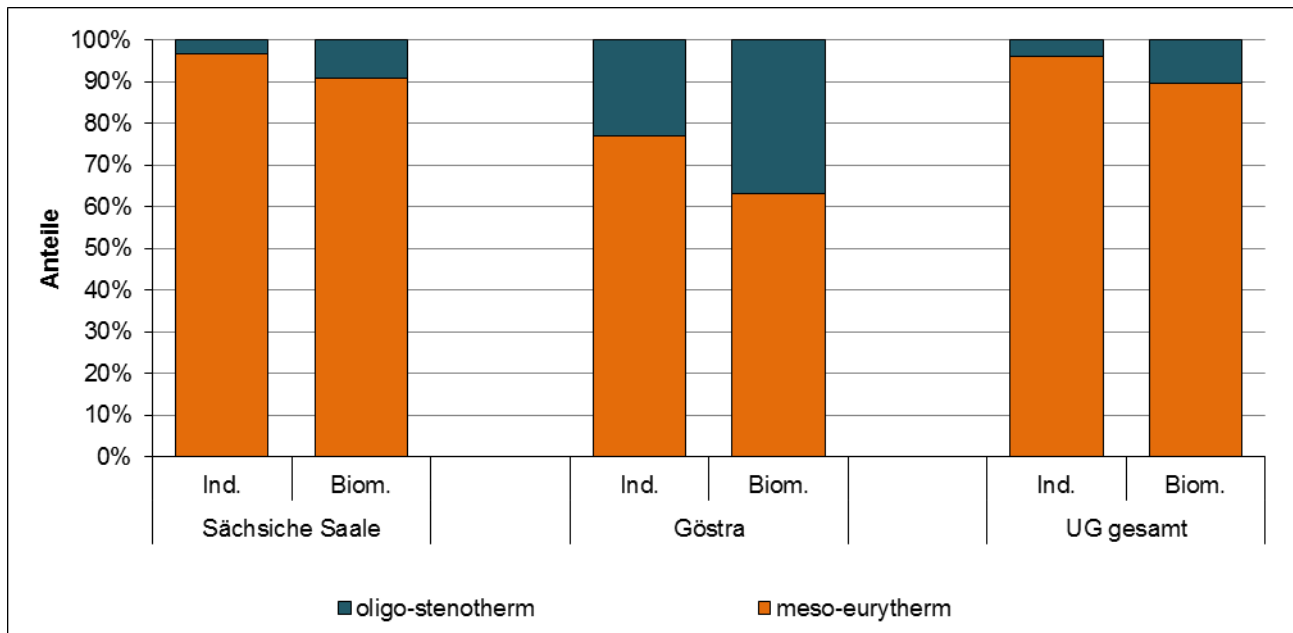


Abb. 59: Verteilung der erfassten Individuen (Ind.) bzw. Biomasse (Biom.) bezogen auf die Temperatursensibilität je Gewässer sowie bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet (UG gesamt)

In Hinblick auf die Individuenzahlen dominierten in allen Untersuchungsabschnitten die temperaturtoleranten bzw. meso-eurythermen Arten (Abb. 60). Der höchste Anteil an temperatursensiblen Arten wurde in UA10 (ca. 38 %) festgestellt. In UA1 wurden keine oligo-stenothermen Arten nachgewiesen.

In den frei fließenden Abschnitten der Sächsischen Saale wurde ober- und unterhalb der Kläranlage Hof ein nahezu identischer Anteil an temperatursensiblen Arten festgestellt (UA2: 8,3 %; UA3: 8,4 %). Im Abstrom der Firma Macher (UA4+UA8) wurde mit 5,4 % ein geringerer Anteil ermittelt. Mit rund 1 % lag der Anteil an oligo-stenothermen Fischen in den flussabwärts der Firma Macher liegenden Stauräumen (UA5+UA9) etwas höher als in dem unbeeinflussten Stauraum UA1, indem ausschließlich temperaturtolerante Fische erfasst wurden. In dem Kontrollabschnitt der Göstra (UA10) wurde mit rund 38 % ein mehr als doppelt so hoher Anteil an oligo-stenothermen Individuen festgestellt als in der Mindestwasserstrecke unterhalb der Firma Macher (UA11: ca. 17 %).

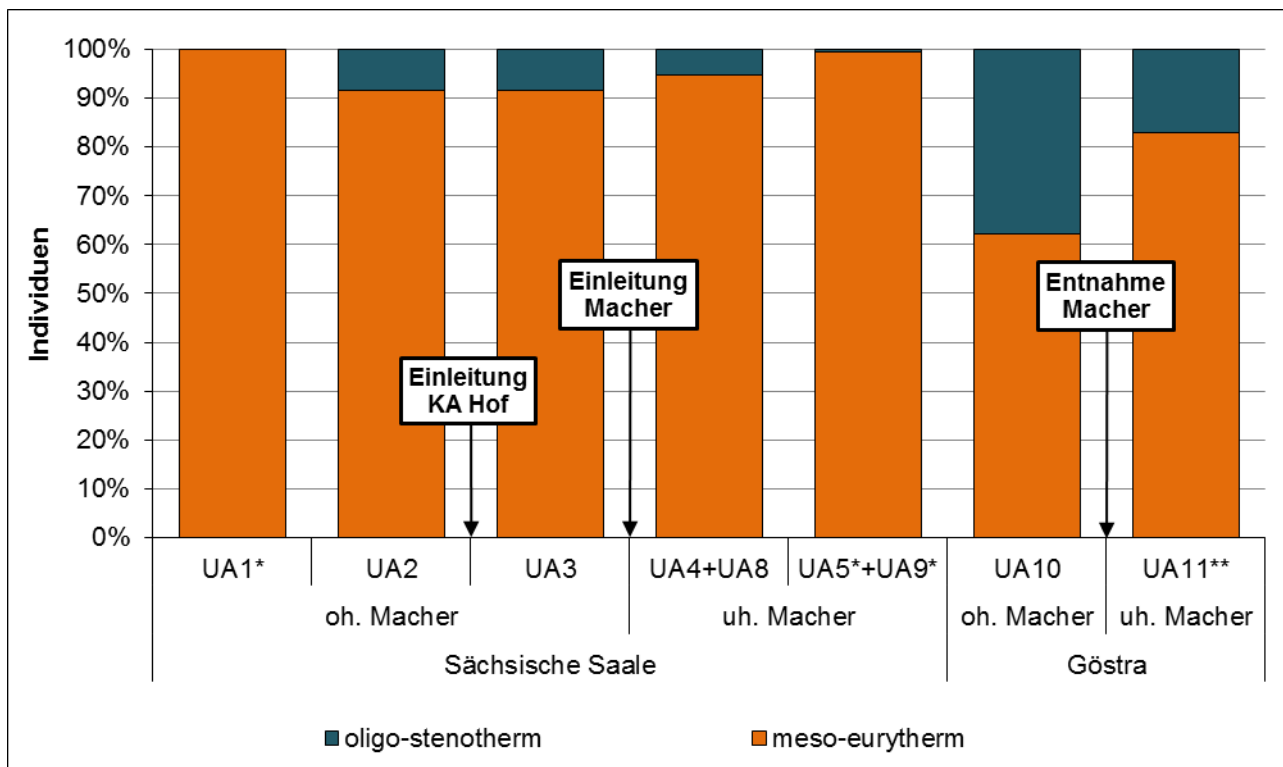


Abb. 60: Verteilung der erfassten Individuen bezogen auf die Temperatursensibilität je Gewässer mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke

In Bezug auf die Biomasse dominierten in allen Untersuchungsabschnitten, mit Ausnahme des UA10, die temperaturtoleranten Fischarten (Abb. 61). Im Kontrollbereich der Göstra (UA10) dominierten die temperatursensiblen Arten. Dort wurde mit rund 53 % auch der höchste Gewichts-Anteil an oligo-stenothermen Arten festgestellt. In UA1 wurden keine oligo-stenothermen Arten erfasst.

In den Fließstrecken der Sächsischen Saale wurde ein flussabgerichteter Anstieg (UA2 bis UA4+UA8) an temperatursensiblen Fischarten festgestellt. Oberhalb der Kläranlage Hof (UA2) stellten die oligo-stenothermen Arten rund 6 % der Biomasse. Unterhalb davon wurde ein Wert von rund 16 % (UA3) erzielt. Im Abstrom der Firma Macher (UA4+UA8) waren es sogar rund 17 %. In den staubeeinflussten Abschnitten spielten die temperatursensiblen Fischarten in Bezug auf die Biomasse keine Rolle. In der Göstra wurde in dem Kontrollabschnitt UA10 (ca. 53 %) ein etwa drei Mal so hoher Gewichts-Anteil an oligo-stenothermen Fischen festgestellt als in der Mindestwasserstrecke unterhalb der Firma Macher (UA11: ca. 18 %).

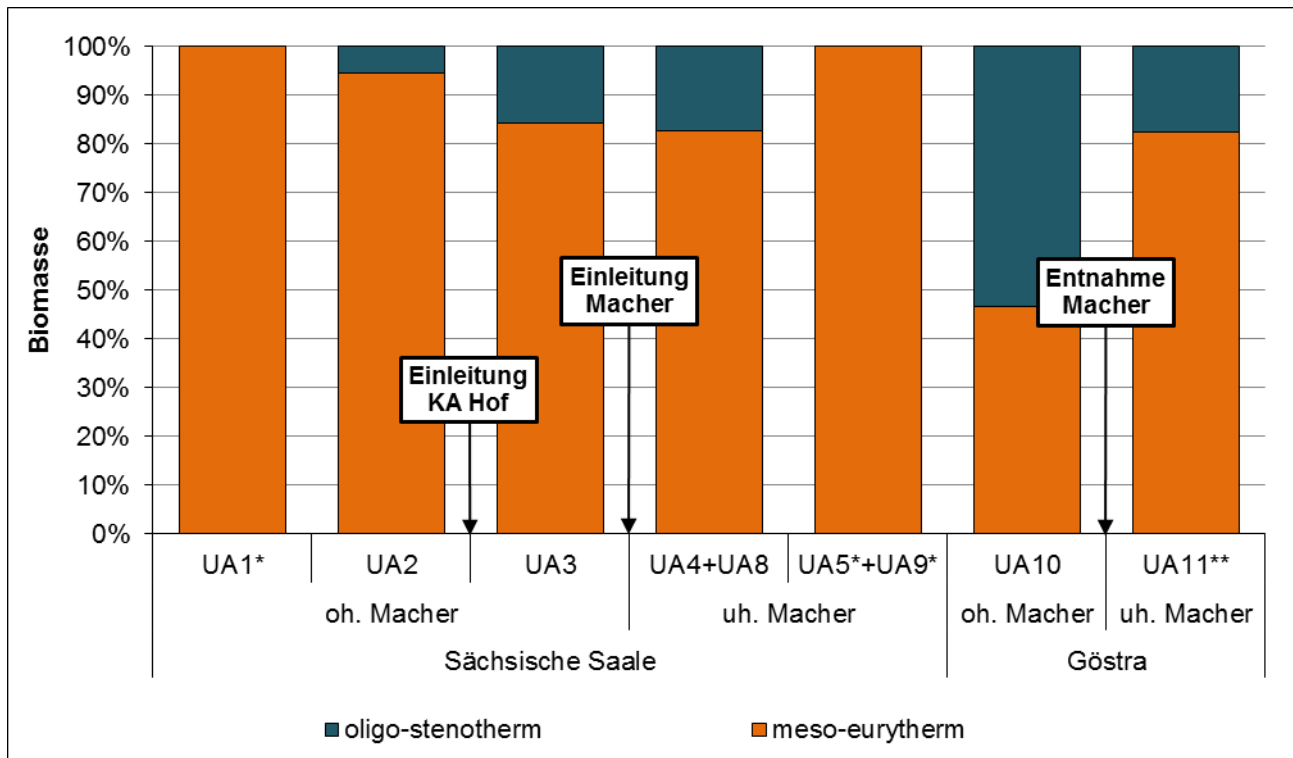


Abb. 61: Verteilung der erfassten Biomasse bezogen auf die Temperatursensibilität je Gewässer mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke

6.14.6 Fortpflanzungsverhältnisse

Die Fortpflanzungsbedingungen spielen für die Rekrutierung und damit für die Entwicklung und Ausprägung der gebietseigenen (autochthonen) Fischbestände eine entscheidende Rolle. Von Bedeutung für eine ausreichende, bestandserhaltende Versorgung des Gewässers mit Fischnachwuchs sind in erster Linie die Funktionsfähigkeit und die Quantität der vorhandenen Laichplätze und Jungfischlebensräume sowie deren funktionale Verknüpfung miteinander. Als Maß für den Fortpflanzungserfolg können die Brut- und Jungfischnachweise im Untersuchungsgebiet herangezogen werden.

Von den insgesamt 18.796 im UG nachgewiesenen Individuen waren 12.831 Jungfische (Tab. 42). Dies entspricht einem Jungfischanteil von rund 68 %. Adulte Fische machten im UG etwa 32 % aus. Die Jungfische lassen sich in sog. 0⁺-Fische und Jungfische älter 0⁺ differenzieren. Bei 0⁺-Fischen handelt es sich um Individuen, die im Laufe desselben meteorologischen Jahres geschlüpft sind und damit weniger als ein Jahr alt sind. Ein hoher Anteil an 0⁺-Fischen einer bestimmten Art kann als Indikator auf einen hohen Reproduktionserfolg bzw. gute Reproduktionsbedingungen im entsprechenden Jahr hinweisen.

Der Anteil an 0⁺-Fischen am Gesamtfang betrug rund 52 %. Von den insgesamt 12.831 erfassten Jungfischen waren 9.806 Individuen dem 0⁺-Jahrgang zuzuordnen. Damit ergibt sich bezogen auf die Jungfischnachweise ein 0⁺-Anteil von rund 76 %. In Tab. 42 sind die Jungfischanteile je Untersuchungsabschnitt zusammenfassend dargestellt.

Tab. 42: Übersicht der je Untersuchungsabschnitt (UA) nachgewiesenen Jungfische, unterteilt in 0⁺-Fische und Jungfische älter 0⁺ sowie Anteil an adulten Tieren

Abschnitt	Adulte		Jungfische		Jungfische älter 0 ⁺		Jungfische 0 ⁺		Individuen gesamt
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	
UA1*	1.243	20,6%	4.778	79,4%	227	3,8%	4.551	75,6%	6.021
UA2	1.042	50,5%	1.020	49,5%	683	33,1%	337	16,3%	2.062
UA3	1.010	46,3%	1.171	53,7%	460	21,1%	711	32,6%	2.181
UA4+UA8	1.628	41,3%	2.315	58,7%	877	22,2%	1.438	36,5%	3.943
UA5*+UA9*	732	19,2%	3.075	80,8%	578	15,2%	2.497	65,6%	3.807
UA10	103	46,8%	117	53,2%	74	33,6%	43	19,5%	220
UA11**	207	36,8%	355	63,2%	126	22,4%	229	40,7%	562
Gesamt	5.965	31,7%	12.831	68,3%	3.025	16,1%	9.806	52,2%	18.796

Erläuterungen:

* staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume

** Mindestwasserstrecke

Wie in Tab. 42 ersichtlich, wurden in allen Untersuchungsabschnitten hohe Anteile an Jungfischen festgestellt. Die größten Jungfischanteile erzielten die staubeeinflussten Abschnitte UA5+UA9 (ca. 81 %) und UA1 (ca. 79 %). In UA1 wurde zudem der höchste Wert an 0⁺-Fischen mit rund 76 % ermittelt. Den geringsten Anteil an Jungfischen erzielte der oberhalb der Kläranlage Hof liegende UA2 (ca. 50 %). In Hinblick auf die Einleitung der Firma Macher wurde unterhalb davon ein höherer Anteil an Jungfischen (UA4+UA8: ca. 59 %) festgestellt als oberhalb (UA3: ca. 54 %). Dies gilt auch für die Anteile der 0⁺-Fische (UA4+UA8: ca. 37 %; UA3: ca. 33 %).

Unter alleiniger Betrachtung der Sächsischen Saale konnten bei 23 der 27 erfassten Fischarten Jungfischnachweise (Brutfische und/oder Juveniljahrgänge) erbracht werden (Tab. 43). Juvenile der Arten Aal, Bachsaibling, Bachneunauge und Rotfeder wurden nicht erfasst. Bei 19 Arten sind Brutfische (0⁺-Jahrgang) nachgewiesen worden. Bei den Arten Aal³², Bachneunauge, Bachsaibling, Hecht, Moderlieschen, Nerfling, Rotfeder und Rutte wurden keine 0⁺-Stadien festgestellt.

Häufigster Jungfisch in der Sächsischen Saale war der Gründling, welcher rund 33 % (4.050 Ind.) des Jungfisch-Gesamtfangs ausmachte. Davon gehörten rund 94 % dem 0⁺-Jahrgang an. Die Fischarten Aitel (3.008 Ind.), Rotaugen (2.355 Ind.), Dreist. Stichling (1.016 Ind.) und Bitterling (988 Ind.) stellten ebenfalls einen bedeutenden Anteil des Jungfischaufkommens. Für alle weiteren Arten wurden relativ geringe Jungfischanteile (< 5 %) festgestellt.

In Tab. 43 sind die genauen Jungfischzahlen (inkl. Anzahl der 0⁺-Fische) je Fischart für die Sächsische Saale sowie für die einzelnen Befischungsabschnitte aufgeführt.

³² Aufgrund des speziellen Lebenszyklus des Aals ist die Präsenz von 0⁺-Individuen in der Sächsischen Saale faktisch unmöglich. Aale schlüpfen in der Sargassosee (Atlantik) und benötigen von dort rund drei Jahre bis sie die europäischen Küsten erreicht haben. Bei ihrer weiteren Wanderung in die Binnengewässer haben sie das 0⁺-Stadium bereits weit überschritten.

Tab. 43: Übersicht der Jungfischnachweise in der Sächsischen Saale

Fischart	UA1*		UA2		UA3		UA4+UA8		UA5*+UA9*		Sächsische Saale	
	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+
Aal	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0
Aitel	379	332	522	53	366	105	784	259	957	677	3.008	1.426
Bachforelle	-	-	57	18	56	44	71	38	-	-	184	100
Bachneunauge ¹	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0
Bachsaibling	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0
Barbe	-	-	47	0	16	1	84	7	1	1	148	9
Barsch	-	-	1	1	1	0	0	0	-	-	2	1
Bitterling	229	224	45	41	114	92	73	70	527	501	988	928
Blaubandbärbling	-	-	5	5	22	26	8	8	64	75	99	114
Dreist. Stichling	239	203	176	110	125	72	164	85	312	110	1.016	580
Elritze	-	-	19	13	57	37	54	48	21	19	151	117
Giebel	-	-	0	0	-	-	6	6	1	1	7	7
Groppe	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	2	3
Gründling	2.123	2.035	54	50	288	254	885	790	700	692	4.050	3.821
Hasel	-	-	34	5	49	27	136	97	3	3	222	132
Hecht	-	-	0	0	0	0	0	0	6	0	6	0
Karpfen	-	-	-	-	-	-	2	0	29	3	31	3
Kaulbarsch	-	-	2	2	-	-	-	-	0	0	2	2
Moderlieschen	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	1	0
Nase	-	-	7	0	-	-	10	0	8	8	25	8
Nerfling	-	-	-	-	-	-	2	0	-	-	2	0
Rotaugen	1.808	1.757	39	27	76	53	31	28	401	390	2.355	2.255
Rotfeder	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0
Rutten	-	-	-	-	1	0	2	0	-	-	3	0
Schleie	0	0	4	3	0	0	2	1	44	17	50	21
Schmerle	-	-	1	1	0	0	1	1	-	-	2	2
Sonnenbarsch	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-	5	5
Gesamt	4.778	4.551	1.020	337	1.171	711	2.315	1.438	3.075	2.497	12.359	9.534

Erläuterungen:

* staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume

0 Art wurde in diesem Untersuchungsabschnitt ausschließlich in höheren Entwicklungsstadien erfasst

¹ gehört zur Ordnung der Rundmäuler

In den frei fließenden Abschnitten der Sächsischen Saale (UA2, UA3, UA4+UA8) wurden hauptsächlich Jungfische von sog. „Allerweltsarten“ bzw. Ubiquisten wie Aitel, Dreist. Stichling, Gründling, Rotaugen etc. erfasst. Jedoch wurden in den Fließstrecken auch Jungfische der besonders anspruchsvollen Arten Bachforelle und Elritze (beides temperatursensible Arten) sowie der typischen Wanderfischart Barbe (Mitteldistanzwanderer) in nennenswerten Stückzahlen nachgewiesen (Tab. 43). In Hinblick auf die Einleitung der Firma Macher wurden unterhalb (UA4+UA8: 71 Ind.) mehr juvenile Bachforellen erfasst als in der Kontrollstrecke UA3 (56 Ind.). Die Elritze wurde ober- und

unterhalb der Einleitung in vergleichbaren Stückzahlen nachgewiesen (UA3: 57 Ind., UA4+UA8: 54 Ind.). Jungfische der Barbe wurden unterhalb der Firma Macher (UA4+UA8) am häufigsten erfasst.

In den staubeeinflussten Abschnitten der Sächsischen Saale (UA1, UA5+UA9) dominierten Juvenile derselben Allerweltsarten wie in den Fließstrecken (Aitel, Dreist. Stichling, Gründling, Rotaugen, etc.). Juvenile Stadien anspruchsvollerer Arten wie Barbe, Elritze und Nase wurden ausschließlich in den Stauräumen unterhalb der Firma Macher (UA5+UA9) vereinzelt bzw. in geringen Stückzahlen nachgewiesen.

In der Göstra wurden bei 13 der 16 erfassten Fischarten Jungfischnachweise (Brutfische und/oder Juveniljahrgänge) erbracht (Tab. 44). Juvenile der Arten Bachneunauge, Bitterling und Rotfeder wurden nicht erfasst. Bei zehn Arten sind Brutfische (0⁺-Jahrgang) nachgewiesen worden. Bei den Arten Bachneunauge, Bitterling, Hasel, Rotfeder, Rutte und Schleie wurden keine 0⁺-Stadien festgestellt.

Häufigster Jungfisch in der Göstra war der Aitel, welcher rund 41 % (195 Ind.) des Gesamtfangs ausmachte. Davon gehörten rund 48 % dem 0⁺-Jahrgang an. Die Bachforelle erzielte mit rund 21 % (97 Ind.) des Gesamtfangs die zweithöchsten Jungfischzahlen. Die Fischarten Gründling (48 Ind.), Elritze (41 Ind.) und Barsch (30 Ind.) stellten ebenfalls einen bedeutenden Anteil des Jungfischauftkommens. Für alle weiteren Arten wurden relativ geringe Jungfischanteile (< 5 %) festgestellt.

In Tab. 44 sind die genauen Jungfischzahlen (inkl. Anzahl der 0⁺-Fische) je Fischart für die Göstra und alle darin liegenden Untersuchungsabschnitte (UA10, UA11) aufgeführt.

Tab. 44: Übersicht der Jungfischnachweise in der Göstra

Fischart	UA10		UA11		Göstra	
	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0 ⁺	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0 ⁺	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0 ⁺
Aitel	8	3	187	91	195	94
Bachforelle	71	18	26	21	97	39
Bachneunauge	0	0	-	-	0	0
Barsch	27	12	3	0	30	12
Bitterling	-	-	0	0	0	0
Blaubandbärbling	-	-	5	5	5	5
Dreist. Stichling	1	0	16	2	17	2
Elritze	-	-	41	39	41	39
Gründling	1	1	47	47	48	48
Hasel	-	-	1	0	1	0
Hecht	9	9	0	0	9	9
Rotaugen	0	0	21	21	21	21
Rotfeder	0	0	-	-	0	0
Rutte	-	-	6	0	6	0
Schleie	-	-	1	0	1	0
Schmerle	0	0	1	3	1	3

Fischart	UA10		UA11		Göstra	
	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+
Gesamt	117	43	355	229	472	272

Erläuterungen:

¹ gehört zur Ordnung der Rundmäuler

0 | Art wurde ausschließlich in adulten Stadien erfasst

Bei der Betrachtung von Tab. 44 wird deutlich, dass ober- (UA10) und unterhalb (UA11) der Firma Macher deutliche Unterschiede hinsichtlich der Jungfischfauna bestehen. Dies gilt insbesondere für die fünf Arten mit den höchsten Jungfischnachweisen (Aitel, Bachforelle, Gründling, Elritze und Barsch). Bei Aitel, Gründling und Elritze wurden unterhalb der Firma Macher (UA11) deutlich mehr Juvenile erfasst als oberhalb (UA10; Tab. 44). Die Elritze wurde ausschließlich in UA11 festgestellt. Die Arten Bachforelle und Barsch erzielten in dem Kontrollabschnitt UA10 weit höhere Jungfischnachweise als in der Mindestwasserstrecke (UA11) unterhalb der Firma Macher (Tab. 44).

Zusammenfassung und Bewertung der Fortpflanzungsverhältnisse:

Die Ergebnisse der Bestandserhebungen haben gezeigt, dass in der Sächsischen Saale und Göstra grundsätzlich geeignete Fortpflanzungsbedingungen für die dort vorkommenden Fischpopulationen vorherrschen bzw. die gegenständliche Einleitung einer erfolgreichen Reproduktion nicht entgegensteht.

In der Sächsischen Saale wurden Jungfische von 23 der insgesamt 27 dort nachgewiesenen Arten dokumentiert. Von den 23 Arten mit Jungfischnachweisen sind 13 als rheophil (strömungsliebend) eingestuft. Rund 69 % des Gesamtfangs waren Jungfische. Die höchsten Jungfischanteile wurden von anspruchlosen Allerweltsarten (Gründling, Aitel, Rotaugen, etc.) gestellt. Unterhalb der Einleitung der Firma Macher (UA4+UA8) wurden Jungfische anspruchsvoller Arten, wie Bachforelle und Elritze sowie der typischen Wanderfischart Barbe, in vergleichbaren oder sogar höheren Dichten festgestellt als in dem Kontrollabschnitt UA3. Demzufolge konnten hinsichtlich der Einleitung der Firma Macher keine nachteiligen Auswirkungen auf die Fortpflanzungsverhältnisse in der Sächsischen Saale festgestellt werden.

In der Göstra wurden Jungfische von 13 (davon acht rheophile Arten) der insgesamt 16 dort nachgewiesenen Fischarten festgestellt. Bei rund 60 % des Gesamtfangs handelte es sich um Jungfische. In Hinblick auf die Individuenzahlen waren Jungfische der ubiquitären Fischart Aitel am häufigsten. Am zweithäufigsten wurden juvenile Bachforellen nachgewiesen. Den Ergebnissen zufolge sind die Reproduktionsbedingungen für die besonders anspruchsvolle Bachforelle oberhalb (UA11) der Firma Macher offensichtlich besser als unterhalb (UA10). Jedoch wurden in der Mindestwasserstrecke UA10 auch nennenswerte Jungfischnachweise der Bachforelle erbracht. Zudem wurden in UA11 Jungfische von ähnlich anspruchsvollen Arten, wie Elritze und Rutte, nachgewiesen, die in der Kontrolle (UA10) gänzlich fehlten. Die größtenteils stark voneinander abweichenden Arten- bzw.

Individuenzahlen ober- und unterhalb der Firma Macher (Tab. 44) sind in erster Linie auf den Stausee der Firma Macher und der damit einhergehenden Unterbrechung der Durchgängigkeit zurückzuführen.

6.14.7 Bewertung der Fischfauna nach WRRL

6.14.7.1 Methodische Hinweise zu fiBS

Für die Bewertung von Fließgewässern nach EU-WRRL werden die biologischen Qualitätskomponenten (QK) Makrozoobenthos, Makrophyten & Phytobenthos und Phytoplankton sowie die Fischfauna verwendet. Für die biologische Qualitätskomponente Fischfauna innerhalb von Fließgewässern ist nach OGewV, Anlage 5 das Bewertungsverfahren „fiBS“ (**f**ischbasiertes **B**ewertungssystem; (DUBLING 2009) anzuwenden. Für die Auswertung der BNGF-Befischungsdaten wurde die fiBS-Version 8.1.1. verwendet.

Die fischbasierte Fließgewässerbewertung mit fiBS beruht auf zwei Voraussetzungen:

- Der bereits a priori durchgeführten Rekonstruktion einer vergleichsweise individuellen und detaillierten Referenz- bzw. Potenzial-Fischzönose für den betrachteten Fließgewässerabschnitt.
- Der quantitativen Erhebung repräsentativer Fischbestandsdaten in den hierzu ausgewählten Probestrecken.

Die betrachteten Gewässer(-abschnitte) sind als natürlich bzw. naturnah eingestuft. Als Vergleichsfauna werden die von amtlicher Seite festgelegten Referenzzönosen (siehe Anhang 12) herangezogen.

Zur Bewertung werden verschiedene fischökologisch relevante Parameter („Metrics“) des Probenahmeergebnisses mit den entsprechenden, durch die Referenz-Fischzönose vorgegebenen Werten verglichen. Abhängig vom Ausmaß der Abweichungen werden gemäß vorgegebener Kriterien 5, 3 oder 1 Punkt(e) vergeben („Scoring“). Hierbei gilt:

- 5 → die Abweichung reflektiert den sehr guten ökologischen Zustand;
- 3 → die Abweichung reflektiert den guten ökologischen Zustand;
- 1 → die Abweichung reflektiert einen mäßigen oder schlechteren ökologischen Zustand.

Den für das „Scoring“ herangezogenen „Metrics“ lassen sich die folgenden sechs fischökologischen Qualitätsmerkmale zuordnen:

- (1) Arten- und Gildeninventar
- (2) Artenabundanz und Gildenverteilung
- (3) Altersstruktur
- (4) Migration (indexbasiert)
- (5) Fischregion (indexbasiert)
- (6) Dominante Arten (indexbasiert)

Die Gildenzugehörigkeiten und die zur Berechnung mancher Indizes notwendigen ökologischen Charakteristika aller bewertungsrelevanten Fischarten wurden für das Verfahren deutschlandweit verbindlich festgelegt. Sie sind als Tabelle auch in der Softwareanwendung von fiBS enthalten.

Zur Gesamtbewertung einer Probestrecke werden die im Rahmen des „Scoring“ vergebenen Punkte zu einem gewichteten Gesamtmittel verrechnet. Dieses nimmt einen zweidezimalen Wert zwischen 1,00 und 5,00 an. Die verschiedenen ökologischen Zustandsklassen sind unterschiedlichen Teilbereichen dieses Intervalls gemäß folgender Einteilung zugeordnet:

> 3,75:	Sehr guter ökologischer Zustand;
2,51 – 3,75:	Guter ökologischer Zustand;
2,01 – 2,50:	Mäßiger ökologischer Zustand;
1,51 – 2,00:	Unbefriedigender ökologischer Zustand;
≤ 1,50:	Schlechter ökologischer Zustand.

Es ist hervorzuheben, dass das Bewertungssystem fiBS kein geeignetes methodisches Instrumentarium ist, um die Auswirkungen thermischer sowie stofflicher Einleitungen auf die Fischfauna abzubilden. Der ökologische Zustand der Fischfauna wird vielmehr maßgeblich bestimmt und limitiert von den hydromorphologischen Bedingungen sowie von der Funktionsfähigkeit und Verfügbarkeit der Schlüsselhabitate und Mesohabitate der Fischfauna bzw. von Defiziten in diesen Bereichen.

6.14.7.2 Bewertung der Gewässer des Untersuchungsgebietes

Die nachfolgend vorgenommenen Bewertungen der eigenen Untersuchungsergebnisse (mittels fiBS) dienen **nicht** der Einstufung der Gewässer in die jeweilige ökologische Zustandsklasse. Diese Zustandsbewertung und Einstufung erfolgt alleine auf Basis der amtlichen Ergebnisse an den amtlichen Messstellen. Die Auswertung der eigenen Untersuchungsergebnisse mit fiBS soll eine differenzierte Aussage über die fischökologischen Verhältnisse in den untersuchten Gewässern liefern. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Erhebungen und Kartierungen zu den strukturellen und hydromorphologischen Bedingungen bzw. zur Ausprägung der Fischhabitate und ihrer Funktionsfähigkeit sowie der sonstigen gewässerökologischen Rahmenbedingungen können dabei die Ursachen für die Abweichungen zwischen der Ist-Zönose und der jeweiligen Referenz-Zönose dargestellt und analysiert werden.

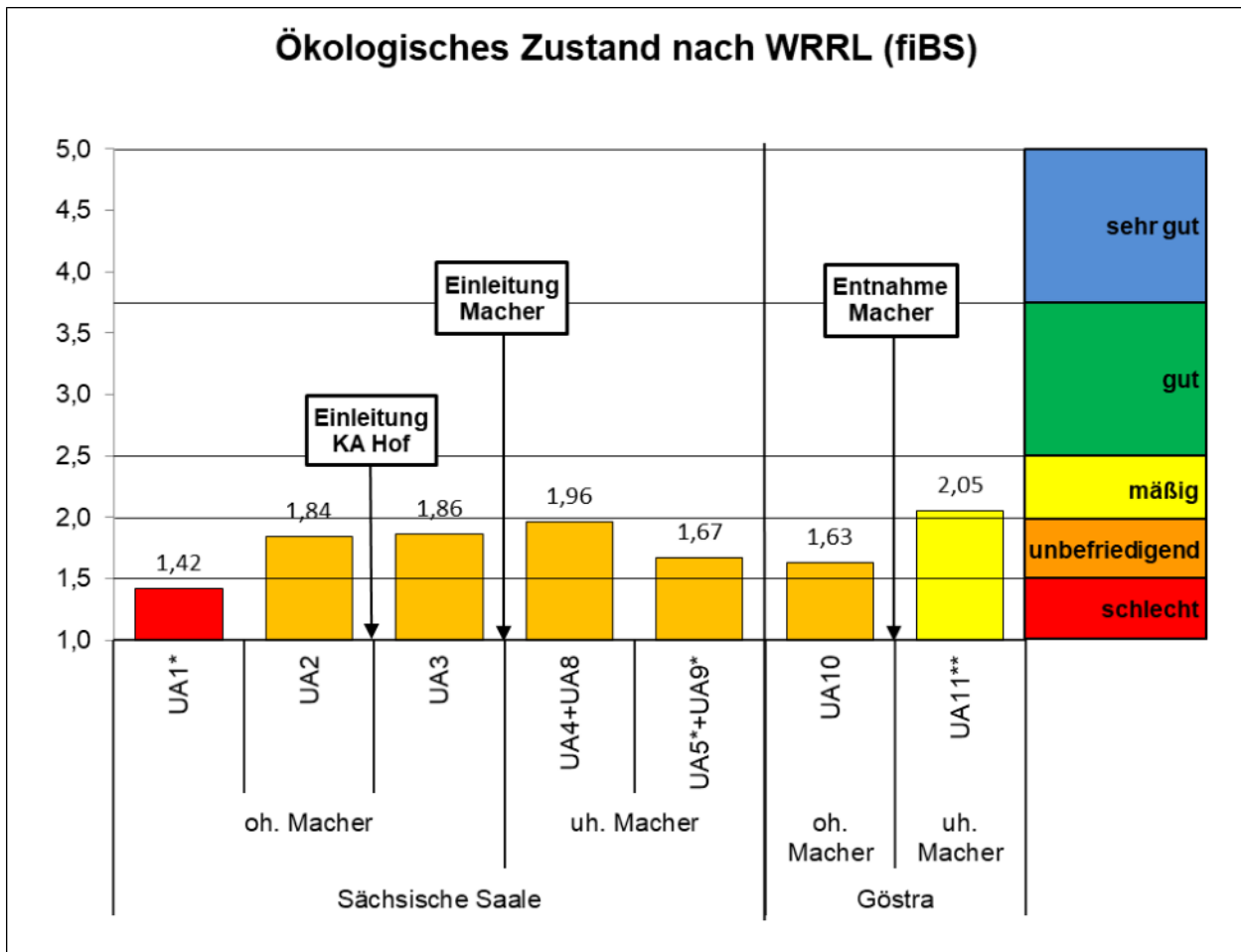


Abb. 62: Ökologischer Zustand der Fischfauna nach fiBS. Durch BNGF ermittelte fiBS-Scores (beide Befischungsdurchgänge „gepoolt“) je Gewässer mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke

Bei den Untersuchungen des BNGF wurde in UA11 mit 2,05 („mäßig“) der höchste und in UA1 mit 1,42 („schlecht“) der niedrigste fiBS-Score innerhalb des gesamten UG festgestellt (Abb. 62).

Bei alleiniger Betrachtung der Sächsischen Saale wird deutlich, dass in den frei fließenden Abschnitten (UA2, UA3, UA4+UA8) deutlich höhere fiBS-Scores erzielt wurden als in den Stauräumen (UA1, UA5+UA9). Mit Ausnahme von UA1 („schlecht“) lagen alle anderen Untersuchungsabschnitte der Sächsischen Saale in der Zustandsklasse „unbefriedigend“.

In den Fließstrecken ober- und unterhalb der Einleitung der Kläranlage Hof wurden nahezu identische Ergebnisse erzielt (UA2: 1,84; UA3: 1,86). In dem unterhalb der Einleitung der Firma Macher liegenden UA4+UA8 (fiBS-Score: 1,96) wurde ein etwas höherer Wert ermittelt als in dem Kontrollabschnitt UA3. Auch für die im Abstrom der Firma Macher liegenden Stauräume UA5+UA9 (1,67) wurde ein höherer fiBS-Score erzielt als in dem staubeeinflussten Kontrollabschnitt UA1 (1,42).

In der Göstra wurde für die Mindestwasserstrecke unterhalb der Firma Macher (UA11: 2,05; „mäßig“) ein höherer fiBS-Score sowie eine höhere Zustandsklasse ermittelt als für die oberhalb liegende Kontrollstrecke UA10 (1,63; „unbefriedigend“).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass für die Sächsische Saale vergleichbare Ergebnisse (fiBS-Scores) erzielt wurden wie von behördlicher Seite für den damals gültigen 2. BWZ angegeben wurden. Mit Ausnahme des Stauraums UA1 („schlecht“), welcher sich oberhalb der Kläranlage Hof und der Firma Macher befindet, erreichten alle weiteren Abschnitte die Zustandsklasse der damaligen amtlichen Einstufung („unbefriedigend“).

Auf Basis der projektspezifische Befischungen und der entsprechenden fiBS-Auswertung kann kein negativer Einfluss der Einleitung der Fa. Macher auf die QK Fischfauna abgeleitet werden. Im 3. BWZ ist die Fischfauna amtlicherseits in die Qualitätsklasse „mäßig“ eingestuft. Die amtliche Messstelle befindet sich unterhalb der Einleitung der Fa. Macher. Die Verbesserung hat also unter bestehender Einleitung der Fa. Macher stattgefunden.

Die Untersuchungsabschnitte der Göstra erzielten ober- („unbefriedigend“) und unterhalb („mäßig“) der Firma Macher niedrigere Zustandsklassen als die damalige amtliche Bewertung „gut“ (Ergebnis beruhte im 2. BWZ auf Experteneinschätzung). Im 3. BWZ erreicht die Fischfauna in der Göstra nur den „unbefriedigenden“ Zustand. Dies ist jedoch nicht vorhabenbedingt.

6.14.7.3 Ursachen für die Nichterreichung des guten ökologischen Zustands der Fischfauna im Untersuchungsgebiet

Der gute ökologische Zustand der QK Fischfauna nach WRRL wurde für die beiden im UG liegenden Fließgewässer Sächsische Saale und Göstra weder mit den Befischungsergebnissen 2019 noch seitens der damals gültigen amtlichen Bewertung (Bewirtschaftungszeitraum 2016–2021) erreicht (siehe Kap. 6.14.7.2). Auch im aktuellen BWZ verfehlt die Qualitätskomponente Fischfauna die Ziele gem. WRRL.

In Kap. 6.14.7.2 wurden die Abweichungen der Untersuchungsergebnisse 2019 von den amtlichen Bewertungen bereits dargelegt.

Die Nicht-Erreichung des „guten ökologischen Zustandes“ begründet sich im Wesentlichen in der bereits ausführlich dargestellten Abweichung der Ist-Fischzönose von der Referenzzönose bzw. dem vergleichsweise hohen Anteil indifferenter Arten an der Ist-Zönose. Dabei ist zu beachten, dass die Ist-Zönose im gesamten UG deutlich vom Leitbild abweicht und in erster Linie der beeinträchtigten Hydromorphologie zuzuschreiben ist. Ein Einfluss der Einleitung der Fa. Macher ist auf Basis der vorliegenden Befischungsergebnisse nicht abzuleiten. Der errechnete fiBS-Score auf Basis der projektspezifischen Untersuchungen ist in den Fließstrecken unterhalb der Fa. Macher höher als in den Fließstrecken oberhalb der Einleitung (sowie oberhalb der Einleitung der KA Hof). Wie die amtliche Bewertung der QK Fischfauna im 3. BWZ („mäßig“ statt vormals „unbefriedigend“) zeigt, steht die Einleitung der Fa. Macher einer Verbesserung der Fischfauna nicht entgegen (die amtliche Messstelle liegt unterhalb der Einleitung der Fa. Macher).

6.14.8 Naturschutzfachlich relevanten Arten und Bewertungen

6.14.8.1 Autochthone Fischarten und Neozoen

Von den 27 im UG nachgewiesenen Fischarten sind 23 Arten als heimisch (autochthon) eingestuft. Bei drei Arten handelt es sich um nicht heimische Arten, sog. Neozoen.

Neozoen sind „[...]Tierarten, die nach 1492 unter direkter oder indirekter Mitwirkung des Menschen in ein bestimmtes Gebiet gelangt sind und dort wild leben“ (GEBHARDT ET AL. 1998). Für Fische werden Besatz, Transport in (z.B. Ballastwasser) oder an Schiffen (Anheftung von Eiern) und spontane Arealausweitungen in geeignete neue Lebensräume als Ausbreitungsmechanismen diskutiert bzw. sind nachgewiesen (GOLLASCH ET AL. 1999).

Die vier nichtheimischen Arten sind Bachsaibling, Blaubandbärbling, Dreistachliger Stichling und Sonnenbarsch. Der als Einzelexemplar erfasste Bachsaibling ist aller Voraussicht nach auf angelfischereiliche Besatzmaßnahmen zurückzuführen, da diese Art auch heute noch gelegentlich von Fischereirechtsinhabern oder Pächtern in Gewässern besetzt werden. Im Gegensatz zum Bachsaibling ist die Verbreitung der drei anderen Neozoen nicht auf gezielten Besatz zurückzuführen. Es ist davon auszugehen, dass sich bei diesen Arten eigenständige Populationen aus ausgesetzten Aquarienfischen und entkommenen Teichfischen gebildet haben.

In Tab. 45 sind die Anzahlen/Anteile der nachgewiesenen Fischarten aufgeschlüsselt nach Autochthon/Neozoen zusammenfassend dargestellt.

Tab. 45: Art- und Individuennachweise der autochthonen bzw. neozoischen Fischfauna in den untersuchten Gewässern

		Sächsische Saale		Göstra	
		Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Arten	Autochthon	23	85,19%	14	87,50%
	Neozoen	4	14,81%	2	12,50%
Individuen	Autochthon	16.745	92,96%	757	96,80%
	Neozoen	1.269	7,04%	25	3,20%

Die Anzahl der neozoischen Arten machte in der Sächsischen Saale rund 15 % und in der Göstra rund 13 % der jeweils nachgewiesenen Fischarten aus. Mit Bezug auf die Individuenzahlen war der Anteil an Neozoen in den untersuchten Fließgewässern relativ gering. In der Sächsischen Saale wurde mit etwa 7 % ein höherer Anteil an gebietsfremden Individuen festgestellt als in der Göstra (ca. 3 %).

Im Vergleich mit anderen großen Strömen Deutschlands ist der Anteil der Neozoen an der gesamten Fischfauna im UG als gering einzustufen (REY ET AL. 2013; BNGF 2015, 2016), sodass kein maßgeblicher Einfluss der Neozoenarten auf die heimischen Fischpopulationen besteht.

6.14.8.2 Arten der Roten Listen Deutschland und Bayern Nord

In der Roten Liste Bayern-Nord werden von den insgesamt 27 im UG nachgewiesenen Fischarten 11 Arten (ca. 40 %) aufgeführt (siehe Kap. 6.14.1 / Tab. 36). Davon stehen acht Arten auf der Vorwarnliste (Bachforelle, Bachneunauge, Barbe, Elritze, Karpfen, Kaulbarsch, Rutte und Schleie), zwei gelten als „gefährdet“ (Aal und Nase), das Moderlieschen gilt als „Gefährdung unbekannten Ausmaßes“.

In der Sächsischen Saale wurden alle der o.g. Arten erfasst, während in der Göstra lediglich fünf Arten der Roten Liste Bayern Nord (Bachforelle, Bachneunauge, Elritze, Rutte und Schleie) nachgewiesen wurden.

Der Anteil an Individuen, die den Fischarten mit Gefährdungsstufe nach Rote Liste Bayern-Nord zuzuordnen sind, lag in Bezug auf das gesamte UG bei 5,6 % (Abb. 63). Die Göstra erzielte mit 36,5 % einen rund siebenmal so hohen Anteil an Individuen der Roten Liste (Bayern-Nord) wie die Sächsischen Saale (5,2 %).

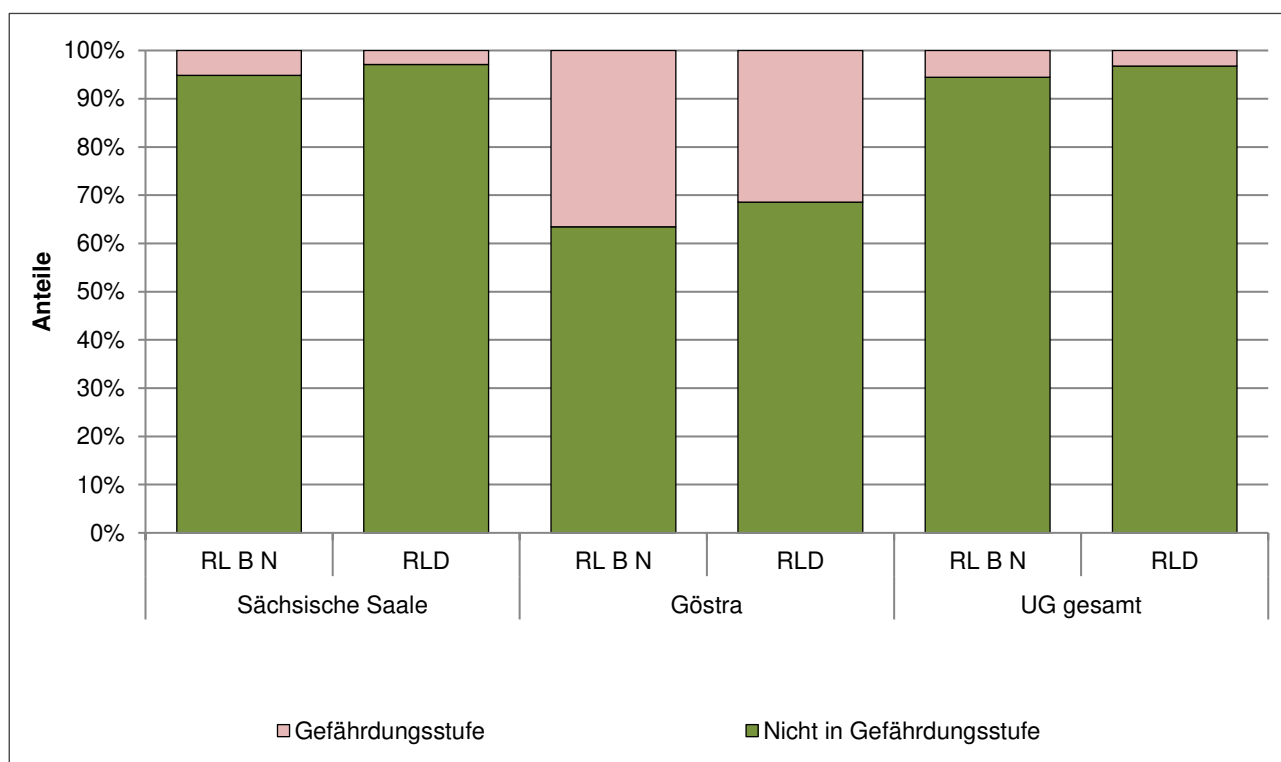


Abb. 63: Individuenanteile der Arten, die in der Roten Liste Deutschland (RLD) bzw. in der Roten Liste Bayern Nord (RL B N) mit einer Gefährdungsstufe gelistet werden (Kategorien: 0, 1, 2, 3, V)

Von den im gesamten UG nachgewiesenen 27 Arten sind fünf in der Roten Liste Deutschland mit einer Gefährdungsstufe gelistet (FREYHOF ET AL. 2023), bzw. stehen auf der Vorwarnliste (siehe Kap. 6.14.1 / Tab. 36). Dabei verteilen sich die Kategorien auf die Arten wie folgt: drei Arten stehen auf der Vorwarnliste (Barbe, Kaulbarsch und Nase), die Bachforelle gilt als „gefährdet“ und die Rutte als „stark gefährdet“.

In der Sächsischen Saale wurden alle der o.g. Fischarten erfasst. Innerhalb der Göstra wurden zwei Arten der Roten Liste Deutschland (Bachforelle und Rutte) nachgewiesen.

Der Anteil an Individuen der Arten, die in der Roten Liste Deutschland mit einer Gefährdungsstufe geführt werden, lag im gesamten UG lediglich bei 3,3 % (Abb. 63). In der Göstra wurde mit 31,5 % ein rund elfmal so hoher Anteil an Rote Liste Deutschland Arten festgestellt als in der Sächsische Saale (2,9 %). Das ist hauptsächlich auf die Fänge von Bachforellen (60 Ind.) zurückzuführen bzw. auf deutlich geringere Individuenzahlen von Arten ohne Gefährdungsstufe in der Göstra als in der Saale.

Im Folgenden werden die Individuenanteile der Rote Liste Arten in Hinblick auf die einzelnen Untersuchungsabschnitte diskutiert.

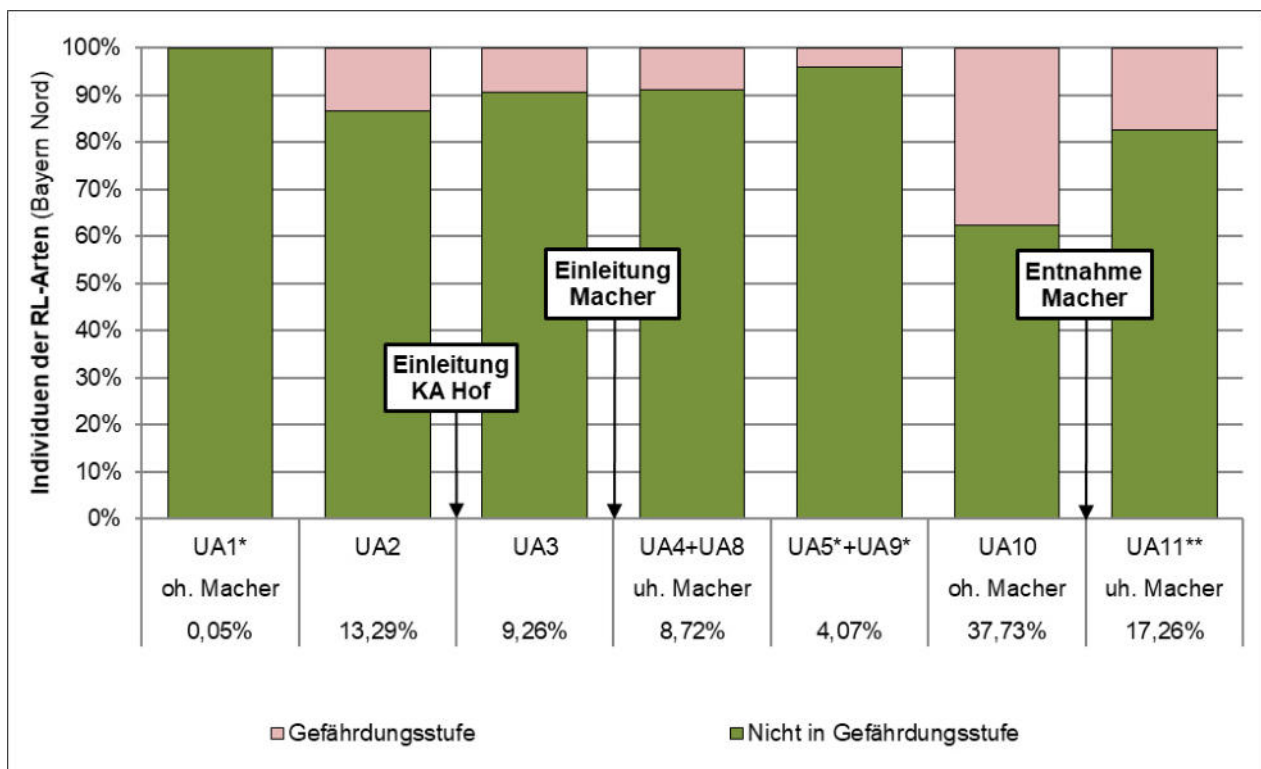


Abb. 64: Individuenanteile der Arten, die in der Roten Liste Bayern Nord (RL B N) mit einer Gefährdungsstufe gelistet werden (Kategorien: 0, 1, 2, 3, V), je Gewässer, mit Differenzierung der Untersuchungsabschnitte (UA) oberhalb und unterhalb (oh./uh.) der Firma Macher; KA Hof = Kläranlage Hof; * = staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume; ** = Mindestwasserstrecke

Der höchste Anteil an Individuen der Roten Liste Arten (Bayern Nord) wurde in UA10 (Göstra) mit 37,7 % festgestellt, während der staubeeinflusste UA1 (Sächsische Saale) mit 0,05 % den niedrigsten Wert erzielte.

In Hinblick auf die frei fließenden Abschnitte der Sächsischen Saale lag der individuenbezogene Anteil an Rote Liste Arten (Bayern Nord) oberhalb der Kläranlage Hof auf einem etwas höherem

Niveau (UA2: 13,3 %) als unterhalb (UA3: ca. 9,3 %). In den Fließstrecken unterhalb der Firma Macher (UA4+UA8) wurde mit 8,7 % ein ähnlicher Anteil an Individuen mit Schutzstatus (Rote Liste Bayern Nord) festgestellt wie im Kontrollabschnitt UA3.

In den Stauräumen unterhalb der Firma Macher (UA5+UA9: 4,1 %) wurde ein höherer Anteil an Individuen der Roten Liste Bayern Nord erzielt als in dem unbeeinflussten Stauraum UA1 (0,1 %). Mit dem Höchstwert von 37,7 % wurde in dem Kontrollabschnitt der Göstra (UA10) ein deutlich höherer Individuenanteil an geschützten Arten (Rote Liste Bayern Nord) nachgewiesen als in der Mindestwasserstrecke unterhalb der Firma Macher (UA11: 17,3 %).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass in der Göstra ein höherer Anteil an Individuen mit Schutzstatus der Rote Liste Bayern Nord sowie der Rote Liste Deutschland nachgewiesen wurde als in der Sächsischen Saale. In den Fließstrecken der Sächsischen Saale sowie in der Göstra wurden unterhalb der Firma Macher unwesentlich geringere Individuenanteile der Rote Liste Arten (Bayern Nord) dokumentiert als in den jeweiligen Kontrollabschnitten. In den Stauräumen der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher (UA5+UA9) lag ein höherer Anteil an geschützten Arten (Rote Liste Bayern Nord) vor als in der unbeeinflussten Kontrolle UA1. Insgesamt zeigen die Ergebnisse keine Effekte der Einleitung der Fa. Macher auf naturschutzfachlich relevante Arten in der Sächsischen Saale.

6.14.8.3 Ausgewählte charakteristische Fischarten des FFH-Anhang-I-LRT 3260

Auftragsgemäß bzw. nach Abstimmung mit den Behörden wurde eine projektspezifische Kartierung des FFH-Anhang-I-Lebensraumtyps 3260 „Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des *Ranunculus fluitantis* und des *Callitriche-Batrachion*“ im unmittelbaren Wirkraum sowie in einem Kontrollabschnitt bezogen auf die gegenständliche Einleitung durchgeführt. Neben der Kartierung und Bewertung der für den LRT 3260 wertgebenden (Pflanzen)Arten (siehe Kap. 6.16) erfolgt die Bewertung von für den LRT 3260 charakteristischen Fischarten im Ist-Zustand.

Bei der Bewertung möglicher Beeinträchtigungen eines LRTs des FFH-Anhang I sollen u. a. die jeweiligen charakteristischen Arten berücksichtigt werden (BAUMANN ET AL. 1999; KÜSTER 2001). Die Beeinträchtigung dieser charakteristischen Arten eines Lebensraumtyps kann Bestandteil und Indikator einer erheblichen Beeinträchtigung des LRTs sein, in dem die Habitatfunktion des LRTs für diese Arten eingeschränkt wird und sich dadurch der Erhaltungszustand des LRTs verschlechtert (LAMBRECHT & TRAUTNER 2007).

Es sind dabei Arten auszuwählen, die für das Erkennen und Bewerten von möglichen Beeinträchtigungen relevant sind, d.h. Arten, die eine Indikatorfunktion für potentielle Auswirkungen des konkreten Vorhabens auf den Lebensraumtyp, d. h. eine aussagekräftige Empfindlichkeit für die Wirkprozesse besitzen, die von dem Vorhaben ausgehen (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR 2019). Zudem sollen die ausgewählten Arten in ausreichender Stückzahl im Untersuchungsgebiet vorkommen. Seltene Arten mit nur wenigen Nachweisen erlauben keine belastbaren Aussagen hinsichtlich vorhabenbedingter Wirkungen auf die räumliche Verteilung der Arten im Gewässer, den Populationsaufbau und den Reproduktionserfolg.

Im Hinblick auf stoffliche und thermische Veränderungen stellt die Fischfauna eine sensible Organismengruppe im Wirkungsbereich des Vorhabens dar und ist damit ebenfalls ein geeigneter Indikator, um mögliche Beeinträchtigungen auf die aquatischen LRTs zu bewerten.

Charakteristische Fischarten „Bachforelle“ und „Hasel“ für die Vorkommen des LRT 3260 im UG

Aus den oben genannten Gründen wurden die heimischen und für die Saale typischen Fischarten, Bachforelle (*Salmo trutta fario*) und Hasel (*Leuciscus leuciscus*), als geeignete charakteristische Art für die Bewertung möglicher Beeinträchtigungen des LRT 3260 ausgewählt.

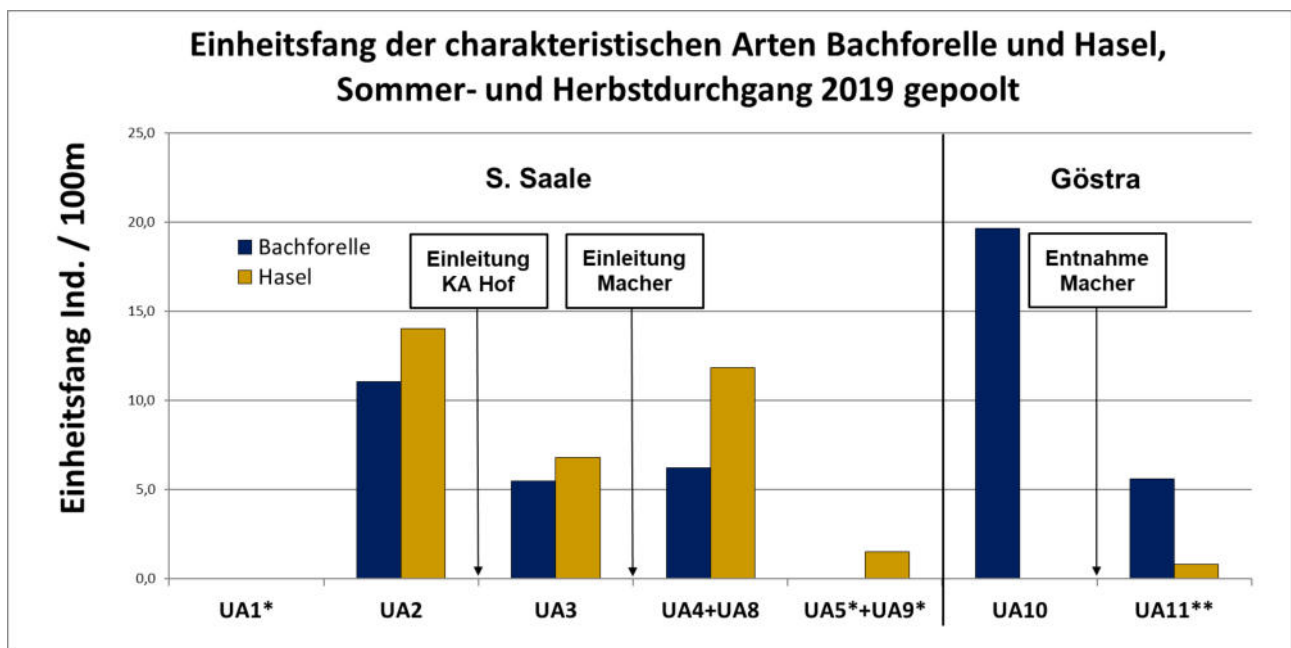


Abb. 65: Einheitsfang (EF) der beiden für den LRT 3260 charakteristischen Fischarten Bachforelle und Hasel im Untersuchungsgebiet (Saale und Göstra. Für den Einheitsfang wurden die Befischungsergebnisse des Sommer- und Herbsdurchganges gepoolt. * = staubeeinflusste UA; ** = Mindestwasserstrecke

Die Abb. 65 zeigt den Einheitsfang der beiden ausgewählten charakteristischen Fischarten Bachforelle und Hasel im Untersuchungsgebiet, mit den beiden Befischungsdurchgängen im Sommer und Herbst gepoolt. Der EF beider Arten zeigt für die Sächsische Saale das gleiche Bild. In den Fließstrecken oberhalb der Kläranlage Hof (UA2) wurden sowohl bei der Bachforelle (11,0 Ind./100m) als auch bei dem Hasel (14,0 Ind./100m) die höchsten EF nachgewiesen. Unterhalb der Kläranlage Hof (UA3) wurden bei Bachforelle (5,4 Ind./100m) und Hasel (6,8 Ind./100m) die niedrigsten EF in den Fließstrecken im gesamten UG erreicht. In UA4 + UA8, den Fließstrecken unterhalb der Einleitung der Fa. Macher, wurden dann bei der Bachforelle (6,2 Ind./100m) und dem Hasel (11,8 Ind./100m) wiederum höhere EF nachgewiesen als direkt oberhalb der gegenständlichen Einleitung. Im staubeeinflussten UA1 (oh KA Hof, oh Macher) konnten keine Individuen der beiden ausgewählten charakteristischen Arten nachgewiesen werden. In UA5 + UA9 (uh Macher) erreichte lediglich der Hasel mit 1,5 Ind./100m einen sehr geringen EF. Auf Basis des EF lässt sich somit keine Beeinträchtigung der beiden charakteristischen Fischarten Bachforelle und Hasel durch die gegenständliche Einleitung ableiten.

In der Göstra wurde oberhalb der Wasserentnahme ein höherer EF (19,6 Ind./100m) bei der Bachforelle erreicht als unterhalb (5,6 Ind./100m). Die Fischart Hasel wurde in der Göstra nicht nachgewiesen. Nachdem die Bewertung des LRT 3260 im Wesentlichen für die S. Saale erfolgt, wird in den folgenden Aus- und Bewertungen die Göstra nicht mehr berücksichtigt.

Neben dem EF wurden für beide Arten die nachgewiesenen Individuen in Längen-Häufigkeitsdiagrammen dargestellt und ausgewertet. Diese Auswertung gibt einen Einblick in den Populationsaufbau der ausgewählten Fischarten und erlaubt damit Rückschlüsse auf die vorhandene Population, deren Altersstruktur und Reproduktionsfähigkeit/-erfolg. Gegenständlich von Interesse ist insbesondere der unmittelbare potenzielle Wirkungsbereich der betrachtungsrelevanten Einleitung. Aus diesem Grund werden bei den nachfolgenden detaillierten Auswertungen lediglich die Fließgewässer-Untersuchungsabschnitte unmittelbar oberhalb der Einleitung der Fa. Macher (UA3) sowie unterhalb der Einleitung der Fa. Macher (UA4 + UA8) dargestellt.

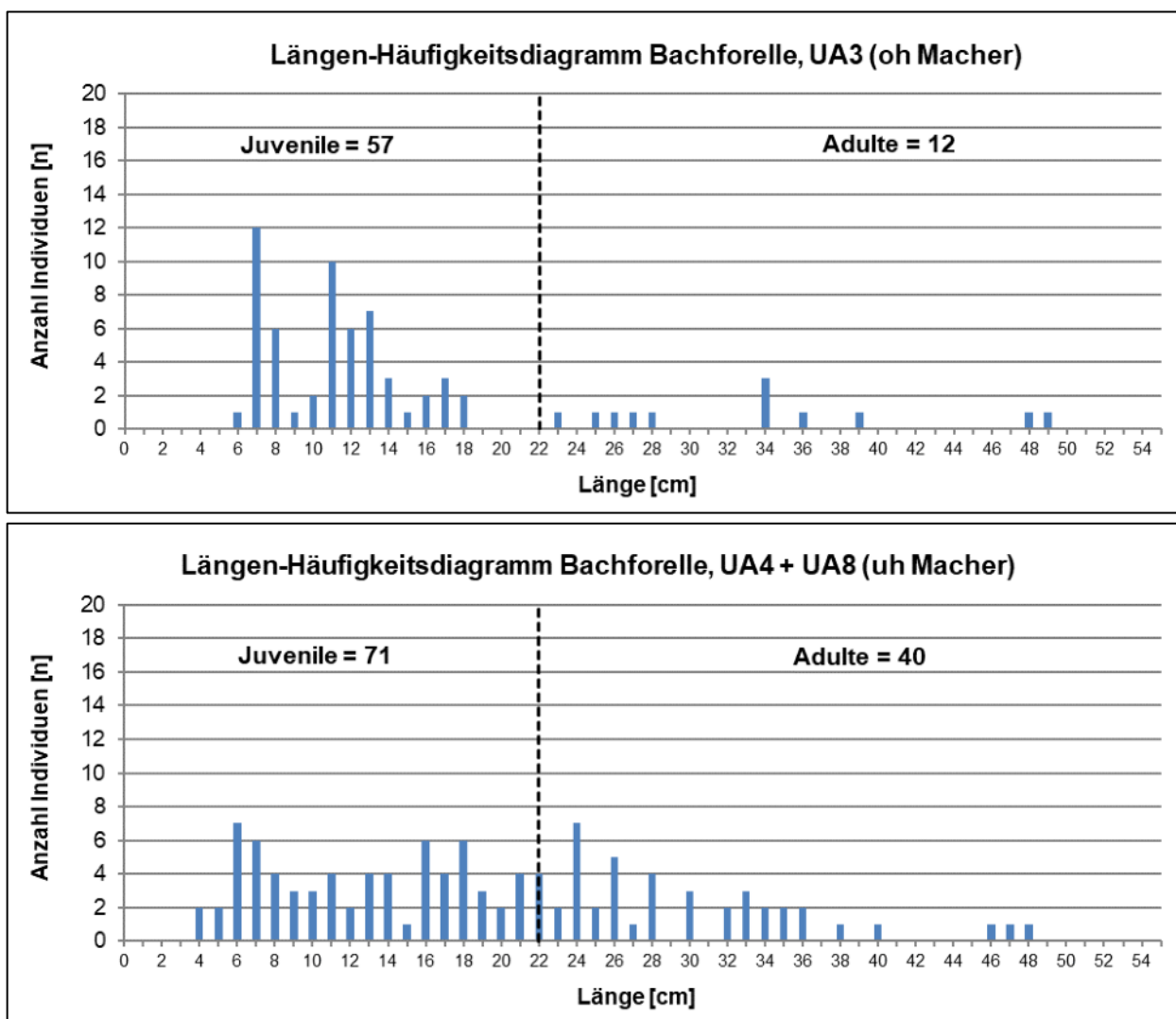


Abb. 66: Längen-/Häufigkeitsdarstellung der für den LRT 3260 charakteristischen Fischart Bachforelle in der freifließenden S. Saale oberhalb der Einleitung der Fa. Macher (UA3, obere Abb.) sowie in der S. Saale unterhalb der Einleitung der Fa. Macher (UA4 + UA8, untere Abb.). Befischungsergebnisse des Sommer- und Herbstdurchganges 2019 gepoolt

Bezogen auf die Bachforelle (Abb. 66) ergeben sich keine nennenswerten Abweichungen bezüglich des Populationsaufbaus im Vergleich oberhalb zu unterhalb der Einleitung der Fa. Macher. Eine erfolgreiche Reproduktion der Bachforelle in der S. Saale, auch unterhalb der Einleitung der Fa. Macher, erscheint auf Basis der vorliegenden Daten als möglich, entsprechende Jungstadien der Bachforelle konnten nachgewiesen werden. Allerdings ist bei dieser angelfischereilich attraktiven Fischart eine Abgrenzung zu Besatzfischen schwierig.

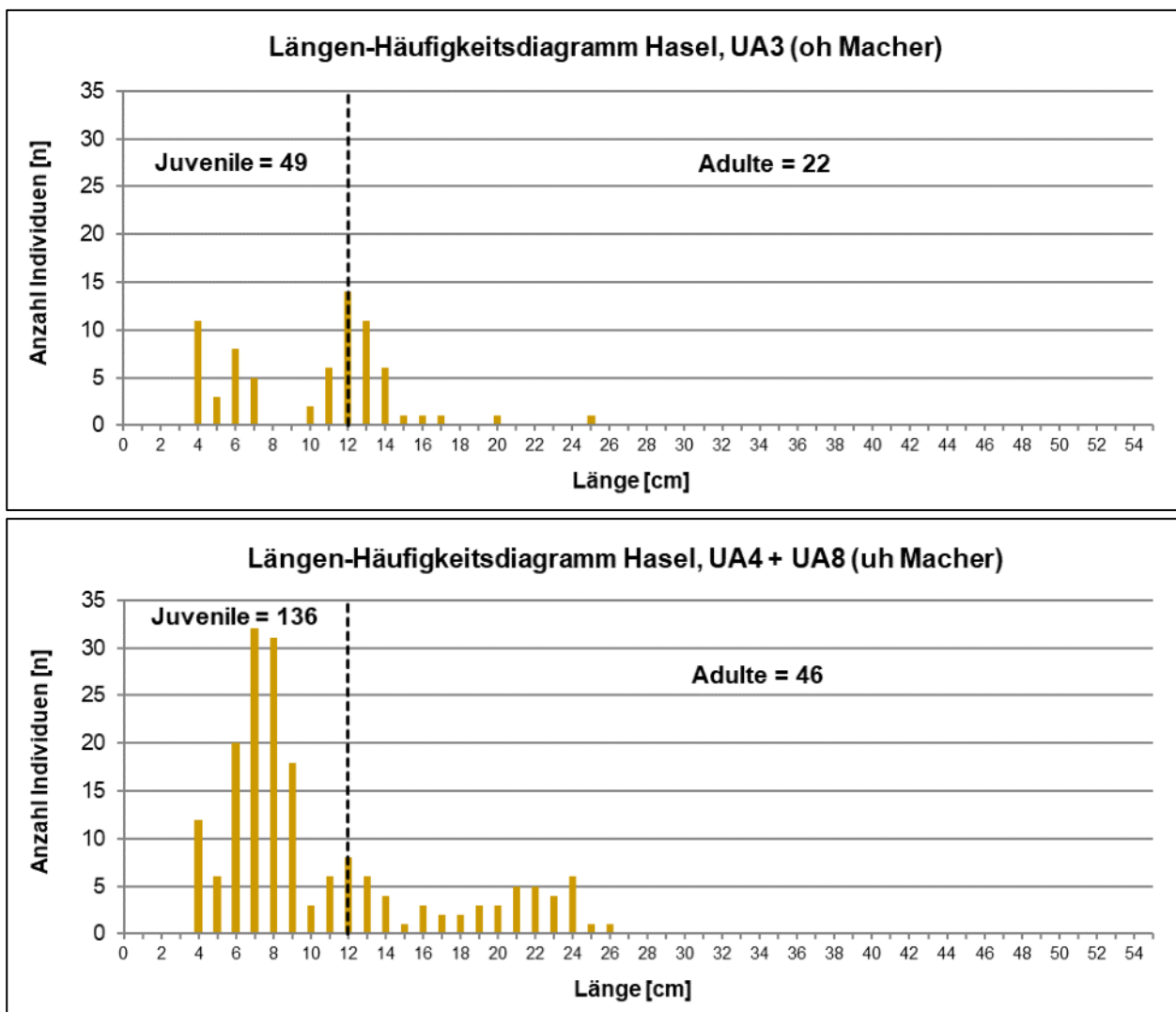


Abb. 67: Längen-/Häufigkeitsdarstellung der für den LRT 3260 charakteristischen Fischart Hasel in der frei fließenden S. Saale oberhalb der Einleitung der Fa. Macher (UA3, obere Abb.) sowie in der S. Saale unterhalb der Einleitung der Fa. Macher (UA4 + UA8, untere Abb.). Befischungsergebnisse des Sommer- und Herbstdurchganges 2019 gepoolt

Für die Fischart Hasel (Abb. 67) lassen die vorliegenden Ergebnisse einen hinsichtlich der Alters-/Größenstruktur lückenlosen Bestand in der S. Saale erkennen, sowohl oberhalb, insbesondere jedoch unterhalb der Einleitung der Fa. Macher. In beiden dargestellten Saale-Abschnitten konnten sowohl Adult-, als auch Jungstadien nachgewiesen werden. Für gewöhnlich wird kein Besatz mit Haseln durchgeführt, was auf eine erfolgreiche Reproduktion des Hasels in der S. Saale – oberhalb sowie unterhalb der Einleitung der Fa. Macher – schließen lässt.

Zusammenfassend lassen die vorliegenden Ergebnisse keine Beeinflussung der beiden charakteristischen Fischarten Bachforelle und Hasel durch die Einleitung der Fa. Macher erkennen.

6.14.8.4 Nachgewiesene FFH-Anhang-II-Fischarten in der Sächsischen Saale

Teile des Untersuchungsgebiets und damit bestimmte Untersuchungsabschnitte bzw. Befischungstrecken in der Sächsischen Saale liegen innerhalb des FFH-Gebiets 5536-371 „Saaletal v. Joditz bis Blankenstein u. NSG Tannbach b. Mödlareuth“. Der Standarddatenbogen des FFH-Gebiets listet keine (aquatischen) FFH-Anhang-II-Arten. Im Folgenden werden die bei den projektspezifischen Befischungen nachgewiesenen FFH-Anhang-II Fischarten in der S. Saale im Ist-Zustand beschrieben sowie potenzielle Wirkungen der bisherigen Einleitung der Fa. Macher auf diese Arten bewertet.

Wie in Kap. 6.14.1 dargestellt, wurden mit Bachneunauge, Bitterling und Groppe drei FFH-Anhang-II-Arten in der Sächsischen Saale nachgewiesen. Die nachgewiesenen Gesamt-Individuenzahlen bzw. Einheitsfänge (Tab. 46) sowie die nachgewiesenen Jungfische (Tab. 47) weichen dabei zwischen den drei Arten deutlich voneinander ab.

Tab. 46: Individuenzahlen sowie Einheitsfänge der drei nachgewiesenen FFH-Anhang-II-Arten bei den projektspezifischen Befischungen

Fischart	UA1*		UA2		UA3		UA4+UA8		UA5*+UA9*		Sächsische Saale	
	Individuen	EF (Ind./100m)	Individuen	EF (Ind./100m)	Individuen	EF (Ind./100m)	Individuen	EF (Ind./100m)	Individuen	EF (Ind./100m)	Individuen	EF (Ind./100m)
Bachneunauge ¹	-	-	-	-	2	0,2	-	-	-	-	2	<0,1
Bitterling	325	38,2	134	21,1	259	20,4	205	11,7	740	63,8	1.663	29,4
Groppe	-	-	10	1,6	-	-	-	-	-	-	10	0,2

Erläuterungen:

* staubeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume

0 Art wurde in diesem Untersuchungsabschnitt ausschließlich in höheren Entwicklungsstadien erfasst

¹ gehört zur Ordnung der Rundmäuler

Tab. 47: Jungfische der drei nachgewiesenen FFH-Anhang-II-Arten bei den projektspezifischen Befischungen.

Fischart	UA1*		UA2		UA3		UA4+UA8		UA5*+UA9*		Sächsische Saale	
	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0*	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0*	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0*	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0*	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0*	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0*
Bachneunauge ¹	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0
Bitterling	229	224	45	41	114	92	73	70	527	501	988	928

Fischart	UA1*		UA2		UA3		UA4+UA8		UA5*+UA9*		Sächsische Saale	
	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+	Anzahl Jungfisch	Anzahl 0+
Groppe	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	2	3

Erläuterungen:

* | staubbeeinflusste Flussabschnitte bzw. Stauräume

0 | Art wurde in diesem Untersuchungsabschnitt ausschließlich in höheren Entwicklungsstadien erfasst

1 | gehört zur Ordnung der Rundmäuler

Nachfolgend werden die erzielten Befischungsergebnisse artbezogen diskutiert und bewertet.

Bachneunaugen (*Lampetra planeri*)

Bachneunaugen (Abb. 68) besiedeln hauptsächlich klare, sauerstoffreiche Bäche und Flüsse der Forellen- und Äschenregion (Optimaltemperatur < 20 °C, Letaltemperatur 29,2 °C). Die Wohngewässer müssen eine hohe Strukturvielfalt aufweisen, denn die augenlosen Larven (Querder) und die ausgewachsenen Tiere haben unterschiedliche Ansprüche an den Lebensraum. Die eingegraben lebenden Larven sind auf sauerstoffversorgte, feinkörnige, weiche Substrate (Korndurchmesser 0,02–0,2 mm) mit ausreichendem Anteil an feinem Detritus (2–10 %), den sie neben Algen als Hauptnahrungsquelle aus dem Atemwasser filtrieren, angewiesen. Auch ausgesprochene Flachwasserbereiche (unter 1 m Wassertiefe und sogar zeitweise oberhalb der Wasseroberfläche gelegene feuchte Uferbereiche) werden von den Larven besiedelt. Die Querder kommen bei Strömungsgeschwindigkeiten zwischen 0,03 und 0,5 m/s vor, das Optimum liegt bei ca. 0,1 m/s (BOHL 1993, 1995a, 1995b). Die erwachsenen Exemplare benötigen rascher fließende Gewässerbereiche mit kiesigen und steinigen Strecken zum Ansaugen und zur Fortpflanzung. Die Larvalhabitate und Laichplätze liegen gewöhnlich relativ dicht beieinander, die Laichwanderung stromauf ist daher nur von geringer Distanz. Das Larvenstadium des Bachneunauges ist mehrjährig (zwischen 3 und 7 Jahre nach HARDISTY & POTTER (1971)) erst dann findet die Metamorphose zum adulten Tier statt. Die Art ist im Gewässer meist nicht gleich verteilt, sondern bildet natürlicherweise entsprechend der Habitat Ausstattung oder durch Wanderbarrieren getrennte Teilpopulationen aus.

Abb. 68: Adultes Bachneunauge (*Lampetra planeri*)

Dieses typischerweise „geklumpte“ Vorkommen zeigte sich auch im gegenständlichen Untersuchungsgebiet bzw. in den gegenständlich berücksichtigten Befischungsstrecken in der Sächsischen

Saale wenngleich mit äußerst geringen Individuennachweisen. Insgesamt konnten bei den Befischungen nur zwei Individuen nachgewiesen werden. Diese Nachweise wurden in UA3 (oberhalb der Einleitung der Fa. Macher) erbracht. Aufgrund der sehr geringen nachgewiesenen Individuenzahl ist diese Art in der S. Saale nicht geeignet, eine potenzielle Beeinträchtigung durch die Einleitung der Fa. Macher zu bewerten. Unter Berücksichtigung der speziellen Lebensraumansprüche dieser Art und der stark gestörten morphologischen Bedingungen (Kap. 6.12) und Durchgängigkeit der Sächsischen Saale (Kap. 6.11) sind aller Voraussicht nach dies die wesentlichen limitierenden Faktoren für eine weitere Ausbreitung der Art in der S. Saale und nicht die bisher aufgetretenen vorhabenbedingten Gegebenheiten in der S. Saale unterhalb der Einleitung der Fa. Macher (vgl. Kap. 6.8 und Kap. 6.9).

Bitterling (*Rhodeus amarus*)

Rhodeus amarus wurde lange Zeit als Unterart des in Ostasien vorkommenden *Rhodeus sericeus* angesehen (KOTTELAT 1997). Im Anhang II der FFH-Richtlinie ist er daher auch als *Rhodeus sericeus amarus* geführt.

Der Bitterling (Abb. 69) kommt sowohl in stehenden, als auch in gemäßigt fließenden, sommerwarmen und pflanzenreichen Gewässern (wie z.B. Teichen, Seen, Kanälen, Flüssen der Brachsenregion, Auegewässern und Altarmen) mit ausreichenden Beständen von Großmuscheln vor (SSYMANK ET AL. 2004). In Bezug auf die Strömungspräferenzen zählt der Bitterling daher zu den indifferenten Arten. Innerhalb größerer Gewässer ist die Art häufig auf die flachen, pflanzenbestandenen Uferzonen beschränkt (SPATARU & GRUIA 1967). Entsprechend seiner Wirtsmuscheln bevorzugt auch der Bitterling schlammiges oder sandiges Substrat (BAUCH 1963; HOLČÍK 1999). Niedrige Sauerstoffgehalte, höhere Salzkonzentrationen sowie Temperaturen über 25 °C werden von ihm toleriert. An die Gewässergüte stellt die Art keine besonderen Ansprüche (BLOHM ET AL. 1994). Aufgrund der sich während der Ontogenese verändernden Habitatansprüche (REICHARD ET AL. 2001, 2002) braucht der Bitterling strukturell vielfältige Gewässer.

Die Art ist im Gewässer meist nicht gleich verteilt, sondern bildet natürlicherweise entsprechend der Habitatausstattung oder durch Wanderbarrieren getrennte Teilpopulationen aus. Die Verteilung der Bitterlinge im Gewässer unterliegt u.a. jahreszeitlichen Schwankungen.



Abb. 69: Bitterling (*Rhodeus amarus*) – Weibchen mit Legeröhre

Der Bitterling konnte bei den projektspezifischen Befischungen in allen Untersuchungsabschnitten, mit teils hohen Individuenzahlen nachgewiesen werden (Tab. 46). Unter Berücksichtigung der Lebensraumanprüche dieser Art eignen sich die staubeeinflussten Flussabschnitte bzw. die Stauräume für einen direkten Vergleich potenzieller vorhabenbedingter Wirkungen am besten. Dabei zeigt sich, dass unterhalb der Einleitung der Fa. Macher (UA5 + UA9) sowohl höhere Individuenzahlen (740 Individuen) als auch ein höherer Einheitsfang (63,8 Ind./100m) vorlag als oberhalb der Einleitung (UA 1; 325 Individuen bzw. 38,2 Ind./100m). Die in Tab. 47 angegebenen Jungfischzahlen lassen außerdem auf eine erfolgreiche Reproduktion des Bitterlings sowohl oberhalb als auch unterhalb der Einleitung der Fa. Macher schließen. Die Art (Adulte und Jungfische) wurde außerdem auch in den freifließenden Abschnitten, sowohl oberhalb als auch unterhalb der ARA-Einleitung nachgewiesen. Auf dieser Datenbasis ist - unter Berücksichtigung der bisherigen Einleitung der Fa. Macher - keine Beeinträchtigung des Bitterlings in der S. Saale zu erkennen.

Groppe, Koppe (*Cottus gobio*)

Die Groppe oder (Mühl-)Koppe (Abb. 70) ist ein rheophiler Bodenfisch, der vom Epirhithral bis ins Epi-Potamal vorkommt.



Abb. 70: Groppe oder (Mühl-)Koppe (*Cottus gobio*)

Vielfach wird die Groppe als gegenüber Gewässerbelastungen sensibler Fisch bezeichnet, der nur in sauberen, sauerstoffreichen Gewässern der Forellenregion überlebt. Bestände wurden aber auch in potamalen Flüssen angetroffen. Die Groppe erweist sich auch in Laborversuchen als recht resistent gegenüber verschiedenen Chemikalien (HOFFER & BUCHER 1991). Ferner treten Gropfen in Gebirgs- und Voralpenseen auf. Die ökologische Nische der Groppe muss also als grundsätzlich breiter definiert werden, als bisher angenommen. Der wesentliche Faktor dürfte das Vorliegen eines lockeren, grobkörnigen Sohlsubstrates sein, dass die versteckte Lebensweise (Schutz vor Räubern) und die Reproduktion der Groppe ermöglicht. Das Wohngewässer muss eine abwechslungsreiche Morphologie aufweisen, da die einzelnen Altersklassen dieser Kleinfischart unterschiedliche Ansprüche an die Korngrößen des Bodens und an die Fließgeschwindigkeiten stellen.

Groppen-Nachweise gelangen lediglich in UA2, deutlich oberhalb der Einleitung der Fa. Macher, in geringen Individuenzahlen (10 Individuen) und entsprechend äußerst niedrigen Einheitsfängen (0,2

Ind./100m). Neben Adulten Individuen konnten in UA2 auch (wenige) Jungfische der Groppe nachgewiesen werden (Tab. 47). In UA3, dem unmittelbaren Kontroll-Abschnitt bezogen auf die Einleitung der Fa. Macher, sowie in Untersuchungsabschnitten unterhalb der gegenständlichen Einleitung konnte kein Groppe-Nachweis erbracht werden. Aufgrund der sehr geringen nachgewiesenen Individuenzahl ist diese Art in der S. Saale nicht geeignet, eine potenzielle Beeinträchtigung durch die Einleitung der Fa. Macher zu bewerten. Unter Berücksichtigung der speziellen Lebensraumsprüche dieser Art und der stark gestörten morphologischen Bedingungen (Kap. 6.12) und Durchgängigkeit der Sächsischen Saale (Kap. 6.11) sind aller Voraussicht nach dies die wesentlichen limitierenden Faktoren für eine weitere Ausbreitung der Art in der S. Saale und nicht die bisher aufgetretenen vorhabenbedingten Gegebenheiten unterhalb der Einleitung der Fa. Macher (vgl. Kap. 6.8 und Kap. 6.9).

Zusammenfassung

Zusammenfassend ist unter Berücksichtigung der vorliegenden Erkenntnisse keine Beeinträchtigung der nachgewiesenen FFH-Anhang-II-Fischarten Bachneunauge, Bitterling und Groppe in der Sächsischen Saale durch die bisher erfolgte Einleitung der Fa. Macher zu erkennen.

6.15 Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen

Die biologische Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“ sowie die Teilkomponente Diatomeen eignet sich, um an einem Gewässerabschnitt nährstoffbedingte und hydromorphologische Beeinträchtigungen nachzuweisen. Sie dienen im Fließgewässer als Langzeitindikatoren und sind u. a. abhängig von Fließgeschwindigkeit, Trübung, Substrat, Wassertiefe, Chemismus (insbesondere Phosphor- und Stickstoffverbindungen) und Beschattung. Insbesondere die Qualitätskomponente „Makrophyten“ reagiert langfristig auf strukturelle Defizite.

Im Rahmen der Kartierung der drei Teilkomponenten (benthische Diatomeen, Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) und Makrophyten) im Sommer 2019 wurde der ökologische Zustand von sieben Probestellen in der Sächsischen Saale und einer Probestelle in der Göstra bewertet. Die Ergebnisse der einzelnen Teilkomponenten werden zu einer Gesamtbewertung verschnitten. Bei der Betrachtung des ökologischen Zustands der einzelnen Probestellen fallen hier vor allem die beiden Stauräume oberhalb der Einleitung der Kläranlage bei Unterkotzau und im Staubereich der Fattigsmühle schlechter aus. Diese werden mit einem unbefriedigenden ökologischen Zustand bewertet. Die Teilkomponente Makrophyten mit einer Einstufung jeweils im schlechten Zustand ist hierfür am stärksten ausschlaggebend. Der Zufluss der Göstra mit der Einleitung der Firma Macher wirkte sich bezüglich der Gesamtbewertung des ökologischen Zustands nicht negativ aus. Bei den Komponenten Diatomeen und PoD ließ sich kein signifikanter Unterschied ober- und unterhalb der Einleitung vermerken. Bezüglich der Einzelbewertung der Makrophyten ließ sich eine geringe Verbesserung feststellen, die zu einer Einstufung im mäßigen Zustand unterhalb der Einleitung führte (oberhalb: unbefriedigend). Der Anstieg ist zum Teil auf morphologische Unterschiede zwischen den Probestellen zurückzuführen. Unter Verschneidung der Einzelkomponenten erreichte die QK Makrophyten/Phytobenthos sowohl oberhalb der Einleitung der Fa. Macher als auch unterhalb den „mäßigen“ Zustand.

Zusammenfassend geben die vorliegenden Ergebnisse keine Hinweise auf eine Beeinflussung der biol. QK Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen in der S. Saale durch die Einleitung der Fa. Macher. Die genauen Ergebnisse können dem Anhang 9 entnommen werden.

6.16 Lebensraumtyp 3260

Der FFH-Lebensraumtyp 3260 (Fließgewässer mit flutender Wasservegetation) beinhaltet natürliche oder naturnahe Fließgewässer mit flutender Wasserpflanzenvegetation des *Ranunculion fluitantis*, des *Callitricho-Batrachion* oder flutenden Wassermoosen von der Ebene (planare Stufe) bis ins Bergland (LFU & LWF 2022). Am 04.07.2019 wurde eine Kartierung des LRT 3260 in drei Abschnitten der Sächsischen Saale durchgeführt. Zwei Abschnitte liegen unterhalb der Firma Macher im FFH-Gebiet 5536-371 „Saaletal v. Joditz bis Blankenstein u. NSG Tannbach bis Mödlareuth“, der dritte Abschnitt liegt als Vergleichsstrecke oberhalb der Firma Macher. Der LRT 3260 war in allen drei Abschnitten vertreten. Im Abschnitt oberhalb der Firma Macher wurde eine Vegetationsdeckung von ca. 20% nachgewiesen, in den beiden Abschnitten unterhalb wurde eine höhere Vegetationsdeckung von ca. 70% vorgefunden.

Zusammenfassend und unter Berücksichtigung der Erkenntnisse zu den charakteristischen Fischarten Bachforelle und Hasel (Kap. 6.14.8.3) lassen die vorliegenden Ergebnisse keine Beeinflussung des LRT 3260 durch die Einleitung der Fa. Macher erkennen. Die genauen Ergebnisse können dem Anhang 8 entnommen werden.

7. Maßnahmen zur Verbesserung/Vermeidung/Verminde- rung

Durch die geplante Neuerrichtung eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) kann das bei der biologischen Abwasserbehandlung entstehende Biogas genutzt werden, um Energie und Wärme zu erzeugen. Über Plattenwärmetauscher kann so auch das vorgereinigte Abwasser der Fa. Macher effizienter gekühlt werden. Als Folge reduziert sich die Einleittemperatur des Abwassers aus der ARA, so dass künftig nach Umsetzung der Maßnahme die beantragte maximale Einleittemperatur von 30 °C eingehalten werden kann.

Zudem werden im Zuge der Beantragung zur Fortsetzung der Einleitgenehmigung die Einleitmenge und Schadstofffracht nicht gesteigert, sondern sogar gesenkt. Der Gewässerzustand der Sächsischen Saale wird deshalb durch die fortgesetzte Einleitung des Abwassers der Fa. Macher nicht zum Negativen verändert. Im Gegenteil werden diese Maßnahmen die möglichen Auswirkungen der Einleitung auf das Gewässer vermindern. Ebenfalls steht die Einleitung auch Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustandes nicht entgegen.

Eine eingehende Beschreibung der Einleitmengen und Frachten sind im Kapitel 3 des vorliegenden GÖG als auch im zugehörigen Wasserrechtsantrag vom 29.01.2024 der Fa. Macher gemäß Art. 15 BayWG i.V.m. § 57 WHG ersichtlich.

8. Prognose der Umweltauswirkungen des Vorhabens

8.1 Stoffliche Beeinflussung

8.1.1 Vorbemerkung zur stofflichen Prognose

Generell wichtig für eine belastbare Prognose ist, dass Auswirkungen einer Einleitung weder unterschätzt noch massiv überschätzt werden. Die Prognose zur stofflichen Beeinflussung der Sächsischen Saale durch die Einleitung der Firma Macher stellt dahingehend eine besondere Herausforderung dar, weil die Verfahrensschritte der ARA nicht entlang einer Wegachse, sondern entlang einer Zeitachse geführt werden. Dies hat zur Folge, dass die Einleitung in die Saale nicht permanent, sondern zeitlich gestaffelt verläuft.

Im Wesentlichen erfolgt die stoffliche Einleitung stoßartig. Ein Einleitungsvorgang dauert im Mittel 2 h und wird von einer etwa zweistündigen Einleitungspause gefolgt. Anschließend wiederholt sich der Vorgang. Je nachdem ob ein Einleitungsvorgang über den Ausgleichsbehälter der ARA erfolgt oder sich die ARA in einer Einleitungspause befindet (währenddessen die Becken der ARA befüllt und belüftet werden), variieren abgegebene Einleitmengen und Stofffrachten.

Die Berechnung einer Prognose durch die Bildung einer Mischrechnung wäre folglich mit der Problematik behaftet, dass

- bei Heranziehen maximaler Einleitkonzentrationen und maximaler Einleitmengen die stoffliche Beeinflussung massiv überschätzt würde, da man von einer kontinuierlichen Einleitung ausgeht und die Stofffracht somit verdoppelt wird (Einleitung erfolgt in der Realität nur alle 4 h für eine Dauer von 2 h).
- bei Heranziehen maximaler Einleitkonzentrationen und halbierten Einleitmengen die Spitzenbelastungen in der Saale unterschätzt würde, da die in der Realität erfolgende stoßartige Einleitmenge gleichmäßig auf Einleitungsvorgänge und Einleitpausen aufgeteilt wird.

Außerdem können Effekte der beiden unterstrom der Einleitung befindlichen Staubereiche auf die Einmischung / Durchmischung der Einleitung der Fa. Macher in die Sächsische Saale nicht belastbar abgeschätzt / berechnet werden.

Eine Prognoseberechnung anhand von Annahmen und / oder geschätzten Variablen würde die Effekte auf das Gewässer aller Voraussicht nach nicht realitätsnah beschreiben und wäre daher wenig belastbar. Um dennoch potentielle zukünftige Einflüsse von stofflichen Einleitungen in die Sächsische Saale bewerten zu können, wurden Prognosen auf Grundlage tatsächlich aufgetretener Einleitszenarien / Betriebssituationen, Parametern und Messungen in der Sächsischen Saale aus der Vergangenheit erstellt und deren Beeinflussung auf das Gewässer sowie auf die biologischen Qualitätskomponenten bewertet.

Laut Aussage der Fa. Macher wird die Anlage künftig genauso weiterbetrieben wie bisher. Das bedeutet, dass der Realbetrieb der Anlage bzw. die Einleitung aus der ARA vom bisherigen Realbetrieb bzw. von der bisherigen Einleitung der ARA, welche in Kap. 6.8 ausführlich dargestellt wurde, nicht abweicht. Dies gilt auch für die im Rahmen der beiden Abwasser-Screenings detektierten Stoffe (siehe Kap. 6.7.3, Kap. 6.8.3.2 sowie Anhang 1). Die dabei festgestellten Stoffe kommen entweder über den Rohstoff (Altpapier) in den Produktions-Prozess der Fa. Macher und damit in das Abwasser

der ARA oder aber über die kommunalen Abwässer. Nach Abstimmung mit den wesentlichen Behörden sind Stoffe, welche im Rohstoff und / oder den kommunalen Abwässern enthalten sind, nicht durch die Fa. Macher kontrollierbar oder beeinflussbar. Bei der Prognose wird von einem gleichbleibenden Umfang und einer gleichbleibenden stofflichen Zusammensetzung des kommunalen Abwassers und des Rohstoffes ausgegangen wie bisher. Insofern kann für die künftigen Auswirkungen des Realbetriebs bzw. die im langjährigen Mittel aller Voraussicht nach auftretenden stofflichen Konzentrationen in der Sächsischen Saale unterhalb der Fa. Macher vollumfänglich auf das Kap. 6.8 verwiesen werden. Die detaillierten Ergebnisse werden daher in der Prognose nicht noch einmal dargestellt und wiederholt.

In den nachfolgenden Darstellungen der Prognose liegt daher der Fokus auf den worst-case-Betriebszuständen der Anlage. Für die Prognose wurde immer von einer möglichst hohen Auslastung der ARA ausgegangen (höchste gemessene Einleitkonzentrationen oder volles Ausschöpfen der neuen Überwachungswerte). Die Szenarien erfüllen durch die Vollausslastung der ARA mindestens Einleitungsereignisse unter ungünstigen Bedingungen, bei niedrigen Abflüssen in der Sächsischen Saale (worst-case-Bedingungen). Dabei gilt das gleiche wie für den Realbetrieb der Anlage. Die in der Prognose dargestellten Szenarien sind bereits im Ist-Zustand aufgetreten. Am Betrieb der Anlage bzw. der ARA erfolgen keine Änderung / Steigerungen, vielmehr werden bei einigen Parametern reduzierte Überwachungswerte beantragt. Künftig sind also derartige, nachfolgend dargestellte worst-case-Szenarien / Betriebsfälle in gleicher Anzahl und Intensität anzunehmen wie bisher. Für die Prognose werden grundsätzlich zwei Szenarien betrachtet:

- **Szenario 1** (ungünstige Bedingungen): Vollausslastung ARA, Abflüsse der Sächsischen Saale liegen eher im Bereich des MQ
- **Szenario 2** (worst-case-Bedingungen): Vollausslastung ARA, Abflüsse der Sächsischen Saale liegen im Bereich des MNQ

An den nachfolgend dargestellten und ausgewählten Szenarien ist zu erkennen, dass die für die Prognose repräsentativen bzw. entsprechend maximalen Einleitkonzentrationen der einzelnen Parameter nicht am selben Tag und damit nicht gleichzeitig aufgetreten sind. Nach Rücksprache mit dem Anlagenbetreiber ist ein gleichzeitiges Ausschöpfen aller beantragten Überwachungswerte betrieblich auch nicht möglich. Auch aus diesem Grund ist die gewählte Form der Prognose – anhand von tatsächlich aufgetretenen und künftig gleichartig zu erwartenden Betriebsfällen – gerechtfertigt.

8.1.2 Bewertung der prognostizierten maximalen stofflichen Beeinflussung in der Sächsischen Saale

Um ein umfassendes Bild der zukünftigen Betriebsbedingungen zeichnen zu können, müssen in der Prognose sowohl durchschnittliche Einleitsituationen unter Normalbetrieb als auch ungünstige Einleitsituationen bei maximaler Auslastung der ARA berücksichtigt werden.

Grundsätzlich ist der Weiterbetrieb der Anlage wie im bisherigen Umfang vorgesehen. Somit spiegeln die Auswertungen des IST-Zustandes Einleitsituationen unter Normalbedingungen des zukünftigen Betriebes wieder. Ergebnisse zu einzelnen Konzentrationsänderungen untersuchter Stoffe und Parameter von Einleitsituationen unter durchschnittlichen Betriebsbedingungen können Kapitel 6.8 entnommen werden.

Um auch ungünstigste zukünftige Einleitsituationen bewerten zu können, wurden einzelne Messungen des Untersuchungsprogramms ARA und Oberflächengewässer herangezogen, die eine zukünftige maximale Auslastung der ARA widerspiegeln (vgl. Tab. 48 und Tab. 49). Worst-case-Szenarien kamen in der Vergangenheit vor und werden auch im zukünftigen Betrieb, in selber Qualität und Quantität wie bisher, vorkommen.

Es ist zu berücksichtigen, dass einzelne Messungen nur eine Momentaufnahme im Gewässer widerspiegeln können. Für kumulative Wirkungen der Einleitung von Stoffen über einen längeren Zeitraum sind zusätzlich die Bewertungen der biologischen QK heranzuziehen. Anhand des Zustandes der biologischen QK können Auswirkungen von Summenparametern und Effekte von Kombinationswirkungen unterschiedlicher Stoffe und Parameter bewertet werden.

Tab. 48: Ausgewählte, tatsächlich aufgetretene und gemessene Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA und der Saale, oberhalb und unterhalb der Einleitung, zur Prognostizierung der Beeinflussung geregelter Stoffe

	Di- men- sion	Datum	Abfluss Saale (m³/s)	Ablauf ARA (m³/d)	Stoffkonzentra- tion ARA	Gemessene Konzentration- erhöhung	Vorlaufkon- zentration Saale	Konzentration Saale unterhalb Einleitung	OGewV (2016) Anlage 7	OGewV (2016) Anlage 8
Szenario 1 (ungünstige Bedingungen)										
NH ₄ -N	mg/l	19.02.2019	6,04	1.415	1,22	0,01	0,12	0,13	≤ 0,1 (Anlage 7)	-
NO ₂ -N	mg/l	04.03.2019	5,05	1.464	1,6	0,04	0,01	0,05	≤ 0,03 (Anlage 7)	-
NO ₃ -N	mg/l	15.04.2019	2,83	1.412	4,98	-0,11	7,29	7,18	-	11,3 mg/l ² (Anlage 8)
P _{ges}	mg/l	05.12.2018	2,36	1.354	1,15	0,02	0,17	0,19	≤ 0,10 (Anlage 7)	-
Sauerstoff	mg/l	02.05.2019	2,57	1.328	3,3	-1,4	12	10,6	> 7 (Anlage 7)	-
BSB ₅ *	mg/l	25.02.2019	5,13	1.476	19	-	-	-	< 3 (Anlage 7)	-
TOC	mg/l	18.04.2019	2,45	1.384	46	1,4	4,1	5,5	< 7 (Anlage 7)	-
Chlorid	mg/l	10.12.2018	3,15	1.546	792	17,4	74,7	92,1	≤ 200 (Anlage 7)	-
N _{ges}	mg/l	09.04.2019	3,26	1.473	4,25	0,39	7,46	7,85	indirekt geregelt ³	-
pH	-	02.04.2019	4,42	1.461	7,82	-	7,52	7,46	7,0–8,5 (Anlage 7)	-
Szenario 2 (Worst-case-Bedingungen)										
NH ₄ -N	mg/l	18.09.2019 ¹	1,00	1.216	2,31	0,37	0,03	0,4	≤ 0,1 (Anlage 7)	-
NO ₂ -N	mg/l	17.10.2019	0,90	1.318	2,05	0,1	0,02	0,12	≤ 0,03 (Anlage 7)	-
NO ₃ -N	mg/l	29.11.2018	0,83	1.463	4,75	-0,1	9,19	9,09	-	11,3 mg/l ² (Anlage 8)
P _{ges}	mg/l	12.10.2018	1,08	1.473	1,02	0,05	0,14	0,19	≤ 0,10 (Anlage 7)	-
Sauerstoff	mg/l	27.06.2019	0,90	1.276	1,3	-1,08	8,16	7,08	> 7 (Anlage 7)	-
BSB ₅ *	mg/l	05.08.2019	0,92	1.275	20	-	-	-	< 3 (Anlage 7)	-
TOC	mg/l	17.10.2019	0,90	1.318	94	5,0	12	17	< 7 (Anlage 7)	-
Chlorid	mg/l	12.06.2019	1,02	1.305	759	48	143	191	≤ 200 (Anlage 7)	-
N _{ges}	mg/l	17.10.2019	0,90	1.318	5,5	0,1	6,39	6,49	indirekt geregelt ³	-
pH	-	14.10.2019	0,943	1.343	7,39	-	7,73	7,78	7,0–8,5 (Anlage 7)	-

Erläuterungen:

* BSB₅ war nicht Teil des Untersuchungsprogramms. In der Sächsischen Saale liegen demnach keine Messungen vor. Daten zu Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA stammen aus der Eigenüberwachung der Firma Macher.

¹ Zur Berechnung des Dissoziationsgleichgewichts Ammonium/Ammoniak: Am 18.09.2019 wies die Sächsische Saale eine Wassertemperatur von 15 °C und einen pH-Wert von 7,9 auf.

² UQN der Anlage 8 OGewV umgerechnet von Nitrat zu Nitrat-Stickstoff.

³ N_{ges} umfasst die Summe der anorganischen Stickstoffverbindungen NH₄-N, NO₂-N und NO₃-N, diese Stoffe sind jeweils in der OGewV geregelt.

kursiv: Daten vom Labordatenset.

farbig: Überschreitung des Orientierungswertes nach OGewV.

farbig: Stoffe und Parameter bei denen unter ungünstigen Bedingungen und worst-case-Bedingungen Konzentrationserhöhungen festgestellt wurden.

Tab. 49: Ausgewählte tatsächlich aufgetretene und gemessene Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA und der Saale, oberhalb und unterhalb der Einleitung, zur Prognostizierung der Beeinflussung ungeregelter Stoffe

	Di- men- sion	Datum	Abfluss Saale (m³/s)	Ablauf ARA (m³/d)	Stoffkonzentra- tion ARA	Gemessene Konzentration- serhöhung	Vorlaufkon- zentration Saale	Konzentration Saale unterhalb Einleitung	Vergleichswerte lt. Literatur
Szenario 1 (ungünstige Bedingungen)									
TN _b	mg/l	19.03.2020	8,70	1.475	20,0	0,4	8,7	9,1	≤ 3 ^{1,2}
CSB	mg/l	14.01.2020	2,84	1.253	234	20,6	16,9	37,5	2–22 ^{1,2}
Leitfähigkeit	µS/cm	11.12.2018	2,15	1.507	3.840	158	544	702	100–400 ³
AOX	mg/l	28.02.2019	4,6	1.533	0,25	0	0,02	0,02	≤ 0,025 ^{1,2}
Abfiltrierbare Stoffe*	mg/l	20.02.2019	5,77	1.305	34	-	-	-	≤ 15 ²
Szenario 2 (Worst-case-Bedingungen)									
TN _b	mg/l	17.10.2019	0,895	1.318	18,0	0,4	8,6	9,0	≤ 3 ^{1,2}
CSB	mg/l	16.09.2019	1,02	1.300	226	31,1	19,7	50,8	2–22 ^{1,2}
Leitfähigkeit	µS/cm	23.10.2018	1,2	1.460	3.960	131	737	868	100–400 ³
AOX	mg/l	13.12.2018	1,55	1.279	0,21	0,02	0,03	0,05	≤ 0,025 ^{1,2}
Abfiltrierbare Stoffe*	mg/l	27.11.2018	0,91	1.421	33	-	-	-	≤ 15 ²

Erläuterungen:

* Abfiltrierbare Stoffe waren nicht Teil des Untersuchungsprogramms. In der Sächsischen Saale liegen demnach keine Messungen vor. Daten zu Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA stammen aus der Eigenüberwachung der Firma Macher.

¹ Güteklasse II nach Gewässergüteklassifikation LAWA 1998.

² Schneider et al. (2003): Leitbildorientierte physikalisch-chemische Gewässerbewertung – Referenzbedingungen und Qualitätsziele.

³ Pottgiesser (2018): Die deutsche Fließgewässertypologie – Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der Fließgewässertypen.

kursiv: Daten vom Labordatenset.

farbig: Stoffe und Parameter bei denen unter ungünstigen Bedingungen und worst-case-Bedingungen Konzentrationserhöhungen festgestellt wurden.

8.1.2.1 Geregelte Stoffe

Bei voller Auslastung der ARA wurden bei den ausgewählten Szenarien innerhalb der nach OGewV geregelten Stoffe bei Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff, Gesamtphosphor und TOC (bei TOC nur unter worst-case-Bedingungen) in der Sächsischen Saale Stoffkonzentrationen festgestellt, welche die Orientierungswerte der OGewV überschreiten bzw. die Überschreitung verstärken, sofern diese bereits im Vorlauf gegeben war.

Ammonium-Stickstoff (NH₄-N)

Bei Szenario 1 liegt die Konzentration von Ammonium-Stickstoff für die ausgewählte Messung bereits im Vorlauf oberhalb der Anforderungen an den guten Zustand gemäß OGewV. Bei voller Auslastung der ARA (höchste Stoffkonzentrationen im Ablauf) wurde bei MQ-Bedingungen (Szenario 1) in der Sächsischen Saale eine minimale Konzentrationserhöhung im Gewässer gemessen (0,01 mg/l). Bei worst-case-Bedingungen (MNQ-Verhältnisse) wurden in der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher erhebliche Konzentrationserhöhungen von 0,37 mg/l festgestellt. Im IST-Zustand in Kap. 6.8.2 wurden im Mittel keine maßgeblichen Konzentrationserhöhungen durch die Einleitung der Firma Macher festgestellt. Da im weiteren Betrieb nicht mit höheren Ammonium-Stickstoff Konzentrationen zu rechnen ist wie bisher, muss davon ausgegangen werden, dass es sich bei derartigen Ammonium-Stickstoff Konzentrationserhöhungen auch zukünftig um absolute Ausnahmen handeln wird, die als Spitzenbelastung nur selten und für äußerst kurze Zeit auftreten. Die im Mittel hohe stoffliche Belastung mit Ammonium-Stickstoff im Vorfluter (vgl. Kap 6.5.1) wird zukünftig aller Voraussicht nach nur phasenweise unter absoluten worst-case-Bedingungen durch die Einleitung der Firma Macher weiter verstärkt.

Ammonium-Stickstoff selbst ist nicht unmittelbar schädlich oder toxisch, hat aber essentielle Bedeutung für die Trophie eines Gewässers und damit indirekt auch für die Saprobie (vgl. Kap. 4.1.2.5). In der Sächsischen Saale liegen je nach Szenario Verhältnisse vor, die die Trophie gegenüber dem natürlichen/unbeeinflussten Zustand ,sowohl oberhalb als auch unterhalb der Einleitung, ungünstig beeinflussen (Tab. 48).

Darüber hinaus liegt die gewässerökologische Relevanz von Ammonium-Stickstoff in dessen toxischer Wirkung, wenn sich bei erhöhten pH-Werten und Temperaturen das Dissoziationsgleichgewicht zugunsten von Ammoniak verschiebt. Die für Szenario 2 rechnerisch ermittelte Konzentration von Ammoniak-Stickstoff in der Sächsischen Saale (bei einer Temperatur von 15 °C und einem pH-Wert von 7,9) lag bei 8,5 µg/l (siehe Anhang 1 Kap. 7) und befindet sich somit oberhalb des definierten Orientierungswerts von < 1 µg/l gemäß OGewV.

Hinsichtlich des Parameters Ammoniak-Stickstoff ist die Fischfauna die empfindlichste Organismengruppe. Fischtoxisch wirksame Ammoniak-Stickstoff Konzentrationen werden jedoch bei weitem nicht erreicht. Als akut toxisch werden Ammoniak-Stickstoff Konzentrationen von 165 µg/l (entspr. 0,2 mg/l NH₃), als chronisch toxisch Konzentrationen von > 60–80 µg/l (entspr. > 0,075–0,1 mg/l NH₃) als Grenzwerte angegeben (SCHRECKENBACH 1978, 1993). Die errechnete Ammoniak-Stickstoff Konzentration unterschreitet selbst unter worst-case-Bedingungen die Grenzwerte bezüglich der Toxizität um ein Vielfaches.

Nitrit-Stickstoff (NO₂-N)

Die Konzentrationen von Nitrit-Stickstoff bewegen sich im Vorlauf der Sächsischen Saale im Grenzbereich, aber noch innerhalb der Anforderung an den guten Zustand gemäß OGewV. Die Einleitung der Firma Macher mit maximalen Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA führt bei beiden ausgewählten Szenarien zu einer Konzentrationserhöhung in der Sächsischen Saale. Bei beiden Szenarien kommt es unterhalb der Einleitung zu Überschreitungen des Orientierungswertes gemäß OGewV für Nitrit-Stickstoff. Unter worst-case-Bedingungen wurde mit einer Nitrit-Stickstoff Konzentration von 0,12 mg/l in der Sächsischen Saale eine erhebliche Überschreitung des Orientierungswertes nach OGewV festgestellt. Es ist zu berücksichtigen, dass es sich bei diesem Messwert um eine kurzzeitige Spitzenbelastung unter worst-case-Bedingungen handelte. Die ARA soll mit gleichbleibenden Nitrit-Stickstoff Einleitkonzentrationen weiter betrieben werden wie bisher, weshalb bei maximalen Nitrit-Stickstoff Konzentrationen im Ablauf der ARA zukünftig von vergleichbaren Konzentrationserhöhungen in der Sächsischen Saale auszugehen ist wie bisher. In Verbindung mit Vorlaufkonzentrationen im Grenzbereich der Anforderungen an den guten Zustand nach OGewV kann es in der Sächsischen Saale aufgrund der Einleitung zukünftig – wie bisher – zu Überschreitungen des Orientierungswertes (nach OGewV) kommen.

Nitrit-Stickstoff als Komponente des Stickstoff-Kreislaufs in Gewässern hat Relevanz für die Trophie eines Gewässers und damit indirekt auch für die Saprobie (vgl. Kap. 4.1.2.5). In der Sächsischen Saale liegen unterhalb der Einleitung der Firma Macher Verhältnisse vor, die die Trophie gegenüber dem natürlichen/unbeeinflussten Zustand ungünstig beeinflussen (Tab. 48).

Darüber hinaus liegt die biologisch relevante Bedeutung von Nitrit-Stickstoff in Fließgewässern in dessen toxischer Wirkung auf die Gewässerorganismen, insbesondere Fische. Die Fischtoxizität von Nitrit-Stickstoff steht jedoch im Zusammenhang mit stark abgesenkten pH-Werten und sehr geringen Chlorid-Konzentrationen im Gewässer. Beide Faktoren treffen auf die Sächsische Saale nicht zu.

Gesamt-Phosphor

Die Konzentrationen von Gesamt-Phosphor bewegen sich bei beiden ausgewählten Szenarien bereits im Vorlauf über den Anforderungen an den guten Zustand gemäß OGewV und werden durch die Einleitung der Firma Macher über die bereits vorhandene Überschreitung zusätzlich weiter auf einen Messwert von 0,19 mg/l Gesamt-Phosphor in der Sächsischen Saale erhöht. Bei beiden Szenarien wird der zukünftige Überwachungswert für Gesamt-Phosphor im Ablauf der ARA voll ausgeschöpft (1,15 mg/l und 1,02 mg/l). Unter den gegebenen Voraussetzungen und einer wie im Ist-Zustand bereits im Vorlauf vorhandenen Überschreitung des Orientierungswertes ist auch zukünftig bei vollem Ausschöpfen des neu beantragten Überwachungswertes von einer Überschreitung des Orientierungswertes für Gesamt-Phosphor in der S. Saale unterhalb der Einleitung der Fa. Macher auszugehen. Die vorhabenbedingte Intensität und Dauer der Überschreitung ist dabei analog zu den bisher aufgetretenen maximalen Konzentrationen anzunehmen.

Phosphor hat essentielle Bedeutung für die Trophie eines Gewässers und damit indirekt auch für die Saprobie (vgl. Kap. 4.1.2.5). Insofern liegen in der Sächsischen Saale bereits im Vorlauf Verhältnisse vor, die die Trophie gegenüber dem natürlichen/unbeeinflussten Zustand ungünstig beeinflussen. Durch den vorgesehenen Weiterbetrieb der ARA analog zum Ist-Zustand ist diesbezüglich vorhabenbedingt jedoch von keiner Verschlechterung auszugehen.

TOC

Bei maximalen Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA kam es bei beiden Szenarien in der Sächsischen Saale unterhalb der Einleitstelle zu TOC Konzentrationserhöhungen (verglichen zur Vorlaufkonzentration in der Sächsischen Saale). Bei Szenario 1 wurde der Orientierungswert unterhalb der Einleitung mit einem TOC Wert von 5,5 mg/l eingehalten. Bei worst-case-Bedingungen (MNQ-Verhältnissen in der Sächsischen Saale) wurde der Orientierungswert oberhalb der Einleitung bereits überschritten. Die Einleitung der ARA mit einer maximalen TOC Konzentration von 94 mg/l führte zusätzlich zum Verstärken der Überschreitung. Zukünftig soll für TOC ein Überwachungswert von 85 mg/l beantragt werden. Unter den gegebenen Voraussetzungen und einer wie im Ist-Zustand bereits im Vorlauf vorhandenen Überschreitung des Orientierungswertes ist auch zukünftig bei vollem Ausschöpfen des neu beantragten Überwachungswertes von einer Überschreitung des Orientierungswerts für TOC in der S. Saale unterhalb der ARA auszugehen. Die vorhabenbedingte Intensität und Dauer der Überschreitung ist dabei analog zu den bisher aufgetretenen maximalen Konzentrationen.

Inwiefern die zusätzliche TOC-Befrachtung Einfluss auf den ökologischen Zustand nimmt, hängt von dessen Zusammensetzung und biologischer Verfügbarkeit ab (vgl. Kap. 4.1.2.1). Durch den vorgesehenen Weiterbetrieb der ARA analog zum Ist-Zustand ist diesbezüglich von keiner veränderten Zusammensetzung als bisher auszugehen, weshalb hierdurch vorhabenbedingt keine Verschlechterung anzunehmen ist.

Chlorid und Sauerstoff

Bei Chlorid und Sauerstoff kommt es durch die Einleitung maximaler Stoffkonzentrationen zu Veränderungen der jeweiligen Konzentrationen in der Sächsischen Saale. Der jeweilige Orientierungswert gemäß OGewV wurde dabei in der Vergangenheit jedoch eingehalten, weshalb auch davon ausgegangen werden kann, dass dieser bei unverändertem Weiterbetrieb der ARA auch künftig selbst unter worst-case-Bedingungen eingehalten wird. Durch den vorgesehenen Weiterbetrieb der ARA analog zum Ist-Zustand ist diesbezüglich vorhabenbedingt jedoch von keiner gewässerökologischen Beeinträchtigung auszugehen.

Trotz minimaler Einleitkonzentrationen im Ablauf der ARA von 3,3 mg/l und 1,3 mg/l Sauerstoff bei den ausgewählten Szenarien wurde der Orientierungswert von > 7 mg/l auch unter worst-case-Bedingungen in der Sächsischen Saale eingehalten. Bei den ausgewählten Szenarien kam es durch die Firma Macher unterhalb der Einleitung zu einer Sauerstoffreduktion, diese lag aber nicht in umweltbedenklichen Bereichen.

Für den Stoff Chlorid wurden Szenarien mit maximalen Einleitkonzentrationen von 792 mg/l und 759 mg/l im Ablauf der ARA ausgewählt. Die Einleitung der Firma Macher führte bei beiden Szenarien zu einer Konzentrationserhöhung von Chlorid in der Sächsischen Saale. Die Chlorid-Konzentrationen in der Sächsischen Saale unterhalb der Einleitung der Firma Macher lag mit 92 mg/l und 191 mg/l auch unter worst-case-Bedingungen innerhalb der Anforderung an den guten Zustand nach OGewV.

Nitrat-Stickstoff (NO₃-N), N_{ges} und pH-Wert

Für die Stoffe Nitrat-Stickstoff, N_{ges} und dem pH-Wert konnten selbst unter worst-case-Bedingungen keine Konzentrationserhöhungen oder Konzentrationsänderungen, die auf die Einleitung der Firma Macher zurückzuführen sind, geschweige denn Überschreitungen des Orientierungswerts nach

OGewV festgestellt werden. Nachhaltige, beeinträchtigende oder schädigende Wirkungen auf aquatische Organismen und Lebensgemeinschaften können für den zukünftigen Betrieb der Firma Macher – analog zum bisherigen Betrieb – für Nitrat-Stickstoff, N_{ges} und den pH-Wert auf dieser Basis ausgeschlossen werden.

Bei Nitrat-Stickstoff lagen die maximalen Einleitkonzentrationen der ausgewählten Szenarien mit 4,98 mg/l und 4,75 mg/l stets unterhalb der Konzentrationen im Vorlauf der Sächsischen Saale (7,29 mg/l und 9,19 mg/l). Die Einleitung des gereinigten ARA Abwassers führte bei beiden Szenarien zu einer Verringerung der Nitrat-Stickstoff Konzentration in der Sächsischen Saale, sprich einer Verdünnung. Die Orientierungswerte wurden auch unter worst-case-Bedingungen eingehalten. Aufgrund des beantragten Überwachungswertes für N_{ges}^{33} von 4,0 mg/l ist von keiner vorhabenbedingten Konzentrationserhöhung auszugehen.

Auch bei N_{ges} lagen die maximalen Einleitkonzentrationen (4,25 mg/l und 5,5 mg/l) beider Szenarien unterhalb der Vorlaufkonzentration in der Sächsischen Saale (7,46 mg/l und 6,39 mg/l). Die leichte Konzentrationserhöhung, welche unter Normalbedingungen in der Sächsischen Saale gemessen wurde, ist auf Schwankungen der Vorlaufkonzentration von N_{ges} zurückzuführen. Ein Zusammenhang mit der Einleitung der Firma Macher ist nicht ersichtlich. Unter worst-case-Bedingungen war die N_{ges} Konzentration in der S. Saale unterhalb der Fa. Macher mit 6,49 mg/l niedriger als oberhalb der Einleitung mit 6,39 mg/l. Der Überwachungswert für N_{ges} soll auch zukünftig 4,0 mg/l betragen, weshalb künftig von keiner vorhabenbedingten Konzentrationserhöhung in der Saale auszugehen ist.

Der pH-Wert im Ablauf der ARA schwankte (während des Untersuchungsprogramms) zwischen 7,3–8,0 und bewegt sich damit im Bereich des pH-Wertes von Sächsischer Saale und Göstra im Vorlauf. Nachdem die zukünftige Einleitung analog zur bisherigen Einleitung erfolgen wird, wird sich wie auch bisher der pH-Wert der Sächsischen Saale gegenüber dem Vorlauf vorhabenbedingt nicht verändern. Auch im zukünftigen Betrieb ist davon auszugehen, dass sich vorhabenbedingt der pH-Wert der Sächsischen Saale unterhalb der Firma Macher im Bereich der Anforderung an den guten Zustand nach OGewV von 7,0–8,5 bewegen wird.

BSB₅

BSB₅ war nicht Teil des Untersuchungsprogramms ARA und Oberflächengewässer. In der Sächsischen Saale liegen demnach keine Messungen des Stoffes vor. Daten zu Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA stammen aus der Eigenüberwachung der Firma Macher. Für BSB₅ gibt es einzelne Tage an denen hohe Einleitkonzentrationen und gleichzeitig ungünstige Bedingungen und worst-case-Bedingungen in der Saale vorlagen. Die Gewässerökologie bildet somit im Ist-Zustand potenzielle Wirkungen einer BSB₅-Einleitung gemäß beantragter Überwachungswerte ab. Aufgrund fehlender Messwerte in der Saale und der eingangs erläuterten Schwierigkeiten bei einer rein rechnerischen Ermittlung von Mischkonzentrationen unterhalb der Einleitung der Fa. Macher, erfolgt die Bewertung der potenziellen künftigen Beeinflussung durch BSB₅ rein anhand der biologischen QK. Für eine ausführliche Darstellung der QK im Ist-Zustand wird auf die Kap. 6.13, Kap. 6.14 und Kap. 6.15 verwiesen, die Prognose findet sich in Kap. 8.1.2.3.

³³ N_{ges} umfasst die Summe der anorganischen Stickstoffverbindungen NH_4 -N, NO_2 -N und NO_3 -N. Ein Wert größer als 4,0 mg/l ist demnach für Nitrat-Stickstoff nicht zu erwarten.

8.1.2.2 Ungeregelte Stoffe

Innerhalb der ungeregelten Stoffe wurden unter ungünstigen und worst-case-Bedingungen Konzentrationszunahmen bei TN_b , CSB, Leitfähigkeit und AOX (AOX nur unter worst-case-Bedingungen) festgestellt.

TN_b

Die Konzentrationen von TN_b liegen bei den ausgewählten Szenarien bereits im Vorlauf oberhalb natürlicher Hintergrundwerte für gering anthropogen belastete Oberflächengewässer nach SCHNEIDER ET AL. (2003) und der LAWA (1998). Bei voller Auslastung der ARA (nahezu volles Ausschöpfen des Antragswerts für TN_b) wurde sowohl bei MQ-Bedingungen als auch bei MNQ-Bedingungen in der Sächsischen Saale eine Konzentrationserhöhung von 0,4 mg/l im Gewässer gemessen. Im IST-Zustand in Kap. 6.8.2 wurden im Mittel keine maßgeblichen Konzentrationserhöhungen durch die Einleitung der Firma Macher festgestellt. Da der Betrieb wie im bisherigen Umfang weitergeführt wird, kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei TN_b Konzentrationserhöhungen um Ausnahmen handelt, die zukünftig – wie bisher – als Spitzenbelastung nur selten auftreten.

Der TN_b ist die Summe aus organisch gebundenem und anorganischem Stickstoff und spiegelt die Belastung des Wassers mit Stickstoffverbindungen wider. Somit hat der TN_b essentielle Bedeutung für die Trophie eines Gewässers und damit indirekt auch für die Saprobie (vgl. Kap. 4.1.2.5). In der Sächsischen Saale liegen sowohl oberhalb als auch unterhalb der Einleitung Verhältnisse vor, die die Trophie gegenüber dem natürlichen/unbeeinflussten Zustand ungünstig beeinflussen (Tab. 44).

Inwiefern die zusätzliche TN_b -Befrachtung Einfluss auf die Gewässerorganismen nimmt, hängt von dessen Zusammensetzung ab (vgl. Kap.8.1.2.1). Durch den vorgesehenen Weiterbetrieb der ARA analog zum Ist-Zustand ist diesbezüglich von keiner veränderten Zusammensetzung als bisher auszugehen, weshalb hierdurch vorhabenbedingt keine Verschlechterung anzunehmen ist.

CSB

Die gemessenen Konzentrationen in der Sächsischen Saale lagen bei CSB im Vorlauf im Bereich natürlicher Hintergrundwerte für gering anthropogen belastete Oberflächengewässer nach SCHNEIDER ET AL. (2003) und LAWA (1998). Die Einleitung der Firma Macher mit maximalen Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA führt bei beiden ausgewählten Szenarien zu einer Konzentrationserhöhung in der Sächsischen Saale und zu Überschreitungen des in der Literatur angegebenen natürlichen Hintergrundwerts. Aller Voraussicht nach kann es auch im zukünftigen Betrieb bei maximalen Konzentrationen im Ablauf der ARA zu Überschreitungen des in der Literatur angegebenen natürlichen Hintergrundwerts kommen – analog zum bisherigen Betriebsfall.

Inwiefern die CSB-Befrachtung Einfluss auf den ökologischen Zustand nimmt, hängt von deren Zusammensetzung und biologischer Verfügbarkeit ab (vgl. Kap. 4.1.2.1). Durch den vorgesehenen Weiterbetrieb der ARA analog zum Ist-Zustand ist diesbezüglich von keiner veränderten Zusammensetzung als bisher auszugehen, weshalb hierdurch vorhabenbedingt keine Verschlechterung anzunehmen ist.

Leitfähigkeit

POTTGIESSER (2018) gibt für den Fließgewässertyp 9, dem die Sächsische Saale zugeordnet ist, Referenzwerte für die elektrische Leitfähigkeit von 100–400 $\mu S/cm$ an. Die gemessene Leitfähigkeit in der Sächsischen Saale lag bei beiden ausgewählten Szenarien bereits im Vorlauf über diesen

Referenzwerten. Die Leitfähigkeit der Sächsischen Saale wird durch die Einleitung der Firma Macher bei maximaler Auslastung der ARA zusätzlich erhöht. Werte bis zu 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sind beispielsweise in karbonatischen Mittelgebirgsgewässern natürlicherweise gegeben (POTTGIESSER 2018). Die Erhöhung der Firma Macher führt unter absoluten worst-case-Bedingungen nur zu geringfügig höheren Werten in der S. Saale als oberhalb der Einleitung. In Szenario 2 wurden in der Sächsischen Saale unterhalb der Einleitung 868 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen (oberhalb: 737 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Unter worst-case-Bedingungen ist im zukünftigen Betrieb – wie bisher auch – davon auszugehen, dass sich die Leitfähigkeit im Vergleich zum Vorlauf erhöht jedoch weiterhin in etwas im Bereich natürlicher (maximaler) Hintergrundkonzentrationen karbonatischer Mittelgebirgsgewässer befindet. Gewässerökologisch schädliche Wirkungen der unterhalb der Fa. Macher in der S. Saale erreichten Leitfähigkeitswerte sind nicht anzunehmen.

AOX

Die Konzentrationen von AOX bewegen sich bei Szenario 1 im Vorlauf der Sächsischen Saale im Grenzbereich natürlicher Hintergrundwerte für gering anthropogen belastete Oberflächengewässer nach SCHNEIDER ET AL. (2003) und der LAWA (1998). Die Einleitung der Firma Macher mit maximalen Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA und MQ-Bedingungen in der Sächsischen Saale führt bei Szenario 1 zu keiner Konzentrationserhöhung in der Sächsischen Saale. Bei Szenario 2 lag die Vorlaufkonzentration von AOX in der Sächsischen Saale bereits oberhalb der Einleitung über natürlichen Hintergrundwerten für gering anthropogen belastete Oberflächengewässer. Die Einleitung der Firma Macher führte unter worst-case-Bedingungen zu einer zusätzlichen Erhöhung der AOX Konzentration (um 0,05 mg/l). Im IST-Zustand in Kap. 6.8.2 wurden im Mittel keine maßgeblichen Konzentrationserhöhungen durch die Einleitung der Firma Macher festgestellt. Da der Betrieb wie im bisherigen Umfang weitergeführt wird, ist davon auszugehen, dass es sich bei AOX Konzentrationserhöhungen – künftig wie bisher – um Ausnahmen handelt, die als Spitzenbelastung nur selten und unter absoluten worst-case-Bedingungen auftreten.

AOX ist ein Summenparameter für adsorbierbare, organische Halogene und erfasst unspezifisch stark toxische, weniger toxische sowie nichttoxische Verbindungen. Folglich kann keine allgemeingültige Aussage über die Toxizität von adsorbierbaren organisch gebundenen Halogenen getroffen werden. Durch den vorgesehenen Weiterbetrieb der ARA analog zum Ist-Zustand ist diesbezüglich von keiner veränderten Zusammensetzung als bisher auszugehen, weshalb hierdurch vorhabenbedingt keine Verschlechterung anzunehmen ist.

Abfiltrierbare Stoffe

Abfiltrierbare Stoffe waren nicht Teil des Untersuchungsprogramms ARA und Oberflächengewässer. In der Sächsischen Saale liegen demnach keine Messungen des Summenparameters vor. Daten zu Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA stammen aus der Eigenüberwachung der Firma Macher. Für den Summenparameter Abfiltrierbare Stoffe gibt es Einleitereignisse, an denen ungünstige Bedingungen und worst-case-Bedingungen vorliegen. Aufgrund fehlender Messwerte in der Saale und der eingangs erläuterten Schwierigkeiten bei einer rein rechnerischen Ermittlung von Mischkonzentrationen unterhalb der Einleitung der Fa. Macher, erfolgt die Bewertung der potenziellen künftigen Beeinflussung durch Abfiltrierbare Stoffe rein anhand der biologischen QK. Für eine ausführliche Darstellung der QK im Ist-Zustand wird auf die Kap. 6.13, Kap. 6.14 und Kap. 6.15 verwiesen, die Prognose findet sich in Kap. 8.1.2.3.

8.1.2.3 Bewertung der stofflichen Einleitung unter Berücksichtigung der Biologischen Qualitätskomponenten

Die Anforderung an den guten Zustand nach Anlage 7 OGewV verstehen sich als Orientierungswerte, bei deren Einhaltung der gute ökologische Zustand als gewährleistet gilt. Diese Werte haben keinen verbindlichen Charakter, sondern werden unterstützend zur Bewertung des Zustandes der biologischen Qualitätskomponenten (QK) herangezogen. Eine Überschreitung des Orientierungswertes bedeutet nicht per se die Verfehlung des guten ökologischen Zustandes, sondern erfordert eine spezifische Betrachtung ob/inwiefern die Überschreitung beeinträchtigende Wirkung auf eine Qualitätskomponente haben könnte.

Aufgrund fehlender Bewertungsgrundlagen bei ungeregelten Stoffen können und müssen deren Auswirkung auf den Zustand der biologischen Qualitätskomponenten (QK) daher meist nur summarisch, ebenso über den Zustand der relevanten QK bewertet werden.

Die Untersuchung und Bewertung der dauerhaft im Gewässer lebenden Organismen, also der biologischen Qualitätskomponenten, ermöglicht eine Aussage über die kurz- und langfristige Wirkung einer Einleitung in Summe und ist damit wesentlich aussagekräftiger als beispielsweise die isolierte Untersuchung eines (ungeregelten) Einzelstoffs im Wasser.

Der Zustand der biologischen Qualitätskomponenten (Ist-Zustand) hat sich unter der Einwirkung der bisherigen stofflichen und thermischen Einleitung entwickelt. Da das Vorhaben im gleichen Umfang wie in der Vergangenheit beantragt wird, ergeben sich künftig weder gesteigerte Einleitmengen noch (vorhersehbare) Änderungen der stofflichen Zusammensetzung der Einleitung.

Anhand des Zustandes der biologischen QK können Auswirkungen von Summenparametern und Effekte von Kombinationswirkungen sowie die Langzeitwirkung eingeleiteter Stoffe und Parameter auf die Gewässerökologie bewertet werden. Da der Weiterbetrieb der ARA wie im bisherigen Umfang vorgesehen ist, spiegeln die Auswertungen des Ist-Zustandes der QK auch zukünftige Verhältnisse wieder. Eine ausführliche Beschreibung des Ist-Zustandes findet sich in Kap. 6.13, Kap. 6.14 und Kap. 6.15.

Für die Bewertung und Beurteilung der beantragten stofflichen Einleitung auf die biologischen QK wird auf das Kap. 9.2 verwiesen.

8.1.3 Prognostizierte stoffliche Beeinflussung beim Sonderbetrieb

Bei dem zukünftigen Sonderbetriebsfall handelt es sich um An- und Abfahrvorgänge der Kläranlage, wodurch es kurzzeitig zu erhöhten Einleitkonzentrationen kommen kann. Derartige Sonderbetriebsfälle traten bereits im Ist-Zustand auf, allerdings gab es hierfür keine gesonderten Überwachungswerte. Für die Parameter und Stoffe Gesamt-Phosphor, BSB₅, TOC, Gesamt-Stickstoff, CSB, AOX und Abfiltrierbare Stoffe werden daher mit der gegenständlichen Neuzulassung für den Sonderbetriebsfall im Vergleich zum Regelbetrieb erhöhte Überwachungswerte beantragt (vgl. Kap. 3). Die künftigen An- und Abfahrvorgänge unterscheiden sich bezogen auf die stoffliche Zusammensetzung/Menge des Abwassers sowie deren Häufigkeit nicht von den bisherigen An- und Abfahrvorgängen.

Wie in Kap. 8.1.1 bereits erläutert, würde eine Prognoseberechnung aufgrund der diskontinuierlichen Einleitung Effekte auf das Gewässer und sonstiger Rahmenbedingungen aller Voraussicht nach nicht realitätsnah abbilden und wäre somit wenig belastbar. Um dennoch zukünftige Einflüsse von stofflichen Einleitungen in die Sächsische Saale bei einem Sonderbetriebsfall abbilden und bewerten zu können, wurden aus den Daten des Untersuchungsprogrammes ARA und Oberflächengewässer tatsächliche Einleitereignisse herausgesucht, die im Bereich der beantragten Überwachungswerte für den Sonderbetriebsfall (vgl. Kap. 3) lagen oder repräsentative Einleitkonzentrationen vergangener An- und Abfahrvorgänge aufwiesen.

Tab. 50: Ausgewählte, tatsächlich aufgetretene und gemessene Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA und der Saale, oberhalb und unterhalb der Einleitung, zur Prognostizierung der Beeinflussung durch den Sonderbetrieb

Parameter	Dimension	Antragswert oder Vergleichswert vergangener Sonderbetriebsfälle	Datum	Abfluss Saale (m³/s)	Ablauf ARA (m³/d)	Stoffkonzentration ARA	Gemessene Konzentrationserhöhung	Vorlaufkonzentration Saale	Konzentration Saale unterhalb Einleitung	Umweltqualitätsziele nach OGewV bzw. weitere Vergleichswerte lt. Literatur
Geregelte Stoffe (OGewV)										
P _{ges}	mg/l	2	18.04.2019	2,45	1.384	1,98	0,02	0,13	0,15	≤ 0,10 (Anlage 7)
BSB ₅ *	mg/l	25	24.02.2019	5,72	1.470	24,5	-	-	-	< 3 (Anlage 7)
TOC ¹	mg/l	127	05.07.2019	0,944	1.284	129	-	-	-	< 7 (Anlage 7)
N _{ges}	mg/l	10	20.02.2019	5,77	1.305	10,71	0,50	9,13	9,63	indirekt geregelt ⁵
Ungeregelte Stoffe										
TN _b	mg/l	20	22.11.2018	1,13	1.492	20,1	0,20	9,33	9,53	≤ 3 ^{2,3}
CSB	mg/l	266	16.03.2020	11,6	1.308	294	0,70	13,9	14,6	2–22 ^{2,3}
AOX ⁴	mg/l	0,4	10.09.2020	1,24	1.162	0,41	0,00	0,02	0,02	≤ 0,025 ²
Abfiltrierbare Stoffe*	mg/l	50	02.08.2018	1,18	1.291	49	-	-	-	≤ 15 ³

Erläuterungen:

* BSB₅ und abfiltrierbare Stoffe waren nicht Teil des Untersuchungsprogramms. In der Sächsischen Saale liegen demnach keine Messungen vor. Daten zu Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA stammen aus der Eigenüberwachung der Firma Macher.

¹ Am Messtag wurde nur eine Messung im Ablauf der ARA vorgenommen.

² Güteklasse II nach Gewässergüteklassifikation LAWA 1998.

³ Schneider et al. (2003): Leitbildorientierte physikalisch-chemische Gewässerbewertung – Referenzbedingungen und Qualitätsziele.

⁴ Daten vom Labordatenset.

⁵ N_{ges} umfasst die Summe der anorganischen Stickstoffverbindungen NH₄-N, NO₂-N und NO₃-N, diese Stoffe sind jeweils in der OGewV geregelt.

kursiv: Vergleichswert des Sonderbetriebsfalls aus dem Jahr 2022.

farbig: Überschreitung des Orientierungswertes nach OGewV.

8.1.3.1 Geregelte Stoffe

Gesamt-Phosphor

Die Konzentrationen von Gesamt-Phosphor bewegen sich beim ausgewählten Szenario bereits im Vorlauf über den Anforderungen an den guten Zustand gemäß OGewV und werden durch die Einleitung der Firma Macher über die bereits vorhandene Überschreitung zusätzlich weiter auf einen Messwert von 0,15 mg/l Gesamt-Phosphor in der Sächsischen Saale erhöht. Bei dem ausgewählten Szenario wird der zukünftige Überwachungswert für den Sonderbetriebsfall im Ablauf der ARA voll ausgeschöpft (1,98 mg/l). Unter den gegebenen Voraussetzungen und einer wie im Ist-Zustand bereits im Vorlauf vorhandenen Überschreitung des Orientierungswertes ist auch zukünftig bei vollem Ausschöpfen des neu beantragten Überwachungswertes für den Sonderbetriebsfall von einer Überschreitung des Orientierungswertes für Gesamt-Phosphor in der S. Saale unterhalb der Einleitung der Firma Macher auszugehen. Die vorhabenbedingte Intensität und Dauer der Überschreitung ist dabei analog zu den bisher aufgetretenen maximalen Konzentrationen bei derartigen Sonderbetriebsfällen anzunehmen.

BSB₅ und TOC

BSB₅ war nicht Teil des Untersuchungsprogramms ARA und Oberflächengewässer. In der Sächsischen Saale liegen demnach keine Messungen des Stoffes vor. Daten zu Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA stammen aus der Eigenüberwachung der Firma Macher. Die Gewässerökologie bildet somit im Ist-Zustand potenzielle Wirkungen einer BSB₅-Einleitung gemäß beantragter Überwachungswerte für Sonderbetriebsfälle ab.

TOC war Teil des Untersuchungsprogramms. Am Tag des ausgewählten Szenarios erfolgte aber keine Probennahme in der Sächsischen Saale, weshalb an diesem Tag keine Daten zur Stoffkonzentration im Gewässer vorliegen. Die Betriebsdaten zeigen jedoch, dass es einzelne Tage in der Vergangenheit gab, an denen Verhältnisse wie sie für den zukünftigen Sonderbetrieb beantragt werden, vorkamen bzw. entsprechend aus der ARA in die S. Saale eingeleitet wurden und somit derartige Sonderbetriebsfälle bereits im Ist-Zustand auf die biologischen QK wirkten.

Aufgrund fehlender Messwerte für BSB₅ und TOC in der Sächsischen Saale für das Sonderbetriebs-szenario und der eingangs erläuterten Schwierigkeiten bei einer rein rechnerischen Ermittlung von Mischkonzentrationen unterhalb der Einleitung der Firma Macher, erfolgt die Bewertung der potenziellen künftigen Beeinflussung durch diese beiden Parameter rein anhand der biologischen QK. Für eine ausführliche Darstellung der QK im Ist-Zustand wird auf die Kap. 6.13, Kap. 6.14 und Kap. 6.15 verwiesen, die Prognose findet sich in Kap. 8.1.3.3.

N_{ges}

Bei N_{ges} lag die Einleitkonzentration des ausgewählten Sonderbetriebsszenarios bei 10,71 mg/l. Unterhalb der Einleitung kam es mit einem Wert von 9,63 mg/l zu einer leichten Konzentrationserhöhung gegenüber der Vorlaufkonzentration in der Sächsischen Saale (9,13 mg/l). Die leichte Konzentrationserhöhung (0,5 mg/l), welche unter Bedingungen wie im Sonderbetriebsfall gemessen wurde, ist aller Voraussicht nach auf die Einleitung von Macher zurückzuführen.

Ebenso wie Gesamt-Phosphor hat N_{ges} essentielle Bedeutung für die Trophie eines Gewässers und damit indirekt auch für die Saprobie (vgl. Kap. 4.1.2.5). In der Sächsischen Saale liegen bereits im Vorlauf N_{ges} Verhältnisse vor, die die Trophie gegenüber dem natürlichen/unbeeinflussten Zustand

ungünstig beeinflussen. Unter den gegebenen Voraussetzungen und einer wie im Ist-Zustand bereits im Vorlauf vorhandenen erhöhten N_{ges} -Konzentration ist auch zukünftig bei vollem Ausschöpfen des neu beantragten Überwachungswertes von einer erhöhten N_{ges} -Konzentration in der S. Saale unterhalb der Einleitung der Fa. Macher auszugehen. Die vorhabenbedingte Intensität und Dauer der Überschreitung ist dabei analog zu den bisher aufgetretenen maximalen Konzentrationen bei derartigen Sonderbetriebsfällen anzunehmen. Es ist davon auszugehen, dass es sich bei derart hohen N_{ges} -Belastungen aus der ARA – künftig wie bisher – um Ausnahmen handelt, die als Spitzenbelastung nur selten und bei An-/Abfahrvorgängen zeitlich limitiert auftreten. Für den Regelbetrieb der Anlage wird von deutlich niedrigeren N_{ges} -Konzentrationen aus der ARA, für gewöhnlich unterhalb der Vorlaufkonzentration, ausgegangen (Kap. 8.1.2.1).

8.1.3.2 Ungeregelte Stoffe

TN_b

Die Konzentrationen von TN_b liegen bei der ausgewählten Messung für den Sonderbetriebsfall bereits im Vorlauf oberhalb natürlicher Hintergrundwerte für gering anthropogen belastete Oberflächengewässer nach SCHNEIDER ET AL. (2003) und der LAWA (1998). Bei dem ausgewählten und dargestellten Sonderbetriebsszenario wurde eine Konzentrationserhöhung von 0,2 mg/l in der Sächsischen Saale unterhalb der ARA-Einleitung gemessen. Es ist davon auszugehen, dass die stoffliche Belastung mit gesamtem gebundenem Stickstoff (TN_b) durch die Einleitung der Firma Macher unter vollem Ausschöpfen des Antragswerts für den Sonderbetriebsfall analog zu bisherigen An-/Abfahrvorgängen im gezeigten Rahmen bestehen bleibt. Der Sonderbetrieb ist eine Ausnahmesituation die zukünftig – wie bisher – selten und für eine kurze Dauer auftritt.

CSB

Die gemessenen Konzentrationen in der Sächsischen Saale lagen bei CSB sowohl im Vorlauf als auch unterhalb der Einleitung im Bereich natürlicher Hintergrundwerte für gering anthropogen belastete Oberflächengewässer nach SCHNEIDER ET AL. (2003) und LAWA (1998), obwohl die Einleitung der Firma Macher aus der ARA bei dem ausgewählten Szenario für Sonderbetriebsfälle zu einer Konzentrationserhöhung in der Sächsischen Saale führte. Unter Berücksichtigung der Auswertungen zum Regelbetrieb kann es aller Voraussicht nach auch im künftigen Betrieb der ARA bei Sonderbetriebsfällen zu Konzentrationserhöhungen des CSB unterhalb der ARA-Einleitung sowie ggf. zu Überschreitungen des in der Literatur angegebenen natürlichen Hintergrundwerts kommen – analog zum bisherigen Betriebsfall.

Inwiefern die CSB-Befrachtung Einfluss auf den ökologischen Zustand nimmt, hängt von deren Zusammensetzung und biologischer Verfügbarkeit ab (vgl. Kap. 4.1.2.1). Durch den vorgesehenen Weiterbetrieb der ARA analog zum Ist-Zustand ist diesbezüglich von keiner veränderten Zusammensetzung als bisher auszugehen, weshalb hierdurch vorhabenbedingt keine Verschlechterung anzunehmen ist.

AOX

Die Konzentrationen von AOX bewegen sich bei der ausgewählten Messung im Vorlauf der Sächsischen Saale im Grenzbereich natürlicher Hintergrundwerte für gering anthropogen belastete Oberflächengewässer nach SCHNEIDER ET AL. (2003). Die Einleitung der Firma Macher mit einer AOX-Konzentration von 0,41 mg/l im Ablauf der ARA führt bei der ausgewählten Messung zu keiner Konzentrationserhöhung in der Sächsischen Saale. Unter denkbar ungünstigen Verhältnissen ist eine

Konzentrationserhöhung in der S. Saale nicht gänzlich auszuschließen (vgl. Kap. 8.1.2.2). Da der Betrieb wie im bisherigen Umfang weitergeführt wird, ist davon auszugehen, dass es sich bei AOX Konzentrationserhöhungen – künftig wie bisher – um Ausnahmen handelt, die als Spitzenbelastung nur selten und unter absoluten worst-case-Bedingungen auftreten.

AOX ist ein Summenparameter für adsorbierbare, organische Halogene und erfasst unspezifisch stark toxische, weniger toxische sowie nichttoxische Verbindungen. Folglich kann keine allgemeingültige Aussage über die Toxizität von adsorbierbaren, organisch gebundenen Halogenen getroffen werden. Durch den vorgesehenen Weiterbetrieb der ARA analog zum Ist-Zustand ist diesbezüglich von keiner veränderten Zusammensetzung als bisher auszugehen, weshalb hierdurch vorhabenbedingt keine Verschlechterung anzunehmen ist.

Abfiltrierbare Stoffe

Abfiltrierbare Stoffe waren nicht Teil des Untersuchungsprogramms ARA und Oberflächengewässer. In der Sächsischen Saale liegen demnach keine Messungen des Summenparameters vor. Daten zu Stoffkonzentrationen im Ablauf der ARA stammen aus der Eigenüberwachung der Firma Macher. Für den Summenparameter Abfiltrierbare Stoffe gibt es Einleitereignisse, die vergleichbar hohe Konzentrationen wie der beantragte Überwachungswert beim Sonderbetriebsfall aufweisen. Aufgrund fehlender Messwerte in der Saale und der eingangs erläuterten Schwierigkeiten bei einer rein rechnerischen Ermittlung von Mischkonzentrationen unterhalb der Einleitung der Fa. Macher, erfolgt die Bewertung der potenziellen künftigen Beeinflussung durch Abfiltrierbare Stoffe rein anhand der biologischen QK. Für eine ausführliche Darstellung der QK im Ist-Zustand wird auf die Kap. 6.13, Kap. 6.14 und Kap. 6.15 verwiesen, die Prognose findet sich in Kap. 8.1.3.3.

8.1.3.3 Bewertung der stofflichen Einleitung unter Berücksichtigung der Biologischen Qualitätskomponenten

Die Konzentrationen der Stoffe und Parameter Gesamt-Phosphor, BSB₅, TOC, Gesamt-Stickstoff, TN_b, AOX und Abfiltrierbare Stoffe lagen im Ablauf der ARA bei den ausgewählten Szenarien im Bereich des Antragswertes für zukünftige Sonderbetriebsfälle. Bei CSB gab es Einleitereignisse, deren Stoffkonzentration im Ablauf der ARA vergleichbar mit angegebenen Sonderbetriebsfällen der Vergangenheit waren. Einleitungen von Stoffkonzentrationen, wie sie für den zukünftigen Sonderbetrieb beantragt werden bzw. sie bei Sonderbetriebsfällen charakteristisch sind, kamen in der Vergangenheit bereits vor und wirkten auf die biologischen QK. An-/Abfahrvorgänge sollen zukünftig nicht häufiger, länger oder mit höheren Einleitkonzentrationen als bisher stattfinden.

Die Anforderung an den guten Zustand nach Anlage 7 OGewV verstehen sich als Orientierungswerte, bei deren Einhaltung der gute ökologische Zustand als gewährleistet gilt. Diese Werte haben keinen verbindlichen Charakter, sondern werden unterstützend zur Bewertung des Zustandes der biologischen Qualitätskomponenten (QK) herangezogen. Eine Überschreitung des Orientierungswertes bedeutet nicht per se die Verfehlung des guten ökologischen Zustandes, sondern erfordert eine spezifische Betrachtung, ob/inwiefern die Überschreitung beeinträchtigende Wirkung auf eine Qualitätskomponente haben könnte.

Aufgrund fehlender Bewertungsgrundlagen bei ungeregelten Stoffen können und müssen deren Auswirkung auf den Zustand der biologischen Qualitätskomponenten (QK) daher meist summarisch, ebenso über den Zustand der relevanten QK bewertet werden.

Die Untersuchung und Bewertung der dauerhaft im Gewässer lebenden Organismen, also der biologischen Qualitätskomponenten, ermöglicht eine Aussage über die kurz- und langfristige Wirkung einer Einleitung in Summe und ist damit wesentlich aussagekräftiger als beispielsweise die isolierte Untersuchung eines unregulierten Einzelstoffs im Wasser.

Der Zustand der biologischen Qualitätskomponenten (Ist-Zustand) hat sich unter der Einwirkung der bisherigen stofflichen (und thermischen) Einleitung entwickelt. Da das Vorhaben im gleichen Umfang wie in der Vergangenheit beantragt wird, ergeben sich künftig weder gesteigerte Einleitmengen noch (vorhersehbare) Änderungen der stofflichen Zusammensetzung der Einleitung.

Anhand des Zustandes der biologischen QK können Auswirkungen von Summenparametern und Effekte von Kombinationswirkungen sowie die Langzeitwirkung eingeleiteter Stoffe und Parameter auf die Gewässerökologie bewertet werden. Da der Weiterbetrieb der ARA wie im bisherigen Umfang vorgesehen ist, spiegeln die Auswertungen des IST-Zustandes der QK auch zukünftige Verhältnisse wieder. Eine ausführliche Beschreibung des Ist-Zustandes findet sich in Kap. 6.13, Kap. 6.14 und Kap. 6.15.

Für die Bewertung und Beurteilung der beantragten stofflichen Einleitung auf die biologischen QK wird auf das Kap. 9.2 verwiesen.

8.1.4 Fazit zur Prognose der stofflichen Beeinflussung des Vorhabens

Bei Auslastung der ARA unter Berücksichtigung des bisherigen Realbetriebs, welcher auch künftig in vergleichbarer Weise zu erwarten ist, wurden bei den ausgewählten Szenarien für die Stoffe Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff, Gesamtphosphor und TOC (bei TOC nur unter worst-case-Bedingungen) in der Sächsischen Saale Stoffkonzentrationen festgestellt, welche die Orientierungswerte der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) überschreiten bzw. die Überschreitung verstärken, sofern diese bereits im Vorlauf gegeben war. Die Stoffe Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff und Gesamtphosphor haben eine essentielle Bedeutung für die Trophie eines Gewässers und damit indirekt auch für die Saprobie. In der Sächsischen Saale liegen bei einem Weiterbetrieb der ARA sowohl oberhalb als auch unterhalb der Einleitung Verhältnisse vor, die die Trophie gegenüber dem natürlichen/unbeeinflussten Zustand ungünstig beeinflussen. Ökotoxikologisch wirksame Konzentrationen werden auch unter worst-case-Bedingungen von keinem geprüften Stoff oder Parameter erreicht.

Bei Chlorid und Sauerstoff kommt es durch die Einleitung berücksichtigter, maximaler Stoffkonzentrationen zu Veränderungen der Konzentrationen in der Sächsischen Saale. Der Orientierungswert gemäß OGewV wird jedoch auch unter worst-case-Bedingungen eingehalten. Für die Stoffe Nitrat-Stickstoff, N_{ges} und den pH-Wert konnten selbst unter worst-case-Bedingungen keine Konzentrationserhöhungen oder Konzentrationsänderungen, die auf die Einleitung der Firma Macher zurückzuführen sind, oder Überschreitungen des Orientierungswerts nach OGewV festgestellt werden. Nachhaltige, beeinträchtigende oder schädigende Wirkungen auf aquatische Organismen und Lebensgemeinschaften durch die Einleitung der Firma Macher bezüglich Chlorid, Sauerstoff, Nitrat-Stickstoff, N_{ges} und den pH-Wert können ausgeschlossen werden.

Innerhalb der unregulierten Stoffe wurden unter ungünstigen und worst-case-Bedingungen Konzentrationszunahmen bei TN_b , CSB, Leitfähigkeit und AOX (AOX nur unter worst-case-Bedingungen) festgestellt, welche künftig wie bisher in vergleichbarer Intensität und Dauer zu erwarten sind.

Im Sonderbetriebsfall konnten bei den ausgewählten Szenarien, bei denen Messdaten in der Sächsischen Saale vorlagen, Konzentrationserhöhungen unterhalb der Einleitung für die Stoffe P_{ges} , N_{ges} , TN_b und CSB nachgewiesen werden, welche künftig wie bisher in vergleichbarer Intensität und Dauer zu erwarten sind.

Die Anforderung an den guten Zustand nach Anlage 7 OGewV verstehen sich als Orientierungswerte, bei deren Einhaltung der gute ökologische Zustand als gewährleistet gilt. Diese Werte haben keinen verbindlichen Charakter, sondern werden unterstützend zur Bewertung des Zustandes der biologischen Qualitätskomponenten (QK) herangezogen. Eine Überschreitung des Orientierungswertes bedeutet nicht per se die Verfehlung des guten ökologischen Zustandes, sondern erfordert eine spezifische Betrachtung, ob/inwiefern die Überschreitung beeinträchtigende Wirkung auf eine Qualitätskomponente haben könnte.

Aufgrund fehlender Bewertungsgrundlagen bei unregulierten Stoffen können und müssen deren Auswirkung auf den Zustand der biologischen Qualitätskomponenten (QK) meist nur summarisch, ebenfalls über den Zustand der relevanten QK bewertet werden.

Die Untersuchung und Bewertung der dauerhaft im Gewässer lebenden Organismen, also der biologischen Qualitätskomponenten, ermöglicht eine Aussage über die kurz- und langfristige Wirkung einer Einleitung in Summe und ist damit wesentlich aussagekräftiger als beispielsweise die isolierte Untersuchung eines unregulierten Einzelstoffs im Wasser.

Der Zustand der biologischen Qualitätskomponenten (Ist-Zustand) hat sich unter der Einwirkung der bisherigen stofflichen (und thermischen) Einleitung entwickelt. Da das Vorhaben im gleichen Umfang wie in der Vergangenheit beantragt wird, ergeben sich künftig weder gesteigerte Einleitmengen noch (vorhersehbare) Änderungen der stofflichen Zusammensetzung der Einleitung.

Anhand des Zustandes der biologischen QK können Auswirkungen von Summenparametern und Effekte von Kombinationswirkungen sowie die Langzeitwirkung eingeleiteter Stoffe und Parameter auf die Gewässerökologie bewertet werden. Da der Weiterbetrieb der ARA wie im bisherigen Umfang vorgesehen ist, spiegeln die Auswertungen des IST-Zustandes der QK auch zukünftige Verhältnisse wieder. Eine ausführliche Beschreibung des Ist-Zustandes findet sich in Kap. 6.13, Kap. 6.14 und Kap. 6.15.

Für die abschließende Bewertung und Beurteilung der beantragten stofflichen Einleitung auf die biologischen QK wird auf das Kap. 9.2 verwiesen.

8.2 Prognostizierte thermische Beeinflussung der Sächsischen Saale

Die Firma Macher beantragt in Zukunft mit 30 °C den auch aktuell genehmigten Antragswert der Einleittemperatur. Der Antragswert der Einleitmenge wird im künftigen Bescheid wesentlich von 2.880 m³/d auf 2.400 m³/d reduziert. Bei der thermischen Einleitung der Fa. Macher handelt es sich künftig wie bisher nicht um eine Kühlwassereinleitung, die thermische Fracht stammt aus der ARA und begründet sich in den entsprechenden Betriebstemperaturen der Kläranlage.

Für die Prognose der vorhabenbedingten thermischen Wirkungen auf die Sächsische Saale gelten die gleichen Grundsätze wie für die Prognose der stofflichen Beeinflussung. Generell wichtig für eine belastbare Prognose ist, dass Auswirkungen einer Einleitung weder unterschätzt noch massiv überschätzt werden. Die Prognose zur Beeinflussung der Sächsische Saale durch die Einleitung der Firma Macher stellt dahingehend eine besondere Herausforderung dar, weil die Verfahrensschritte der ARA nicht entlang einer Wegachse, sondern entlang einer Zeitachse geführt werden. Dies hat zur Folge, dass die Einleitung in die Sächsische Saale nicht permanent, sondern zeitlich gestaffelt verläuft.

Im Wesentlichen erfolgt die Einleitung in die S. Saale stoßartig. Ein Einleitungsvorgang dauert im Mittel 2 h, gefolgt von einer etwa zweistündigen Einleitungspause. Anschließend wiederholt sich der Vorgang. Je nachdem ob ein Einleitungsvorgang über den Ausgleichsbehälter der ARA erfolgt oder sich die ARA in einer Einleitungspause befindet (währenddessen die Becken der ARA befüllt und belüftet werden), variieren abgegebene Einleitmengen und Stofffrachten.

Die Berechnung einer Temperatur-Prognose durch die Bildung einer thermischen Mischrechnung wäre folglich mit der Problematik behaftet:

- bei Heranziehen maximaler Einleittemperatur und maximaler Einleitmengen die thermische Beeinflussung zu überschätzen, da man von einer kontinuierlichen Einleitung ausgeht (Einleitung erfolgt in der Realität diskontinuierlich).
- bei Heranziehen maximaler Einleittemperaturen und halbierten Einleitmengen die Spitzenbelastungen in der Saale zu unterschätzen, da die in der Realität erfolgende stoßartige Einleitmenge gleichmäßig auf Einleitungsvorgänge und Einleitpausen aufgeteilt wird.

Außerdem können Effekte der beiden unterstrom der Einleitung befindlichen Staubereiche auf die Einmischung / Durchmischung der Einleitung der Fa. Macher in die Sächsische Saale nicht belastbar berechnet werden.

Eine Prognoseberechnung anhand von Annahmen und / oder geschätzten Variablen würde die Effekte auf das Gewässer aller Voraussicht nach nicht realitätsnah beschreiben und wäre daher wenig belastbar. Um dennoch potentielle zukünftige Einflüsse der Einleitung in die Sächsische Saale bewerten zu können, wurden Prognosen auf Grundlage tatsächlich aufgetretener Einleitszenarien / Betriebssituationen, Parameter und Messungen in der Sächsischen Saale aus der Vergangenheit erstellt und deren Beeinflussung auf das Gewässer sowie auf die biologischen Qualitätskomponenten bewertet. Wie bei den Stoffen (Kap. 8.1.1) gilt auch für die Temperatur, dass der künftige Betrieb der Anlage und damit der ARA analog zum bisherigen Betrieb sein wird. Es wird also zu keinen Steigerungen der Einleitmenge und der Einleittemperatur kommen.

Durch Modernisierungen der Anlage (Kap. 7) ist nach Auskunft der Fa. Macher künftig davon auszugehen, dass die Einleittemperaturen in der Spitze niedriger ausfallen werden als bisher (vgl. Kap.

6.7.4) und der beantragte Wert für die maximale Einleittemperatur von 30 °C in jedem Fall eingehalten werden kann. Bis zur Inbetriebnahme dieses Modernisierungsschrittes kann von einer gleichbleibenden thermischen Einleitung wie im bisherigen Betrieb ausgegangen werden³⁴.

Für die Prognose der thermischen Befrachtung der S. Saale bedeutet dies, dass die im Ist-Zustand detailliert beschriebenen Szenarien (Kap. 6.9) auch für die Prognose herangezogen werden können. Die dabei ermittelten Temperaturerhöhungen bzw. gemessenen Temperaturmaxima in der Sächsischen Saale unterhalb der ARA-Einleitung können derart auch durch den künftigen Betrieb der Anlage erwartet werden. Nach Inbetriebnahme der Modernisierungsmaßnahme ist im Vergleich zu diesem bisherigen Betrieb in jedem Fall vorhabenbedingt von einer geringeren thermischen Beeinflussung der Sächsischen Saale durch die Fa. Macher auszugehen als bisher. Im Maximum werden dann Einleittemperaturen von 30 °C erwartet.

Für die Prognose werden die drei in Kap. 6.9 dargestellten und beschriebenen Szenarien zu unterschiedlichen Jahreszeiten daher erneut aufgegriffen und diskutiert. Die drei ausgewählten Szenarien umfassen:

- Frühling: ausgewählter Zeitraum Ende März, gemäß OGewV noch Winter. Charakterisiert durch verhältnismäßig hohe Vorlauftemperaturen (möglicher Konflikt mit winterlichem Orientierungswert gem. OGewV von 10 °C).
- Sommer: ausgewählter Zeitraum (Mitte August) mit höchsten Vorlauftemperaturen der betrachteten Zeitreihe (sommerliche worst-case-Bedingungen bezogen auf Maximaltemperaturen).
- Winter: ausgewählter Zeitraum (Mitte Januar) mit niedrigen Vorlauftemperaturen der betrachteten Zeitreihe sowie sehr geringem Abfluss der Sächsischen Saale (worst-case-Bedingungen bezogen auf Temperaturerhöhung).

Der Abfluss bewegt sich an allen drei ausgewählten Szenarien, die im Ist-Zustand genauer beleuchtet wurden, im Bereich des MNQ. Die hierbei aufgetretenen Einleittemperaturen sind ebenfalls in Kap. 6.9 dargestellt und lagen bei mindestens 30 °C. Die in den ausgewählten Szenarien aufgetretenen Betriebs- und Einleitbedingungen der Firma Macher entsprechen damit dem künftigen Realbetrieb bzw. überschätzen diesen eher nach Inbetriebnahme der Modernisierungsmaßnahme. Die vorherrschenden Vorlaufbedingungen (Abfluss und Vorlauftemperatur) können als worst-case-Szenario betrachtet werden. Insgesamt spiegeln die drei ausgewählten Szenarien damit sowohl im Ist-Zustand als auch in der Prognose worst-case-Bedingungen wider. Dies ist bei Interpretation der Daten und nachfolgend dargestellten Temperaturen entsprechend zu berücksichtigen.

Wie die Darstellungen zum Ist-Zustand zeigen, ergibt sich unterhalb der ARA-Einleitung eine gewisse Fahnenbildung auf der linken Seite der Sächsischen Saale. Diese Fahnenbildung bedingt durch die ebenfalls linksufrig erfolgende ARA-Einleitung ist auch künftig derart anzunehmen. Die nachfolgend für die drei ausgewählten Szenarien dargestellten vorhabenbedingten Temperaturerhöhungen und Maximaltemperaturen der Saale beziehen sich auf die linke Saale-Seite und haben dahingehend ebenfalls worst-case-Charakter.

³⁴ Hinweis: für das Sonderbetriebsszenario An-/Abfahrbetrieb werden hinsichtlich der thermischen Einleitung keine vom Regelbetrieb abweichenden Überwachungswerte beantragt. Dieser Betriebsfall muss daher in der thermischen Prognose nicht gesondert betrachtet werden da er vom Regelbetrieb nicht abweicht.

Frühlingszeitraum (gem. OGewV noch Winterzeitraum)

Im Frühlingszeitraum (Abb. 37) wurde die letzte März-Woche (gemäß OGewV noch Winterzeitraum) genauer betrachtet. Die letzte März-Woche stellt bezogen auf mögliche Überschreitungen der Orientierungswerte gem. OGewV häufig einen Konfliktzeitraum dar, aufgrund des dann immer noch gültigen winterlichen Orientierungswertes von 10 °C, gleichzeitig jedoch häufig bereits vergleichsweise hohen Luft- und Wassertemperaturen. Auch bei der S. Saale zeigen sich bereits im Vorlauf Überschreitungen des Orientierungswertes an den letzten beiden Märztagen des Untersuchungsjahres 2021. Im Vorlauf wurden maximale Temperaturen von 10,63 °C ermittelt. Unterhalb der ARA-Einleitung lag die maximale Saaletemperatur bei 10,88 °C. Insgesamt kommt es damit zu neun Überschreitungsstunden der Anforderungen an die Temperatur oberhalb und elf Überschreitungsstunden unterhalb der ARA-Einleitung.

Die maximal ermittelten, vorhabenbedingten Temperaturdifferenzen lagen im Frühlingszenario bei 0,4 K. Der Orientierungswert gem. OGewV von 1,5 K wurde damit deutlich eingehalten.

Nach Inbetriebnahme der Modernisierungsmaßnahme und der damit einhergehenden Einhaltung des beantragten Überwachungswertes ist davon auszugehen, dass sich die vorhabenbedingten Maximaltemperaturen und Temperaturerhöhungen im Vergleich zum Ist-Zustand eher reduzieren. Vorhabenbedingt ist daher künftig nicht mit häufigeren und/oder höheren Überschreitungen der Orientierungswerte gem. OGewV zu rechnen als bisher.

Sommerzeitraum (höchste Vorlauftemperatur)

Der ausgewählte Sommerzeitraum in Abb. 38 berücksichtigt die Tage mit den höchsten ermittelten Vorlauftemperaturen im Untersuchungszeitraum. Die höchsten Temperaturen im Sommerzeitraum wurden am 10.08. erreicht. Am Logger MA 1, oberhalb der Einleitung, betrug diese 22,21 °C. Unterhalb der ARA-Einleitung wurden an beiden Saale-Ufern praktisch idente Temperaturen erreicht. Rechtsufrig wurde eine maximale Wassertemperatur von 22,46 °C ermittelt, am Logger MA 2 (linkes Ufer) betrug die Maximaltemperatur 22,43 °C. Insgesamt kommt es damit zu 26 Überschreitungsstunden der Anforderungen an die Temperatur gem. OGewV im Sommer von 21,5 °C oberhalb und 44 (linksufrig) bzw. 36 (rechtsufrig) Überschreitungsstunden unterhalb der ARA-Einleitung.

Die maximal ermittelten, vorhabenbedingten Temperaturdifferenzen lagen im Sommerszenario bei 0,53 K. Der Orientierungswert gem. OGewV von 1,5 K wurde damit deutlich eingehalten.

Nach Inbetriebnahme der Modernisierungsmaßnahme und der damit einhergehenden Einhaltung des beantragten Überwachungswertes ist davon auszugehen, dass sich die vorhabenbedingten Maximaltemperaturen und Temperaturerhöhungen im Vergleich zum Ist-Zustand eher reduzieren. Vorhabenbedingt ist daher künftig nicht mit häufigeren und/oder höheren Überschreitungen der Orientierungswerte gem. OGewV zu rechnen als bisher.

Winterzeitraum (niedrige Vorlauftemperaturen, geringer Abfluss)

Im letzten ausgewählten Zeitraum wurden in Abb. 39 exemplarisch die Tage mit niedrigen Wasservorlauftemperaturen sowie sehr geringem Abfluss der Sächsischen Saale dargestellt. Die Wassertemperatur an den Loggern MA 1 und MA 3 unterschied sich im Winterzeitraum kaum.

Die Maximaltemperatur am Logger MA 1 betrug 2,11 °C (die Minimaltemperatur: 0,86 °C), am Logger MA 3 2,14 °C (die Minimaltemperatur: 0,94 °C). Am Logger MA 2 wurde eine Maximaltemperatur von 2,26 °C erreicht, die Minimaltemperatur betrug 1,05 °C. Der winterliche Orientierungswert von 10 °C wurde in diesem Szenario also deutlich eingehalten.

Die maximal ermittelten Temperaturdifferenzen zwischen Logger MA 2 (unterhalb ARA, linksufrig) und MA 1 (Vorlauf) lagen bei 0,41 K. Im Mittel waren die Temperaturen linksufrig unterhalb der ARA 0,21 K höher als im Vorlauf.

Unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen des Winterszenarios sowohl im Vorlauf (sehr niedrige Temperaturen, MNQ-Abfluss) als auch bezogen auf die Einleitung (repräsentative Einleitmengen, Einleittemperaturen im Bereich des beantragten Überwachungswertes) sind diese, maximal im Ist-Zustand erreichten Temperaturdifferenzen auch im künftigen Betrieb der ARA in der S. Saale zu erwarten. Damit wird künftig wie heute der Orientierungswert gem. OGewV von 1,5 K für die Aufwärmspanne deutlich eingehalten.

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die thermische Einleitung der Firma Macher auf Basis der dargestellten Werte (worst-case-Ansatz) sowie unter Berücksichtigung der zu erwartenden, im Vergleich zum bisherigen Betrieb über weite Teile des Jahres reduzierten Einleittemperaturen, zukünftig aller Voraussicht nach keine aus gewässerökologischer Sicht bedenklichen Wassertemperaturen in der Sächsischen Saale verursachen wird.

Eine abschließende Bewertung der thermischen Einleitung unter Berücksichtigung der biologischen Qualitätskomponenten erfolgt in Kap. 9.2.

Vorhabenbedingte Beeinflussung der Sauerstoffverhältnisse durch die thermische Einleitung

Wie in Kap. 4.2 dargestellt, kann warmes Wasser prinzipiell weniger Sauerstoff aufnehmen als kaltes Wasser. Insbesondere bei hochsommerlichen (Luft-)Temperaturen und entsprechend hohen Wassertemperaturen können die Sauerstoffgehalte in Oberflächengewässern kritische Werte erreichen. Aufgrund der künftig in ähnlichem Umfang wie im Ist-Zustand bzw. nach Inbetriebnahme der Modernisierungsmaßnahme reduziert zu erwartenden, vorhabenbedingten thermischen Beeinflussung der Sächsischen Saale sind künftig vergleichbare / reduzierte vorhabenbedingte Effekte auf die Sauerstoffverhältnisse der S. Saale zu erwarten wie bisher. Wie die Auswertungen in Kap. 6.8.3 zeigen, ist bezogen auf die Sauerstoffverhältnisse künftig wie bisher (keine Änderung der Betriebsweise der ARA, es ist von vergleichbaren Einleitungen wie bisher auszugehen) vorhabenbedingt von keinen kritischen Wirkungen auszugehen. Auch unter Berücksichtigung von worst-case Annahmen ist auf Basis der im GÖG dargestellten Daten vorhabenbedingt in der Sächsischen Saale von keinen aus gewässerökologischer Sicht kritischen Sauerstoffverhältnissen auszugehen.

9. Beurteilung des Vorhabens hinsichtlich Vereinbarkeit mit WHG und WRRL

9.1 Allgemeine Hinweise zum Verschlechterungsverbot/Verbesserungsgebot nach WRRL

Die Wasserrahmenrichtlinie enthält das Verbot, Gewässer nachteilig zu verändern. Gemäß § 27 Abs. 1 WHG sind oberirdische Gewässer so zu bewirtschaften, dass

- eine Verschlechterung ihres ökologischen Zustands / Potenzials und chemischen Zustands vermieden wird (Verschlechterungsverbot) und
- ein guter ökologischer Zustand / Potenzial und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden (Verbesserungsgebot).

Eine Genehmigung ist somit, vorbehaltlich der Gewährung einer Ausnahme zu versagen, wenn das konkrete Vorhaben

- eine Verschlechterung herbeiführt und wenn es
- die Erreichung eines guten ökologischen Zustands / Potenzials und eines guten chemischen Zustands eines Oberflächenwasserkörpers zu den maßgeblichen zeitlichen Zielvorgaben der WRRL gefährdet.

Der räumliche Bezug des § 27 WHG ist im aktuellen Fall der vom Vorhaben betroffene Flusswasserkörper³⁵ 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“.

9.1.1 Verschlechterungsverbot

Definition der „Verschlechterung“:

Die Urteile des EuGHs vom 01.07.2015 (Az. C 461/13) in dem Verfahren zur Weservertiefung und des Bundesverwaltungsgerichts vom 09.02.2017 (7 A 2/15 u.a.) in dem Verfahren zur Elbvertiefung behandeln diverse Fragen zur Anwendung des Verschlechterungsverbots. Auf Basis dieser Rechtsprechung ist auch im März 2017 eine „Handlungsempfehlung Verschlechterungsverbot“ seitens der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser entstanden (LAWA 2017b). Im Folgenden werden wesentliche Kriterien des Verschlechterungsverbots mit Bezug auf Flusswasserkörper und zum ökologischen Zustand kurz zusammengefasst:

- (1) Maßgebend für die Einstufung des ökologischen Zustands sind die biologischen Qualitätskomponenten (QK). Die jeweils schlechteste Bewertung einer QK bestimmt dabei die Einstufung.
- (2) Eine Verschlechterung des ökologischen Zustands liegt vor, sobald sich der Zustand mindestens einer biologischen QK um eine Klasse nachteilig verändert, auch wenn diese Verschlechterung nicht zu einer Verschlechterung der Einstufung des Zustands des Oberflächenwasserkörpers insgesamt führt.

³⁵ Untersuchungen im FWK 5_F031: Göstra dienten im GÖG zu Vergleichszwecken. Vorhabenbedingte Wirkungen sind im 5_F031 nicht zu erwarten, weshalb dieser nachfolgend nicht mehr explizit aufgeführt und abgeprüft wird.

- (3) Befindet sich die betreffende biologische QK bereits in der niedrigsten Klasse, stellt jede weitere nachteilige Veränderung dieser Komponente innerhalb der niedrigsten Klasse eine Verschlechterung dar.
- (4) Eine negative Veränderung von unterstützenden Qualitätskomponenten (hydromorphologische QK, allgemeine physikalisch-chemische QK), darunter auch die Wassertemperatur, reicht für die Annahme einer Verschlechterung primär nicht aus. Die nachteilige Veränderung einer unterstützenden QK führt nur dann zu einer Verschlechterung, wenn sie ursächlich einen nachteiligen Wechsel der Zustandsklasse (z.B. von „gut“ nach „mäßig“) einer biologischen Qualitätskomponente herbeiführt.
- (5) Verschiedene Konstellationen hinsichtlich des Zusammenwirkens von nachteiligen Veränderungen bei unterstützenden QK und biologischen QK und daraus resultierenden Bewertungen hinsichtlich „Verschlechterung“ zeigt Abb. 71:

Konstellation 1: Biologische Qualitätskomponente ist in <i>sehr gutem, gutem, mäßigen oder unbefriedigendem</i> Zustand		
Prognose unterstützende QK	Prognose biologische QK	Bewertung
<i>Verschlechterung der Zustandsklasse einer unterstützenden QK</i>	<i>Keine negative Auswirkung auf biologische QK</i>	<i>Keine Verschlechterung</i>
	<i>Negative Auswirkung auf biologische QK, aber kein Wechsel der Zustandsklasse der biologischen QK</i>	<i>Keine Verschlechterung</i>
	<i>Negative Auswirkung und Wechsel der Zustandsklasse der biologischen QK</i>	<i>Verschlechterung</i>

Konstellation 2: Biologische Qualitätskomponente ist in <i>schlechtem</i> Zustand		
Prognose unterstützende QK	Prognose biologische QK	Bewertung
<i>Verschlechterung der Zustandsklasse einer unterstützenden QK</i>	<i>Keine negative Auswirkung auf die biologische QK, die sich in schlechtem Zustand befindet</i>	<i>Keine Verschlechterung</i>
	<i>Negative Auswirkung</i>	<i>Verschlechterung</i>

Abb. 71: Konstellationen zur „Verschlechterung“ zwischen „unterstützenden“ und biologischen QK aus Lawa 2017

- (6) Als Ausgangsbasis der Verschlechterungsprüfung sind primär die Zustands- oder Potenzialbewertungen des amtlichen Bewirtschaftungsplans zu Grunde zu legen. Soweit im Bewirtschaftungsplan Einstufungen fehlen oder die Datenlage lückenhaft ist, können diese im wasserrechtlichen Fachbeitrag im Rahmen des Vorhabens, gestützt durch ergänzende Untersuchungen/Gutachten, vorgenommen werden.

- (7) Die Verschlechterungsprüfung bzw. die Verschlechterung bezieht sich räumlich auf den Oberflächenwasserkörper/Flusswasserkörper. Bezugspunkt für die Feststellung der Verschlechterung sind dabei die für das behördliche Monitoring festgelegten repräsentativen Messstellen. Der räumliche Bezug des § 27 WHG ist im aktuellen Fall der vom Vorhaben betroffene Flusswasserkörper 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“.

9.1.2 Verbesserungsgebot

Hinsichtlich des Verbesserungsgebots ist zu prüfen, ob das konkrete Vorhaben die Erreichung eines guten Zustands/Potenzials der betroffenen Oberflächenwasserkörper innerhalb der zeitlichen Vorgaben für die Zielerreichung gefährdet (Gefährdung der Zielerreichung durch die im Maßnahmenprogramm konkret vorgesehenen Maßnahmen).

9.2 Beurteilung des Vorhabens

Im vorliegenden Gutachten werden die potenziellen Auswirkungen des Vorhabens auf den FWK 5_F021 hinsichtlich der Zielerreichung des guten ökologischen und chemischen Zustands gemäß § 27 WHG bewertet. Zusätzlich und ergänzend erfolgt eine Bewertung hinsichtlich schädlicher Gewässerveränderungen gemäß § 12 WHG.

Der § 12 des WHG sagt aus, dass die Erlaubnis und die Bewilligung für ein Vorhaben zu versagen sind, wenn schädliche, auch durch Nebenbestimmungen nicht vermeidbare oder nicht ausgleichbare Gewässerveränderungen zu erwarten sind oder andere Anforderungen nach öffentlich-rechtlichen Vorschriften nicht erfüllt werden. Unter einer schädlichen Gewässerveränderung sind die „Veränderungen von Gewässereigenschaften, die das Wohl der Allgemeinheit, insbesondere die öffentliche Wasserversorgung, beeinträchtigen oder die nicht den Anforderungen entsprechen, die sich aus diesem Gesetz, aus auf Grund dieses Gesetzes erlassenen oder aus sonstigen wasserrechtlichen Vorschriften ergeben“ zu verstehen. Die Begrifflichkeit „Gewässereigenschaften“ verweist auf die Wasserbeschaffenheit, die Wassermenge, die Gewässerökologie und die Hydromorphologie von Gewässern und Gewässerteilen (§ 3 WHG).

Zusammenfassende Darstellung und Beschreibung der künftig zu erwartenden Vorhabenwirkungen

Gegenstand der neu beantragten wasserrechtlichen Erlaubnis ist die Einleitung von gereinigten Abwässern der ARA in die Sächsische Saale bei F-km 28,3. In der ARA anfallende Abwässer sind:

- Betriebsabwässer
- Sanitärabwässer Werk
- verschmutzte Niederschlagswässer
- kommunale Abwässer (Ausbaugröße der Kläranlage 96.000 EW (entsprechend 5.760 kg BSB₅/d))

Die genehmigte Abwasserhöchstmenge lag bisher bei maximal 2.880 m³/d und soll im Zuge des Verfahrens auf 2.400 m³/d reduziert werden (wobei max. 1.920 m³/d aus der Produktion und 300 m³/d aus kommunalen Abwässern kommen). Bei manchen stofflichen Parametern werden reduzierte Überwachungswerte beantragt (Kap. 3). Gesteigerte Überwachungswerte im Vergleich zur bisherigen Erlaubnis werden in keinem Fall beantragt. Für die maximale Einleittemperatur wird, wie bisher, ein Wert von 30 °C beantragt.

Für Sonderbetriebsfälle (z.B. An-/Abfahren der Anlage) werden gesonderte Überwachungswerte beantragt (Kap. 3). Derartige Sonderbetriebsfälle traten bisher im Realbetrieb der Anlage bzw. der ARA bereits auf, jedoch bestand hierfür kein extra Überwachungswert. Insgesamt ist damit künftig von einem vergleichbaren Realbetrieb der ARA bzw. der Anlage auszugehen wie bisher, mit entsprechend vergleichbaren Einleitungen aus der ARA in die Sächsische Saale. Dies gilt auch für die im Rahmen der beiden Abwasser-Screenings detektierten Stoffe (siehe Kap. 6.7.3, Kap. 6.8.3.2 sowie Anhang 1). Die dabei festgestellten Spurenstoffe kommen entweder über den Rohstoff (Altpapier) in den Produktions-Prozess der Fa. Macher und damit in das Abwasser der ARA oder aber über die kommunalen Abwässer. Nach Abstimmung mit den wesentlichen Behörden sind Spurenstoffe, welche im Rohstoff und / oder den kommunalen Abwässern enthalten sind, nicht durch die Fa. Macher kontrollierbar oder beeinflussbar. Bei der Prognose wird von einem gleichbleibenden Umfang und einer vergleichbaren stofflichen Zusammensetzung des kommunalen Abwassers und des Rohstoffes ausgegangen wie bisher.

Bei Auslastung der ARA unter Berücksichtigung des bisherigen Realbetriebs, welcher auch künftig in vergleichbarer Weise zu erwarten ist, wurden bei den ausgewählten Szenarien für die Stoffe Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff, Gesamtphosphor und TOC (bei TOC nur unter worst-case-Bedingungen) in der Sächsischen Saale Stoffkonzentrationen festgestellt, welche die Orientierungswerte der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) überschreiten bzw. die Überschreitung verstärken, sofern diese bereits im Vorlauf gegeben war. Die Stoffe Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff und Gesamtphosphor haben eine essentielle Bedeutung für die Trophie eines Gewässers und damit indirekt auch für die Saprobie. In der Sächsischen Saale liegen bei einem Weiterbetrieb der ARA sowohl oberhalb als auch unterhalb der Einleitung Verhältnisse vor, die die Trophie gegenüber dem natürlichen/unbeeinflussten Zustand ungünstig beeinflussen. Ökotoxikologisch wirksame Konzentrationen werden auch unter worst-case-Bedingungen von keinem geprüften Stoff oder Parameter erreicht.

Bei Chlorid und Sauerstoff kommt es durch die Einleitung berücksichtigter, maximaler Stoffkonzentrationen zu Veränderungen der Konzentrationen in der Sächsischen Saale. Der Orientierungswert gemäß OGewV wird jedoch auch unter worst-case-Bedingungen eingehalten. Für die Stoffe Nitrat-Stickstoff, N_{ges} und den pH-Wert konnten selbst unter worst-case-Bedingungen keine Konzentrationserhöhungen oder Konzentrationsänderungen, die auf die Einleitung der Firma Macher zurückzuführen sind, oder Überschreitungen des Orientierungswerts nach OGewV festgestellt werden. Nachhaltige, beeinträchtigende oder schädigende Wirkungen auf aquatische Organismen und Lebensgemeinschaften durch die Einleitung der Firma Macher bezüglich Chlorid, Sauerstoff, Nitrat-Stickstoff, N_{ges} und den pH-Wert können ausgeschlossen werden.

Innerhalb der unregulierten Stoffe wurden unter ungünstigen und worst-case-Bedingungen Konzentrationszunahmen bei TN_b, CSB, Leitfähigkeit und AOX (AOX nur unter worst-case-Bedingungen) festgestellt, welche künftig wie bisher in vergleichbarer Intensität und Dauer zu erwarten sind.

Im Sonderbetriebsfall konnten bei den ausgewählten Szenarien Konzentrationserhöhungen unterhalb der Einleitung für die Stoffe P_{ges} , N_{ges} , TN_b und CSB nachgewiesen werden, welche künftig wie bisher in vergleichbarer Intensität und Dauer zu erwarten sind.

Bezogen auf den thermischen Wirkpfad ist davon auszugehen, dass künftig wie bisher die Einleitung der Firma Macher die bereits im Vorlauf der ARA-Einleitung bestehenden Überschreitungen des Orientierungswertes für die sommerliche und winterliche Maximaltemperatur leicht erhöhen wird bzw. vorhabenbedingt wenige zusätzliche Überschreitungsstunden der Orientierungswerte für die sommerliche und winterliche Maximaltemperatur hinzukommen werden. Unter Berücksichtigung der bisher erfolgten Einleitung sind vorhabenbedingte Temperaturerhöhungen, künftig wie bisher, im Bereich von bis zu ca. 0,4 K (bei Einhaltung des beantragten Überwachungswertes nach Inbetriebnahme der Modernisierungsmaßnahme (Kap. 7)) bzw. 0,5 K (worst-case-Ansatz unter Berücksichtigung des bisherigen Realbetriebs) zu erwarten. Mit Umsetzung der in Kap. 7 beschriebenen Vermeidungs-/Minimierungsmaßnahme sind somit, im Vergleich zum bisherigen Betrieb, über weite Teile des Jahres reduzierte vorhabenbedingte thermische Effekte in der Sächsischen Saale zu erwarten. Damit sind künftig vorhabenbedingt keine aus gewässerökologischer Sicht bedenklichen Wassertemperaturen in der Sächsischen Saale anzunehmen.

Die Anforderung an den guten Zustand nach Anlage 7 OGewV (Bezug: Stoffe und Temperatur) verstehen sich als Orientierungswerte, bei deren Einhaltung der gute ökologische Zustand als gewährleistet gilt. Diese Werte haben keinen verbindlichen Charakter, sondern werden unterstützend zur Bewertung des Zustandes der biologischen Qualitätskomponenten (QK) herangezogen. Eine Überschreitung des Orientierungswertes bedeutet nicht per se die Verfehlung des guten ökologischen Zustandes, sondern erfordert eine spezifische Betrachtung, ob/inwiefern die Überschreitung beeinträchtigende Wirkung auf eine Qualitätskomponente haben könnte.

Aufgrund fehlender Bewertungsgrundlagen bei unregulierten Stoffen können und müssen deren Auswirkung auf den Zustand der biologischen Qualitätskomponenten (QK) meist nur summarisch, ebenfalls über den Zustand der relevanten QK bewertet werden.

Die Untersuchung und Bewertung der dauerhaft im Gewässer lebenden Organismen, also der biologischen Qualitätskomponenten, ermöglicht eine Aussage über die kurz- und langfristige Wirkung einer Einleitung in Summe und ist damit wesentlich aussagekräftiger als beispielsweise die isolierte Untersuchung eines unregulierten Einzelstoffs im Wasser. Dabei ist zu berücksichtigen, dass künftig wie bisher die stoffliche und thermische Einleitung stets parallel auftreten bzw. die biologischen Qualitätskomponenten entsprechende potenzielle „Kombinationswirkungen“ aus der stofflichen und thermischen Einleitung abbilden würden. Die nachfolgende Prognose, unter Berücksichtigung der bisherigen Ist-Situation, ist entsprechend zu verstehen.

Der Zustand der biologischen Qualitätskomponenten (Ist-Zustand) hat sich unter der Einwirkung der bisherigen stofflichen und thermischen Einleitung entwickelt. Da das Vorhaben im gleichen bzw. bei manchen Parametern reduzierten Umfang wie in der Vergangenheit beantragt wird und sich der Realbetrieb der Anlage in vergleichbarer Art und Umfang künftig wie bisher fortsetzen wird, ergeben sich künftig weder gesteigerte Einleitmengen noch (vorhersehbare) Änderungen der stofflichen Zusammensetzung der Einleitung.

Anhand des Zustandes der biologischen QK können Auswirkungen von Summenparametern und Effekte von Kombinationswirkungen sowie die Langzeitwirkung eingeleiteter Stoffe und Parameter auf die Gewässerökologie bewertet werden.

9.2.1 Auswirkungen auf die QK Fischfauna

9.2.1.1 Bewertungen nach § 27 WHG (Verschlechterungsverbot, Verbesserungsgebot)

Der ökologische Zustand der Fischfauna wurde im gegenständlich bewertungsrelevanten Flusswasserkörper 5_F021 an der amtlichen Messstelle „24026 HMS Saale in Joditz, Mühle OW“ von amtlicher Seite für den aktuellen, dritten Bewirtschaftungszyklus als „mäßig“ eingestuft (Kap. 2.2.1). Im zweiten Bewirtschaftungszyklus wurde die Fischfauna amtlicherseits noch in die Zustandsklasse „unbefriedigend“ eingestuft (Kap. 2.2.1). Die amtliche Messstelle liegt unterhalb der Einleitung der Fa. Macher. Damit hat sich die biologische Qualitätskomponente Fischfauna um eine Zustandsklasse verbessert, unter bestehender Einleitung der Fa. Macher.

Das Untersuchungsgebiet der projektspezifischen Befischungen, welche die wesentliche Grundlage für die Bewertung des Vorhabens bilden, umfasste große Teile des FWK 5_F021. Die Auswertungen der eigens erhobenen, projektspezifischen Fischbestandsdaten haben ergeben, dass keine negativen Auswirkungen der Einleitung der Fa. Macher auf die Fischfauna in der S. Saale vorliegen. Durch eine detaillierte und umfangreiche Analyse

- des Arteninventars,
- der Individuenzahlen, Biomassen und des Einheitsfangs,
- der Dominanzverhältnisse der Arten,
- der ökologischen Ausprägung und Gildenzugehörigkeit der Arten
- dem Anteil an temperatursensiblen Arten
- der Fortpflanzungsverhältnisse

sowie durch den Vergleich der genannten Indizes zwischen vom Vorhaben unbeeinflussten Kontrollabschnitten und den beeinflussten Untersuchungsabschnitten wurde nachgewiesen, dass zum Zeitpunkt der Untersuchungen keine Beeinflussung des Fischbestandes durch die ARA-Einleitung der Fa. Macher vorlag.

Auch anhand der ökologischen Einstufungen der einzelnen Untersuchungsabschnitte mittels der WRRL-Software „fiBS“ ließ sich keine vorhabenbedingte Beeinflussung der Fischpopulationen flussabwärts der Einleitstelle ableiten.

Gleichermaßen waren keine nachteiligen Auswirkungen auf die nachgewiesenen naturschutzfachlich relevanten Arten der Roten Listen Deutschland und Bayern Nord, charakteristischen Fischarten des FFH-Anhang-I-LRT 3260 sowie Fischarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie zu beobachten.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die stoffliche und thermische Einleitung der Fa. Macher in die Sächsische Saale keinen negativen Einfluss auf den Ist-Zustand der Fischfauna (Bezug projektspezifische Befischungen) hat.

Die bestehenden Defizite der QK Fischfauna lassen sich auf ungünstige hydromorphologische Gegebenheiten (fehlende Durchgängigkeit, unzureichende Struktur- und Habitatausstattung, etc.) und andere Faktoren zurückführen, die unabhängig von den stofflichen und thermischen Verhältnissen und damit unabhängig vom Vorhaben sind (siehe u.a. Kap. 6.12). Das Vorhaben steht keiner geplanten Maßnahme gemäß des Maßnahmenprogramms 2022–2027 entgegen (siehe Kap. 2.2.1).

Unter Berücksichtigung

- der im Vergleich zur bisherigen Genehmigung teilweise reduziert beantragten Überwachungswerte und
- einem künftig vergleichbar zum bisherigen Realbetrieb anzunehmenden Einleitgeschehen aus der ARA in die S. Saale sind

auf Basis der detaillierten stofflichen (Kap. 8.1) und thermischen (Kap. 8.2) Prognosen künftig vorhabenbedingt vergleichbare oder verbesserte Verhältnisse in der Sächsischen Saale unterhalb der ARA-Einleitung anzunehmen wie bisher. Auf dieser Basis ist daher auch künftig von keiner vorhabenbedingten Beeinflussung der QK Fischfauna, weder im unmittelbaren Bereich der ARA-Einleitung noch auf Flusswasserkörperriveau (Bezug: amtliche Messstelle), durch die Einleitung der Fa. Macher bzw. durch das entsprechende beantragte Vorhaben auszugehen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das von der Fa. Macher beantragte Vorhaben „Neuerteilung Nutzwassererlaubnis“ für den Weiterbetrieb der ARA auf Basis der dargestellten Prognoseberechnungen und unter Berücksichtigung der angenommenen Betriebsweise der ARA bzw. der Produktionsweise am Standort aller Voraussicht nach

- keine Verschlechterung des ökologischen Zustands der Qualitätskomponente Fischfauna innerhalb des Flusswasserkörpers 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“ erwarten lässt und
- einer Verbesserung des ökologischen Zustands im Sinne der Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach § 27 WHG nicht entgegen steht.

Gleichermaßen sind keine nachteiligen Auswirkungen auf die nachgewiesenen naturschutzfachlich relevanten Arten der Roten Listen Deutschland und Bayern Nord, charakteristischen Arten (Bachforelle, Hasel) für den FFH-Anhang-I-Lebensraumtyp 3260 sowie des Anhangs II der FFH-Richtlinie (Bachneunauge, Bitterling, Groppe) zu erwarten.

9.2.1.2 Bewertungen nach § 12 WHG

Wie im vorangegangenen Kapitel sowie in Kap. 6.14 dargestellt, fanden umfangreiche Auswertungen zur Fischfauna auf Art- und Individuen-Niveau im Untersuchungsgebiet bezüglich einer potenziellen Beeinträchtigung durch die Einleitung der Fa. Macher statt. Insgesamt sind auf Basis der gewonnen und zuvor erläuterten Erkenntnisse durch das beantragte Vorhaben keine schädlichen Gewässerveränderungen im Sinne von § 12 WHG für den Flusswasserkörper 5_F021 zu erwarten.

9.2.2 Auswirkungen auf die QK Makrozoobenthos (MZB)

Die Qualitätskomponente (QK) Makrozoobenthos wurde im aktuellen Bewirtschaftungszyklus an der amtlichen Messstelle „24025 Wegebrücke Auensee“ mit der Zustandsklasse „unbefriedigend“ bewertet. Wertgebend ist dabei das Modul „Allgemeine Degradation“ welches amtlicherseits in die „unbefriedigende“ Qualitätsklasse eingestuft wird. Das Modul „Saprobie“ wird amtlicherseits mit „gut“ bewertet.

Die Bewertung des Vorhabens wird im Wesentlichen auf Basis der projektspezifischen Probenahmen dieser biologischen QK vorgenommen. Es fanden zwei projektspezifische Probenahmen in der Sächsischen Saale statt. Eine im Dezember 2018 und eine weitere im Mai 2019. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Probenahme aus dem Mai 2019 für die Bewertung des Vorhabens herangezogen, diese Probenahme fand im hierfür vorgesehenen Zeitfenster gem. Methodikvorgaben der WRRL statt. Von besonderem Interesse für die Bewertung der gegenständlichen Einleitung sind die Probestellen in freifließenden Bereichen der S. Saale mit der Bezeichnung MZB-04 (oberhalb Macher, Kontrolle), MZB-05 (unterhalb Macher, bei Autobahnbrücke) und MZB-07 (unterhalb Macher, im Bereich der amtlichen Messstelle). Für die Gesamtergebnisse zum Makrozoobenthos an allen Messstellen sowie zu beiden Beprobungsterminen wird auf Anhang 10 verwiesen.

Modul „Saprobie“

Im Modul „Saprobie“ wird der Saprobienindex (SI) berechnet, ein Wert, der direkt in eine fünfstufige Qualitätsklasse des Moduls „Saprobie“ (von „sehr gut“ bis „schlecht“) überführt wird. Mit dem Saprobienindex lassen sich die Auswirkungen organischer Verschmutzungen auf die Makrozoobenthosfauna erfassen und bewerten.

Die Modul-Scores der Saprobie der projektspezifischen Erhebungen aus Mai 2019 waren bei praktisch allen berücksichtigten Probestellen in der Sächsischen Saale knapp an der Klassengrenze von „gut“ zu „mäßig“. Die Kontroll-Probestelle MZB-04 erreichte dabei die „gute“ Qualitätsstufe, während die Probestelle MZB-05 (direkt unterhalb Macher) die „mäßige“ Qualitätsklasse erreichte. Damit war im Vergleich oberhalb zu direkt unterhalb der Fa. Macher ein Klassensprung bei diesem Modul festzustellen. In der weiter stromab gelegenen Probestelle MZB-07 (im Bereich der amtlichen Messstelle) wurde im Mai 2019 dann wieder die „gute“ Qualitätsstufe erreicht.

An Probestelle MZB-05 wurden somit biozönotische Veränderungen festgestellt, die unter Berücksichtigung der Auswertungen zum stofflichen Ist-Zustand der S. Saale aller Voraussicht nach mit der Einleitung der Firma Macher in Zusammenhang stehen und zu einem Klassensprung des Moduls „Saprobie“ unmittelbar unterhalb der gegenständlichen Einleitung führen. Diese Verschlechterung dehnte sich auf Basis der Probenahme im Mai 2019 nicht bis MZB-07, dem Bereich der amtlichen Messstelle, aus. Auf Basis der projektspezifischen Makrozoobenthoserhebungen kommt es somit räumlich begrenzt zu einem Klassensprung des Moduls „Saprobie“ direkt unterhalb der Einleitung der Fa. Macher, der im Ist-Zustand jedoch nicht auf Flusswasserkörpervniveau (Bezug MZB-07 bzw. Position der amtlichen Messstelle) festzustellen ist.

Modul „Allgemeine Degradation“

Das Modul „Allgemeine Degradation“ spiegelt die Auswirkungen verschiedener Stressoren (z.B. Degradation der Gewässermorphologie, Nutzung im Einzugsgebiet) wider, wobei in den meisten Fällen

die Beeinträchtigung der Gewässermorphologie den wichtigsten Stressor darstellt. Das Modul ist als Multimetrischer Index aus Einzelindices aufgebaut. Die Ergebnisse der typ(gruppen)spezifischen Einzelindices werden zu einem Multimetrischen Index verrechnet und dieser wird abschließend in eine Qualitätsklasse von „sehr gut“ bis „schlecht“ überführt.

Generell erreichte das Modul „Allgemeine Degradation“ sehr niedrige Scores im Untersuchungsgebiet. Die Messstellen MZB-04 (Kontrolle) sowie MZB-05 (uh Macher) wurden im Mai 2019 in die Qualitätsstufe „schlecht“, die Messstelle MZB-07 (uh Macher) in die Qualitätsstufe „unbefriedigend“ eingestuft.

In der Sächsischen Saale waren gravierende strukturelle und hydrologische Defizite festzustellen, wie z.B.

- die Einschränkung der Flussdynamik (Begradigung, Regelprofil, Uferbefestigung, Blocksteinverbauung, Eintiefung),
- das (über weite Strecken) Fehlen eines charakteristischen turbulenten Strömungsbildes,
- stark eingeschränkte Überflutungsmöglichkeiten der Aue (außerhalb des Stadtgebietes),
- stark verschlammte Staubereiche,
- verschlammte staubeeinflusste Fließstrecken,
- streckenweise fehlende Ufergehölze,
- Stoffeintrag aus angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen.

Den strukturellen und hydrologischen Bedingungen entsprechend wich die Besiedlung der Arten in den untersuchten Probestellen der Sächsischen Saale zum Teil deutlich vom Idealzustand ab. Dies resultiert in den „schlechten“ bzw. „unbefriedigenden“ Bewertungen der Teilkomponente „Allgemeine Degradation“. Die diesbezüglich entscheidenden, zuvor aufgelisteten Wirkfaktoren bzw. Stressoren sind nicht in Zusammenhang zu bringen mit dem gegenständlichen Vorhaben. Wie den projektspezifischen Erhebungen zu entnehmen ist, wurde unterhalb der Einleitung der Fa. Macher teilweise eine bessere Modulbewertung erzielt als oberhalb.

Bewertung QK Makrozoobenthos

Unter Berücksichtigung

- der im Vergleich zur bisherigen Genehmigung teilweise reduziert beantragten Überwachungswerte und
- einem künftig vergleichbar zum bisherigen Realbetrieb anzunehmenden Einleitgeschehen aus der ARA in die S. Saale sind

auf Basis der detaillierten stofflichen (Kap. 8.1) und thermischen (Kap. 8.2) Prognosen künftig vorhabenbedingt vergleichbare oder verbesserte Verhältnisse in der Sächsischen Saale unterhalb der ARA-Einleitung anzunehmen wie bisher. Strukturelle Defizite der Sächsischen Saale sind nicht vorhabenbedingt. Auf dieser Basis ist daher auch künftig aller Voraussicht nach von keiner vorhabenbedingten Beeinflussung der QK Makrozoobenthos auf Flusswasserkörpervniveau (Bezug: amtliche Messstelle) durch die Einleitung der Fa. Macher bzw. durch das entsprechende beantragte Vorhaben auszugehen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das von der Fa. Macher beantragte Vorhaben „Neuerteilung Nutzwassererlaubnis“ für den Weiterbetrieb der ARA auf Basis der dargestellten Prognoseberechnungen und unter Berücksichtigung der angenommenen Betriebsweise der ARA bzw. der Produktionsweise am Standort aller Voraussicht nach

- keine Verschlechterung des ökologischen Zustands der Qualitätskomponente Makrozoobenthos innerhalb des Flusswasserkörpers 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“ erwarten lässt und
- einer Verbesserung des ökologischen Zustands im Sinne der Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach § 27 WHG nicht entgegen steht.

Gleichermaßen sind keine nachteiligen Auswirkungen auf die nachgewiesenen naturschutzfachlich relevanten Arten der Roten Listen Deutschland und Bayern sowie der FFH-Anhänge II und IV zu erwarten.

9.2.3 Auswirkungen auf die QK Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen

Die Qualitätskomponente (QK) Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen wurde im aktuellen Bewirtschaftungszyklus an der amtlichen Messstelle „24025 Wegebrücke Auensee“ mit der Zustandsklasse „mäßig“ bewertet. Die amtliche Messstelle befindet sich unterhalb der Einleitung der Fa. Macher.

Die Bewertung des Vorhabens wird im Wesentlichen auf Basis der projektspezifischen Probenahmen dieser biologischen QK vorgenommen. Im Rahmen der projektspezifischen Kartierung der drei Teilkomponenten benthische Diatomeen, Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) und Makrophyten im Sommer 2019 wurde der ökologische Zustand von sieben Probestellen in der Sächsischen Saale bewertet. Die Ergebnisse der einzelnen Teilkomponenten werden zu einer Gesamtbewertung verschnitten. Bei den Komponenten Diatomeen und PoD ließ sich kein signifikanter Unterschied ober- und unterhalb der Einleitung der Fa. Macher feststellen. Bezüglich der Einzelbewertung der Makrophyten ließ sich eine geringe Verbesserung unterhalb der Einleitung der Fa. Macher zu oberhalb feststellen, die zu einer Einstufung im mäßigen Zustand unterhalb der Einleitung führte (oberhalb: unbefriedigend). Der Anstieg ist zum Teil auf morphologische Unterschiede zwischen den Probestellen zurückzuführen. Unter Verschneidung der Einzelkomponenten erreichte die QK Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen sowohl oberhalb der Einleitung der Fa. Macher als auch unterhalb den „mäßigen“ Zustand.

Die vorliegenden Ergebnisse, auch unter Berücksichtigung der kartierten Arten (siehe Anhang 9), geben keine Hinweise auf eine Beeinflussung der biol. QK Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen in der S. Saale durch die Einleitung der Fa. Macher. Vielmehr zeigt sich bei Einzelkomponenten der QK eine Verbesserung unterhalb der gegenständlichen Einleitung.

Unter Berücksichtigung

- der im Vergleich zur bisherigen Genehmigung teilweise reduziert beantragten Überwachungswerte und
- einem künftig vergleichbar zum bisherigen Realbetrieb anzunehmenden Einleitgeschehen aus der ARA in die S. Saale sind

auf Basis der detaillierten stofflichen (Kap. 8.1) und thermischen (Kap. 8.2) Prognosen künftig vorhabenbedingt vergleichbare oder verbesserte Verhältnisse in der Sächsischen Saale unterhalb der ARA-Einleitung anzunehmen wie bisher. Auf dieser Basis ist daher auch künftig von keiner vorhabenbedingten Beeinflussung der QK Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen, weder im unmittelbaren Bereich der ARA-Einleitung noch auf Flusswasserkörperniveau (Bezug: amtliche Messstelle), durch die Einleitung der Fa. Macher bzw. durch das entsprechende beantragte Vorhaben auszugehen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das von der Fa. Macher beantragte Vorhaben „Neuerteilung Nutzwassererlaubnis“ für den Weiterbetrieb der ARA auf Basis der dargestellten Prognoseberechnungen und unter Berücksichtigung der angenommenen Betriebsweise der ARA bzw. der Produktionsweise am Standort aller Voraussicht nach

- keine Verschlechterung des ökologischen Zustands der Qualitätskomponente Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen innerhalb des Flusswasserkörpers 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“ erwarten lässt und
- einer Verbesserung des ökologischen Zustands im Sinne der Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach § 27 WHG nicht entgegen steht.

9.2.4 Auswirkungen auf die unterstützenden hydromorphologischen Qualitätskomponenten

Die hydromorphologischen Qualitätskomponenten dienen als Unterstützung der biologischen Qualitätskomponenten und werden nach den Vorgaben der OGewV unterstützend zur Bewertung des ökologischen Zustands herangezogen. Der hydromorphologische Gesamtzustand ergibt sich aus der worst-case-Betrachtung der drei Qualitätskomponenten Wasserhaushalt, Durchgängigkeit und Morphologie (Tab. 51).

Tab. 51: Überblick über die unterstützenden hydromorphologischen Qualitätskomponenten und deren Parameter nach OGewV, Anlage 3.

Qualitätskomponente	Parameter
Wasserhaushalt	Abfluss und Abflussdynamik
	(Verbindung zu Grundwasserkörpern)
Durchgängigkeit	Lineare und laterale Durchgängigkeit des Flusses
Morphologie	Tiefen- und Breitenvariation
	Struktur und Substrat des Bodens (Sohlstruktur)

9.2.4.1 Wasserhaushalt

Die Einleitung des Abwassers aus der ARA findet künftig wie bisher in den 5_F021 statt. Grundsätzlich ergeben sich durch das Vorhaben gegenüber dem bisherigen Betrieb keine wesentlichen Änderungen. Es ist künftig von einem vergleichbaren Realbetrieb auszugehen wie bisher. Im Vergleich zur bisherigen Genehmigung wird eine reduzierte Einleitmenge beantragt. Es ist davon auszugehen,

dass das Vorhaben aufgrund der im Realbetrieb gleichbleibenden Einleitmengen künftig wie bisher keinen Einfluss auf den bestehenden Wasserhaushalt des FWK 5_F021 hat.

9.2.4.2 Durchgängigkeit

Die Durchgängigkeit des Flusswasserkörpers 5_F021 ist grundsätzlich durch mehrere Querbauwerke (Tab. 52) nicht gegeben. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die fischbiologische/ökologische Durchgängigkeit der Sächsischen Saale stark gestört ist.

Tab. 52: Übersicht der einzelnen Querbauwerke des 5_F021.

FWK	Gewässer	Bezeichnung	Funktion	FAA	Durchgängigkeit	F-km
5_F021	Saale	Wehr (Obere Mühle)	Ausleitungsbauwerk	-	nicht durchgängig	32,06
	Saale	Sohlrampe	Sohlsicherung	-	frei durchgängig	31,88
	Saale	Sohlengleite	Sohlsicherung	-	frei durchgängig	29,26
	Saale	Sohlrampe	Sohlsicherung	-	frei durchgängig	28,05
	Saale	Wehr (Fattigsmühle)	Ausleitungsbauwerk	-	nicht durchgängig	26,10
	Saale	Wehr (Joditzmühle)	Ausleitungsbauwerk	✓	nicht durchgängig	24,09
	Saale	Sohlengleite	Sohlsicherung	-	frei durchgängig	21,20
	Saale	Wehr (Lamitzmühle)	Ausleitungsbauwerk	-	nicht durchgängig	20,00

Erläuterung:

- 1: die Beurteilung der Durchgängigkeit ist dem UmweltAtlas Bayern des Bayerischen Landesamt für Umwelt, https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/lfu_gewaesserbewirtschaftung_ftz/index.html?lang=de&localId=mapcontents3202 entnommen.

Die ökologische/fischbiologische Durchgängigkeit wird durch das Vorhaben nicht beeinflusst bzw. beeinträchtigt.

9.2.4.3 Morphologie

Bei einer Neuerteilung der Einleiterlaubnis für die Fa. Macher werden die im Ist-Zustand beschriebenen (öko-)morphologischen Verhältnisse (siehe Kap. 6.12) im Untersuchungsgebiet bestehen bleiben bzw. ist eine nachteilige Beeinflussung der hydro- und ökomorphologischen Bedingungen durch das geplante Vorhaben auszuschließen.

9.2.5 Auswirkungen auf die allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten Temperatur und Sauerstoff

Detaillierte Prognosen zu den sonstigen chemisch-physikalischen Qualitätskomponenten finden sich in Kap. 8.1 bzw. zusammengefasst bewertet in Kap. 9.2.

9.2.5.1 Temperatur

Die Auswirkungen der Temperatur finden sich in Kap. 9.2 bzw. zusätzlich in den Ausführungen zur QK Fische (Kap. 9.2.1), welche die diesbezüglich wirkungsempfindlichste Qualitätskomponente darstellt.

9.2.5.2 Sauerstoffverhältnisse

Auch unter worst-case-Bedingungen kann ausgeschlossen werden, dass die Sauerstoffgehalte infolge der vorhabenbedingten (stofflichen und / oder thermischen) Einleitung kritische Konzentrationen erreichen, die den Zustand der biologischen Qualitätskomponenten nachhaltig beeinträchtigen und verschlechtern können bzw. deren Verbesserung entgegenstehen (vgl. Kap. 8.1 und Kap. 8.2).

9.2.6 Auswirkungen des Vorhabens auf die flussgebietsspezifischen Schadstoffe (unterstützende Komponenten)

Bei den projektspezifischen stofflichen Untersuchungen sind in Abstimmung mit den Behörden keine nach Anlage 6 OGewV geregelten Stoffe als betrachtungsrelevant hervorgegangen. Es wird künftig von einer gleichen stofflichen Zusammensetzung des Abwassers aus der ARA ausgegangen wie bisher.

Zusammenfassend können auf dieser Basis durch die ARA-Einleitung bedingte Verschlechterungen bei den flussgebietsspezifischen Schadstoffen und somit negative Auswirkungen auf den ökologischen Zustand des relevanten Flusswasserkörpers 5_F021 ausgeschlossen werden.

9.2.7 Auswirkungen auf den chemischen Zustand

Bei den projektspezifischen stofflichen Untersuchungen sind in Abstimmung mit den Behörden keine nach Anlage 8 OGewV geregelten Stoffe als betrachtungsrelevant hervorgegangen. Die Stoffe mit UQN-Überschreitung im gegenständlich betrachtungsrelevanten Flusswasserkörper 5_F021 „Hepatchlorepoxid, cis-, trans-“, „Quecksilber“ und „Summe 6-BDE (28,47,99, 100, 153, 154)“ (gem. amtlichem FWK-Steckbrief) waren im Rahmen der projektspezifischen stofflichen Untersuchungen im Ablauf der ARA nicht nachweisbar.

Zusammenfassend sind demnach auch zukünftig keine negativen Auswirkungen durch das beantragte Vorhaben auf Stoffe der Anlage 8 OGewV in der Sächsischen Saale zu erwarten. Der chemische Zustand des gegenständlich bewertungsrelevanten Flusswasserkörpers 5_F021 wird vorhabenbedingt nicht beeinflusst. Insgesamt kann damit eine Verschlechterung des chemischen Zustandes des FWK 5_F021 ausgeschlossen werden. Die Verbesserung des derzeit „nicht guten“ chemischen Zustands des FWK 5_F021 wird durch das Vorhaben nicht behindert.

10. Prüfung gem. Umweltschadengesetz (USchadG)

Gemäß § 19 BNatSchG gilt:

- (1) Eine Schädigung von Arten und natürlichen Lebensräumen im Sinne des Umweltschadengesetzes ist jeder Schaden, der erhebliche nachteilige Auswirkungen auf die Erreichung oder Beibehaltung des günstigen Erhaltungszustands dieser Lebensräume oder Arten hat. (...)
- (2) Arten im Sinne des Absatzes 1 sind die Arten, die in (...) den Anhängen II und IV der Richtlinie 92/43/EWG aufgeführt sind.
- (3) Natürliche Lebensräume im Sinne des Absatzes 1 sind, die
 - (1) Lebensräume der Arten, die in Artikel 4 Absatz 2 oder Anhang I der Richtlinie 2009/147/EG oder in Anhang II der Richtlinie 92/43/EWG aufgeführt sind,
 - (2) natürlichen Lebensraumtypen von gemeinschaftlichem Interesse sowie
 - (3) Fortpflanzungs- und Ruhestätten der in Anhang IV der Richtlinie 92/43/EWG aufgeführten Arten.

Gemäß § 90 WHG gilt:

- (1) Eine Schädigung eines Gewässers im Sinne des Umweltschadengesetzes ist jeder Schaden mit erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf
 - den ökologischen oder chemischen Zustand eines oberirdischen Gewässers oder Küstengewässers,
 - das ökologische Potenzial oder den chemischen Zustand eines künstlichen oder erheblich veränderten oberirdischen Gewässers oder Küstengewässers (...).

In Kap. 9.2 wurde dargelegt, dass durch das Vorhaben (Weiterführung des Ist-Betriebes) derart erhebliche Beeinträchtigungen der Biokomponenten Fische, Makrozoobenthos und Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen im Untersuchungsgebiet auf der vorliegenden Datengrundlage nicht zu erwarten sind.

Die projektspezifischen Kartierungen des FFH-Anhang-I-Lebensraumtyps 3260 in Teilen des Untersuchungsgebiets haben unter Berücksichtigung der Erkenntnisse zu den für den LRT charakteristischen Fischarten Bachforelle und Hasel keine Beeinflussung des LRT 3260 durch die bisherige Einleitung der Fa. Macher erkennen lassen. Gleiches gilt für die drei nachgewiesenen FFH-Anhang-II Fischarten (Bachneunauge, Bitterling und Groppe). Unter Berücksichtigung der stofflichen und thermischen Prognosen sind auch künftig keine vorhabenbedingten Wirkungen auf diese Schutzgüter zu erwarten.

Zudem wurde festgestellt, dass auch die Arten der Roten Listen (Fische und Makrozoobenthos) bzw. des FFH-Anhangs IV (Makrozoobenthos) vom Vorhaben nicht nachteilig beeinflusst werden.

Insofern steht das Vorhaben mit den Anforderungen und Bestimmungen des USchadG in Einklang.

11. Zusammenfassung

11.1 Vorhaben

Die Firma Carl Macher GmbH & Co. KG (kurz Firma Macher) produziert am Standort in Köditz/Brunenthal bei Hof jährlich bis zu 210.000 Tonnen Hülsenkarton und ist somit das leistungsfähigste Hülsenkartonwerk Europas³⁶. Auf dem Betriebsgelände befinden sich neben der Papiermaschine unter anderem eine Anlage zur Biogasaufbereitung, ein Blockheizkraftwerk und eine Abwasserreinigungsanlage (ARA) zur Klärung des anfallenden Abwassers aus der Papierherstellung sowie von kommunalem Abwasser umliegender Siedlungen.

Mit Bescheid des Landratsamtes (LRA) Hof vom 11.10.2000 wurde der Firma Macher eine gehobene wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung von – über die ARA – gereinigten Abwässern (Betriebsabwasser, Sanitärabwasser, verschmutzte Niederschlagswässer, kommunale Abwässer) in die Sächsische Saale erteilt. Die Erlaubnis ist bis zum 31.12.2020 befristet.

Aufgrund von Betriebsplanungen, notwendigen Umbauten an der ARA sowie der Inbetriebnahme zweier Anaerobreaktoren (mit der Einfahrphase Anaerobie und eigens dafür vorgesehenen Überwachungswerten) wurde die gehobene Wasserrechtliche Erlaubnis mit den Änderungsbescheiden vom 21.12.2020 und 26.10.2021 erst bis zum 31.03.2022 und nun bis zum 31.12.2025 befristet verlängert. Aufgrund der Befristung ist eine neue Beantragung der Erlaubnis erforderlich.

Gegenstand der neu beantragten wasserrechtlichen Erlaubnis ist die Einleitung von gereinigten Abwässern der ARA in die Sächsische Saale bei F-km 28,3. In der ARA anfallende Abwässer sind:

- Betriebsabwässer
- Sanitärabwasser Werk
- verschmutzte Niederschlagswässer
- kommunale Abwässer (Ausbaugröße der Kläranlage 96.000 EW (entsprechend 5.760 kg BSB₅/d))

Die genehmigte Abwasserhöchstmenge lag bisher bei maximal 2.880 m³/d und soll im Zuge des Verfahrens auf 2.400 m³/d reduziert werden (wobei max. 1.920 m³/d aus der Produktion und 300 m³/d aus kommunalen Abwässern kommen). Bei manchen stofflichen Parametern werden reduzierte Überwachungswerte beantragt (Kap. 3). Gesteigerte Überwachungswerte im Vergleich zur bisherigen Erlaubnis werden in keinem Fall beantragt. Für die maximale Einleittemperatur wird, wie bisher, ein Wert von 30 °C beantragt.

Für Sonderbetriebsfälle (z.B. An-/Abfahren der Anlage) werden gesonderte Überwachungswerte beantragt (Kap. 3). Derartige Sonderbetriebsfälle traten bisher im Realbetrieb der Anlage bzw. der ARA bereits auf, jedoch bestanden hierfür kein extra Überwachungswerte. Insgesamt ist damit künftig von einem vergleichbaren Realbetrieb der ARA bzw. der Anlage auszugehen wie bisher, mit entsprechend vergleichbaren Einleitungen aus der ARA in die Sächsische Saale. Dies gilt auch für die im Rahmen der beiden Abwasser-Screenings detektierten Stoffe (siehe Kap. 6.7.3, Kap. 6.8.3.2 sowie Anhang 1). Die dabei festgestellten Spurenstoffe kommen entweder über den Rohstoff (Altpapier) in den Produktions-Prozess der Fa. Macher und damit in das Abwasser der ARA oder aber über die kommunalen Abwässer. Nach Abstimmung mit den Behörden sind Spurenstoffe, welche im

³⁶ Quelle: <https://www.macher.de/de/unternehmen/> (abgerufen am 05.10.2023)

Rohstoff und / oder den kommunalen Abwässern enthalten sind, nicht durch die Fa. Macher kontrollierbar oder beeinflussbar. Bei der Prognose wird von einem gleichbleibenden Umfang und einer vergleichbaren stofflichen Zusammensetzung des kommunalen Abwassers und des Rohstoffes ausgegangen wie bisher.

11.2 Betroffene Gewässer, Wirkfaktoren und Untersuchungen

Durch das Vorhaben ist ein Flusswasserkörper (FWK) gemäß Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) potenziell betroffen. Dabei handelt es sich um den FWK 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“.

Die bewerteten Wirkfaktoren und Wirkungen des Vorhabens umfassen eine stoffliche und thermische Wirkung der Einleitung auf:

- den betroffenen Flusswasserkörper,
- die aquatischen Lebensräume und Lebensgemeinschaften, insbesondere auf die biologischen Qualitätskomponenten gemäß WRRL / WHG / OGewV,
- die unterstützenden hydromorphologischen Qualitätskomponenten,
- die allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten,
- die unterstützende Komponente der flussgebietsspezifischen Schadstoffe sowie
- den chemischen Zustand.

Durch umfangreiche Messungen und Untersuchungen wurden die stofflichen und thermischen Verhältnisse in den betroffenen Gewässerbereichen und der gewässerökologische Ist-Zustand der biologischen Qualitätskomponente Fischfauna, Makrozoobenthos und Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen als sensible Artgruppe gegenüber stofflichen und thermischen Einleitungen festgestellt, analysiert und bewertet. Außerdem erfolgte eine Kartierung des FFH-Anhang-I-Lebensraumtyps 3260 „Fließgewässer mit flutender Wasservegetation“ in der Sächsischen Saale. Zudem wurden die fischökologischen Strukturen und Habitate aufgenommen, um die Wirkung des Vorhabens (stoffliche und thermische Einleitung) von den Auswirkungen möglicher Defizite bei aquatischen Strukturen oder Habitate auf die Populationen der systemtypischen Fischarten abzugrenzen.

11.3 Stoffliche Auswirkungen des Vorhabens

Bei Auslastung der ARA unter Berücksichtigung des bisherigen Realbetriebs, welcher auch künftig in vergleichbarer Weise zu erwarten ist, wurden bei den ausgewählten Szenarien für die Stoffe Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff, Gesamtphosphor und TOC (bei TOC nur unter worst-case-Bedingungen) in der Sächsischen Saale Stoffkonzentrationen festgestellt, welche die Orientierungswerte der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) überschreiten bzw. die Überschreitung verstärken, sofern diese bereits im Vorlauf gegeben war. Die Stoffe Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff und Gesamtphosphor haben eine essentielle Bedeutung für die Trophie eines Gewässers und damit indirekt auch für die Saprobie. In der Sächsischen Saale liegen bei einem Weiterbetrieb der

ARA sowohl oberhalb als auch unterhalb der Einleitung Verhältnisse vor, die die Trophie gegenüber dem natürlichen/unbeeinflussten Zustand ungünstig beeinflussen. Ökotoxikologisch wirksame Konzentrationen werden auch unter worst-case-Bedingungen von keinem geprüften Stoff oder Parameter erreicht.

Bei Chlorid und Sauerstoff kommt es durch die Einleitung berücksichtigter, maximaler Stoffkonzentrationen zu Veränderungen der Konzentrationen in der Sächsischen Saale. Der Orientierungswert gemäß OGewV wird jedoch auch unter worst-case-Bedingungen eingehalten. Für die Stoffe Nitrat-Stickstoff, N_{ges} und den pH-Wert konnten selbst unter worst-case-Bedingungen keine Konzentrationserhöhungen oder Konzentrationsänderungen, die auf die Einleitung der Firma Macher zurückzuführen sind, oder Überschreitungen des Orientierungswerts nach OGewV festgestellt werden. Nachhaltige, beeinträchtigende oder schädigende Wirkungen auf aquatische Organismen und Lebensgemeinschaften durch die Einleitung der Firma Macher bezüglich Chlorid, Sauerstoff, Nitrat-Stickstoff, N_{ges} und den pH-Wert können ausgeschlossen werden.

Innerhalb der ungeregelten Stoffe wurden unter ungünstigen und worst-case-Bedingungen Konzentrationszunahmen bei TN_b , CSB, Leitfähigkeit und AOX (AOX nur unter worst-case-Bedingungen) festgestellt, welche künftig wie bisher in vergleichbarer Intensität und Dauer zu erwarten sind.

Im Sonderbetriebsfall konnten bei den ausgewählten Szenarien Konzentrationserhöhungen unterhalb der Einleitung für die Stoffe P_{ges} , N_{ges} , TN_b und CSB nachgewiesen werden, welche künftig wie bisher in vergleichbarer Intensität und Dauer zu erwarten sind.

11.4 Thermische Auswirkungen des Vorhabens

Es ist künftig wie bisher davon auszugehen, dass die Einleitung der Firma Macher bereits im Vorlauf der ARA-Einleitung bestehende Überschreitungen des Orientierungswertes für die sommerliche und winterliche Maximaltemperatur leicht erhöhen wird bzw. vorhabenbedingt wenige zusätzliche Überschreitungsstunden der Orientierungswerte für die sommerliche und winterliche Maximaltemperatur hinzukommen werden. Unter Berücksichtigung der bisher erfolgten Einleitung sind vorhabenbedingte Temperaturerhöhungen, künftig wie bisher, im Bereich von bis zu ca. 0,4 K (bei Einhaltung des beantragten Überwachungswertes, nach Inbetriebnahme der geplanten Modernisierungsmaßnahme (Kap. 7)) bzw. 0,5 K (worst-case-Ansatz unter Berücksichtigung des bisherigen Realbetriebs) zu erwarten. Mit Umsetzung der in Kap. 7 beschriebenen Vermeidungs-/Minimierungsmaßnahme sind somit, im Vergleich zum bisherigen Betrieb, über weite Teile des Jahres reduzierte vorhabenbedingte thermische Effekte in der Sächsischen Saale zu erwarten. Damit sind künftig vorhabenbedingt keine aus gewässerökologischer Sicht bedenklichen Wassertemperaturen in der Sächsischen Saale anzunehmen.

11.5 Auswirkungen auf biologische Qualitätskomponenten und naturschutzfachliche Belange

11.5.1 Fischfauna

Der ökologische Zustand der Fischfauna wurde im gegenständlich bewertungsrelevanten Flusswasserkörper 5_F021 an der amtlichen Messstelle „24026 HMS Saale in Joditz, Mühle OW“ von amtlicher Seite für den aktuellen dritten Bewirtschaftungszyklus als „mäßig“ eingestuft (Kap.2.2.1). Im zweiten Bewirtschaftungszyklus wurde die Fischfauna amtlicherseits noch in die Zustandsklasse „unbefriedigend“ eingestuft (Kap. 2.2.1). Die amtliche Messstelle liegt unterhalb der Einleitung der Fa. Macher. Damit hat sich die biologische Qualitätskomponente Fischfauna um eine Zustandsklasse verbessert, unter bestehender Einleitung der Fa. Macher.

Das Untersuchungsgebiet der projektspezifischen Befischungen, welche die wesentliche Grundlage für die Bewertung des Vorhabens bilden, umfasste große Teile des FWK 5_F021. Die Auswertungen der eigens erhobenen, projektspezifischen Fischbestandsdaten haben ergeben, dass keine negativen Auswirkungen der Einleitung der Fa. Macher auf die Fischfauna in der S. Saale vorliegen. Durch eine detaillierte und umfangreiche Analyse

- des Arteninventars,
- der Individuenzahlen, Biomassen und des Einheitsfangs,
- der Dominanzverhältnisse der Arten,
- der ökologischen Ausprägung und Gildenzugehörigkeit der Arten
- dem Anteil an temperatursensiblen Arten
- der Fortpflanzungsverhältnisse und
- der naturschutzfachlich relevanten Arten inkl. charakteristischer Arten für den FFH-Anhang-I-LRT 3260 sowie der nachgewiesenen FFH-Anhang-II-Arten

sowie durch den Vergleich der genannten Indizes zwischen vom Vorhaben unbeeinflussten Kontrollabschnitten und den beeinflussten Untersuchungsabschnitten wurde nachgewiesen, dass zum Zeitpunkt der Untersuchungen keine Beeinflussung des Fischbestandes durch die ARA-Einleitung der Fa. Macher vorlag.

Auch anhand der ökologischen Einstufungen der einzelnen Untersuchungsabschnitte mittels der WRRL-Software „fiBS“ ließ sich keine vorhabenbedingte Beeinflussung der Fischpopulationen flussabwärts der Einleitstelle ableiten.

Gleichermaßen waren keine nachteiligen Auswirkungen auf die nachgewiesenen naturschutzfachlich relevanten Arten der Roten Listen Deutschland und Bayern Nord, charakteristischen Fischarten des FFH-Anhang-I-LRT 3260 sowie Fischarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie zu beobachten.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die stoffliche und thermische Einleitung der Fa. Macher in die Sächsische Saale keinen negativen Einfluss auf den Ist-Zustand der Fischfauna (Bezug projektspezifische Befischungen) hat.

Die bestehenden Defizite der QK Fischfauna lassen sich auf ungünstige hydromorphologische Gegebenheiten (fehlende Durchgängigkeit, unzureichende Struktur- und Habitatausstattung, etc.) und

andere Faktoren zurückführen, die unabhängig von den thermischen und stofflichen Verhältnissen und damit unabhängig vom Vorhaben sind (siehe u.a. Kap. 6.12). Das Vorhaben steht keiner geplanten Maßnahme gemäß des Maßnahmenprogramms 2022–2027 entgegen (siehe Kap. 2.2.1).

Unter Berücksichtigung

- der im Vergleich zur bisherigen Genehmigung teilweise reduziert beantragten Überwachungswerte und
- einem künftig vergleichbar zum bisherigen Realbetrieb anzunehmenden Einleitgeschehen aus der ARA in die S. Saale sind

auf Basis der detaillierten stofflichen (Kap. 8.1) und thermischen (Kap. 8.2) Prognosen künftig vorhabenbedingt vergleichbare oder verbesserte Verhältnisse in der Sächsischen Saale unterhalb der ARA-Einleitung anzunehmen wie bisher. Auf dieser Basis ist daher auch künftig von keiner vorhabenbedingten Beeinflussung der QK Fischfauna, weder im unmittelbaren Bereich der ARA-Einleitung noch auf Flusswasserkörperriveau (Bezug: amtliche Messstelle), durch die Einleitung der Fa. Macher bzw. durch das entsprechende beantragte Vorhaben auszugehen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das von der Fa. Macher beantragte Vorhaben „Neuerteilung Nutzwassererlaubnis“ für den Weiterbetrieb der ARA auf Basis der dargestellten Prognoseberechnungen und unter Berücksichtigung der angenommenen Betriebsweise der ARA bzw. der Produktionsweise am Standort aller Voraussicht nach

- keine Verschlechterung des ökologischen Zustands der Qualitätskomponente Fischfauna innerhalb des Flusswasserkörpers 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“ erwarten lässt und
- einer Verbesserung des ökologischen Zustands im Sinne der Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach § 27 WHG nicht entgegen steht.

Gleichermaßen sind keine nachteiligen Auswirkungen auf die nachgewiesenen naturschutzfachlich relevanten Arten der Roten Listen Deutschland und Bayern Nord, charakteristischen Arten (Bachforelle, Hasel) für den FFH-Anhang-I-Lebensraumtyp 3260 sowie des Anhangs II der FFH-Richtlinie (Bachneunauge, Bitterling, Groppe) zu erwarten.

11.5.2 Makrozoobenthos (MZB)

Die Qualitätskomponente (QK) Makrozoobenthos wurde im aktuellen Bewirtschaftungszyklus an der amtlichen Messstelle „24025 Wegebrücke Auensee“ mit der Zustandsklasse „unbefriedigend“ bewertet. Wertgebend ist dabei das Modul „Allgemeine Degradation“, welches amtlicherseits in die „unbefriedigende“ Qualitätsklasse eingestuft wird. Das Modul „Saprobie“ wird amtlicherseits mit „gut“ bewertet.

Die Bewertung des Vorhabens wird im Wesentlichen auf Basis der projektspezifischen Probenahmen dieser biologischen QK vorgenommen. Es fanden zwei projektspezifische Probenahmen in der Sächsischen Saale statt. Eine im Dezember 2018 und eine weitere im Mai 2019. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Probenahme aus dem Mai 2019 für die Bewertung des Vorhabens herangezogen, diese Probenahme fand im hierfür vorgesehenen Zeitfenster gem. Methodikvorgaben der WRRL statt. Von besonderem Interesse für die Bewertung der gegenständlichen Einleitung sind die Probestellen in freifließenden Bereichen der S. Saale mit der Bezeichnung MZB-04 (oberhalb Macher, Kontrolle), MZB-05 (unterhalb Macher, bei Autobahnbrücke) und MZB-07 (unterhalb Macher,

im Bereich der amtlichen Messstelle). Für die Gesamtergebnisse zum Makrozoobenthos an allen Messstellen sowie zu beiden Beprobungsterminen wird auf Anhang 10 verwiesen.

Modul „Saprobie“

Im Modul „Saprobie“ wird der Saprobienindex (SI) berechnet, ein Wert, der direkt in eine fünfstufige Qualitätsklasse des Moduls „Saprobie“ (von „sehr gut“ bis „schlecht“) überführt wird. Mit dem Saprobienindex lassen sich die Auswirkungen organischer Verschmutzungen auf die Makrozoobenthosfauna erfassen und bewerten.

Die Modul-Scores der Saprobie der projektspezifischen Erhebungen aus Mai 2019 waren bei praktisch allen berücksichtigten Probestellen in der Sächsischen Saale knapp an der Klassengrenze von „gut“ zu „mäßig“. Die Kontroll-Probestelle MZB-04 erreichte dabei die „gute“ Qualitätsstufe, während die Probestelle MZB-05 (direkt uh Macher) nur die „mäßige“ Qualitätsklasse erreichte. Damit war im Vergleich oberhalb zu direkt unterhalb der Fa. Macher ein Klassensprung bei diesem Modul festzustellen. In der weiter stromab gelegenen Probestelle MZB-07 (im Bereich der amtlichen Messstelle) wurde im Mai 2019 dann wieder die „gute“ Qualitätsstufe erreicht.

An Probestelle MZB-05 wurden somit biozönotische Veränderungen festgestellt, die unter Berücksichtigung der Auswertungen zum stofflichen Ist-Zustand der S. Saale aller Voraussicht nach mit der Einleitung der Firma Macher in Zusammenhang stehen und zu einem Klassensprung des Moduls „Saprobie“ unmittelbar unterhalb der gegenständlichen Einleitung führen. Diese Verschlechterung dehnte sich auf Basis der Probenahme im Mai 2019 nicht bis MZB-07, dem Bereich der amtlichen Messstelle, aus. Auf Basis der projektspezifischen Makrozoobenthoserhebungen kommt es somit räumlich begrenzt zu einem Klassensprung des Moduls „Saprobie“ direkt unterhalb der Einleitung der Fa. Macher, der im Ist-Zustand jedoch nicht auf Flusswasserkörpervniveau (Bezug MZB-07 bzw. Position der amtlichen Messstelle) festzustellen ist.

Modul „Allgemeine Degradation“

Das Modul „Allgemeine Degradation“ spiegelt die Auswirkungen verschiedener Stressoren (z.B. Degradation der Gewässermorphologie, Nutzung im Einzugsgebiet) wider, wobei in den meisten Fällen die Beeinträchtigung der Gewässermorphologie den wichtigsten Stressor darstellt. Das Modul ist als Multimetrischer Index aus Einzelindices aufgebaut. Die Ergebnisse der typ(gruppen)spezifischen Einzelindices werden zu einem Multimetrischen Index verrechnet und dieser wird abschließend in eine Qualitätsklasse von „sehr gut“ bis „schlecht“ überführt.

Generell erreichte das Modul „Allgemeine Degradation“ sehr niedrige Scores im Untersuchungsgebiet. Die Messstellen MZB-04 (Kontrolle) sowie MZB-05 (uh Macher) wurden im Mai 2019 in die Qualitätsstufe „schlecht“, die Messstelle MZB-07 (uh Macher) in die Qualitätsstufe „unbefriedigend“ eingestuft.

In der Sächsische Saale waren gravierende strukturelle und hydrologische Defizite festzustellen, wie z.B.

- die Einschränkung der Flusssdynamik (Begradigung, Regelprofil, Uferbefestigung, Blocksteinverbauung, Eintiefung),
- das (über weite Strecken) Fehlen eines charakteristischen turbulenten Strömungsbildes,

- stark eingeschränkte Überflutungsmöglichkeiten der Aue (außerhalb des Stadtgebietes),
- stark verschlammte Staubereiche, Schwallbetrieb,
- verschlammte staubeeinflusste Fließstrecken,
- streckenweise fehlende Ufergehölze,
- Stoffeintrag aus angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen.

Den strukturellen und hydrologischen Bedingungen entsprechend wich die Besiedlung der Arten in den untersuchten Probestellen der Sächsischen Saale zum Teil deutlich vom Idealzustand ab. Dies resultiert in den „schlechten“ bzw. „unbefriedigenden“ Bewertungen der Teilkomponente „Allgemeine Degradation“. Die diesbezüglich entscheidenden, zuvor aufgelisteten Wirkfaktoren bzw. Stressoren sind nicht in Zusammenhang zu bringen mit dem gegenständlichen Vorhaben. Wie den projektspezifischen Erhebungen zu entnehmen ist, wurde unterhalb der Einleitung der Fa. Macher teilweise eine bessere Modulbewertung erzielt als oberhalb.

Bewertung QK Makrozoobenthos

Unter Berücksichtigung

- der im Vergleich zur bisherigen Genehmigung teilweise reduziert beantragten Überwachungswerte und
- einem künftig vergleichbar zum bisherigen Realbetrieb anzunehmenden Einleitgeschehen aus der ARA in die S. Saale sind

auf Basis der detaillierten stofflichen (Kap. 8.1) und thermischen (Kap. 8.2) Prognosen künftig vorhabenbedingt vergleichbare oder verbesserte Verhältnisse in der Sächsischen Saale unterhalb der ARA-Einleitung anzunehmen wie bisher. Strukturelle Defizite der Sächsischen Saale sind nicht vorhabenbedingt. Auf dieser Basis ist daher auch künftig aller Voraussicht nach von keiner vorhabenbedingten Beeinflussung der QK Makrozoobenthos auf Flusswasserkörperniveau (Bezug: amtliche Messstelle) durch die Einleitung der Fa. Macher bzw. durch das entsprechende beantragte Vorhaben auszugehen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das von der Fa. Macher beantragte Vorhaben „Neuerteilung Nutzwassererlaubnis“ für den Weiterbetrieb der ARA auf Basis der dargestellten Prognoseberechnungen und unter Berücksichtigung der angenommenen Betriebsweise der ARA bzw. der Produktionsweise am Standort aller Voraussicht nach

- keine Verschlechterung des ökologischen Zustands der Qualitätskomponente Makrozoobenthos innerhalb des Flusswasserkörpers 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“ erwarten lässt und
- einer Verbesserung des ökologischen Zustands im Sinne der Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach § 27 WHG nicht entgegen steht.

Gleichermaßen sind keine nachteiligen Auswirkungen auf die nachgewiesenen naturschutzfachlich relevanten Arten der Roten Listen Deutschland und Bayern sowie der FFH-Anhänge II und IV zu erwarten.

11.5.3 Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen

Die Qualitätskomponente (QK) Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen wurde im aktuellen Bewirtschaftungszyklus an der amtlichen Messstelle „24025 Wegebrücke Auensee“ mit der Zustandsklasse „mäßig“ bewertet. Die amtliche Messstelle befindet sich unterhalb der Einleitung der Fa. Macher.

Die Bewertung des Vorhabens wird im Wesentlichen auf Basis der projektspezifischen Probenahmen dieser biologischen QK vorgenommen. Im Rahmen der projektspezifischen Kartierung der drei Teilkomponenten benthische Diatomeen, Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) und Makrophyten im Sommer 2019 wurde der ökologische Zustand von sieben Probestellen in der Sächsischen Saale bewertet. Die Ergebnisse der einzelnen Teilkomponenten werden zu einer Gesamtbewertung verschnitten. Bei den Komponenten Diatomeen und PoD ließ sich kein signifikanter Unterschied ober- und unterhalb der Einleitung der Fa. Macher feststellen. Bezüglich der Einzelbewertung der Makrophyten ließ sich eine geringe Verbesserung unterhalb der Einleitung der Fa. Macher zu oberhalb feststellen, die zu einer Einstufung im mäßigen Zustand unterhalb der Einleitung führte (oberhalb: unbefriedigend). Der Anstieg ist zum Teil auf morphologische Unterschiede zwischen den Probestellen zurückzuführen. Unter Verschneidung der Einzelkomponenten erreichte die QK Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen sowohl oberhalb der Einleitung der Fa. Macher als auch unterhalb den „mäßigen“ Zustand.

Die vorliegenden Ergebnisse, auch unter Berücksichtigung der kartierten Arten (siehe Anhang 9), geben keine Hinweise auf eine Beeinflussung der biol. QK Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen in der S. Saale durch die Einleitung der Fa. Macher. Vielmehr zeigt sich bei Einzelkomponenten der QK eine Verbesserung unterhalb der gegenständlichen Einleitung.

Unter Berücksichtigung

- der im Vergleich zur bisherigen Genehmigung teilweise reduziert beantragten Überwachungswerte und
- einem künftig vergleichbar zum bisherigen Realbetrieb anzunehmenden Einleitgeschehen aus der ARA in die S. Saale sind

auf Basis der detaillierten stofflichen (Kap. 8.1) und thermischen (Kap. 8.2) Prognosen künftig vorhabenbedingt vergleichbare oder verbesserte Verhältnisse in der Sächsischen Saale unterhalb der ARA-Einleitung anzunehmen wie bisher. Auf dieser Basis ist daher auch künftig von keiner vorhabenbedingten Beeinflussung der QK Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen, weder im unmittelbaren Bereich der ARA-Einleitung noch auf Flusswasserkörperrniveau (Bezug: amtliche Messstelle), durch die Einleitung der Fa. Macher bzw. durch das entsprechende beantragte Vorhaben auszugehen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das von der Fa. Macher beantragte Vorhaben „Neuerteilung Nutzwassererlaubnis“ für den Weiterbetrieb der ARA auf Basis der dargestellten Prognoseberechnungen und unter Berücksichtigung der angenommenen Betriebsweise der ARA bzw. der Produktionsweise am Standort aller Voraussicht nach

- keine Verschlechterung des ökologischen Zustands der Qualitätskomponente Makrophyten, Phytobenthos & Diatomeen innerhalb des Flusswasserkörpers 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“ erwarten lässt und
- einer Verbesserung des ökologischen Zustands im Sinne der Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach § 27 WHG nicht entgegen steht.

11.6 Zusammenfassende Bewertung

Nach den Untersuchungsergebnissen und den diesbezüglich vorliegenden Erkenntnissen kann aller Voraussicht nach davon ausgegangen werden, dass das Vorhaben mit den Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes, insbesondere § 27 WHG bzw. § 12 WHG, vereinbar ist und dem Erreichen der Bewirtschaftungsziele in dem betroffenen Flusswasserkörper 5_F021 „Sächsische Saale von Einmündung Krebsbach bis Einmündung Tannbach“ nicht entgegensteht.

Weiterhin konnte auf Basis der zur Verfügung stehenden Daten und Prognosen gezeigt werden, dass durch die beantragte stoffliche und thermische Einleitung (Weiterführung Ist-Betrieb) aller Voraussicht nach keine nachteiligen Auswirkungen auf die nachgewiesenen, gelisteten naturschutzfachlich (Rote Liste bzw. Anhänge II und IV der FFH-Richtlinie) relevanten Fischarten / Makrozoobenthosarten, als besonders sensible Tiergruppen bezüglich stofflicher und thermischer Einleitung, sowie Lebensraumtypen (Anhang I der FFH-Richtlinie) zu erwarten sind.

Pähl, den 30.04.2024



Dr. Stefan Schütz

12. Literatur

- BAUMANN, W., BIEDERMANN, U., BREUER, W., HERBERT, M., RUDOLF, E., WEIHRICH, D. & WINKELBRANDT, A. (1999): Naturschutzfachliche Anforderungen an die Prüfung von Projekten und Plänen nach § 19c und § 19d BNatSchG (Verträglichkeit, Unzulässigkeit und Ausnahmen). – *Natur und Landschaft*, **74**/11: 463–472.
- BAY. LANDESAMT FÜR UMWELT (2021): Rote Liste und Gesamtartenliste Bayern – Fische und Rundmäuler - Bearbeitung: Effenberger, M., Oehm, J., Schuber, M., und Mayr, C. – In: – p. 50, Augsburg.
- BEITINGER, T., BENNETT, W. & MCCAULEY, R. (2000): Temperature Tolerances of North American Freshwater Fishes Exposed to Dynamic Changes in Temperature. – *Environmental Biology of Fishes*, **58**/3: 237–275. doi: 10.1023/A:1007676325825.
- BERNAUER, D. (2017): Notwendigkeit gewässerökologischer Untersuchungen zur Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis für die Anlagen GKN I und GKN II am Standort Neckarwestheim - Makrozoobenthos und Fische. – (EnBW Kernkraftwerk GmbH).
- BICK, H. (1993): Oekologie: Grundlagen, terrestrische und aquatische Oekosysteme, angewandte Aspekte. – Stuttgart [etc.] (Fischer).
- BNGF (2015): Kraftwerk Irsching der E.ON Kraftwerke GmbH – Errichtung und Betrieb der neuen GUD-Kraftwerksblöcke 4 und 5, Gewässerökologisches Monitoring nach Inbetriebnahme von Block 4 und 5 (2014). – .
- BNGF (2016): Donauausbau Straubing–Vilshofen einschließlich Hochwasserschutz, Teilabschnitt 2: Ausbau der Strecke Deggendorf–Vilshofen, Aktualisierung der Bestandsdaten Arten und Lebensräume: Fischfauna. – .
- BRAUKMANN & BISS (2004): Conceptual study- An improved method to assess acidification in German streams by using benthic macroinvertebrates. – .
- BREHM, J. & MEIJERING, M. (1990): Fließgewässerkunde. – (Quelle & Meyer Verlag).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR (2019): Leitfaden zur FFH-Verträglichkeitsprüfung beim Aus- und Neubau von Bundeswasserstraßen. – .
- CHROST, R. (1992): Significance of bacterial ectoenzymes in aquatic environments. – *Hydrobiologia*, **243–244**: 61–70. doi: 10.1007/BF00007020.
- DÜBLING, U. (2009): Handbuch zu fiBS: Hilfestellung und Hinweise zur sachgerechten Anwendung des fischbasierten Bewertungsverfahrens fiBS; gefördert durch das LAWA-Projekt O 10.08 im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms Wasser und Boden. – (Verb. Dt. Sportfischer).
- FOKUHL, I. (1999): Halogenorganische Verbindungen in Umweltkompartimenten: Untersuchungen über Zusammensetzung, Herkunft und Verbleib des AOX in Umweltwasserproben. – Oldenburg (Universität Oldenburg).
- FREYHOF, J., BOWLER, D., BROGHAMMER, T., FRIEDRICHS-MANTHEY, M., HEINZE, S. & WOLTER, C. (2023): Rote Liste und Gesamtartenliste der sich im Süßwasser reproduzierenden Fische und Neunaugen Deutschlands. – (Bundesamt für Naturschutz (BfN)).

- GEBHARDT, H., KINZELBACH, R. & SCHMIDT-FISCHER, S. (eds) (1998): Gebietsfremde Tierarten - Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope. 2. – (Ecomed Fachverlag).
- GOLLASCH, M., MINCHIN, D. & ROSENTHAL, H. (1999): Case histories on introduced species: their general biology, distribution, range expansion and impact. - Abteilung Fischereibiologie, Institut für Meeresbiologie der Universität Kiel. – Berlin (Logos Verlag).
- HELMER-MADHOK, C. (2010): Gewässerökologie und Wasserwirtschaft - Stoff- und Energiehaushalt. – .
- VAN HERWIJNEN, R. & SMIT, C.E. (2010): Environmental risk limits for boron. – *RIVM Letter report 601782030/2010*.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (ed) (2008): Gewässerüberwachung im Bereich der Kaliindustrie durch das HLUG. – .
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (ed) (ohne Datum): Komplexbildner. – .
- HOPPE, H.-G., KIM, S.-J. & GÖCKE, K. (1988): Microbial Decomposition in Aquatic Environments: Combined Process of Extracellular Enzyme Activity and Substrate Uptake. – *Applied and Environmental Microbiology*, **54**/3: 784–790.
- HUET, M. (1962): Influence du courant sur la distribution des poissons dans les eaux courantes. – *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie*, **24**/2: 412–432. doi: 10.1007/BF02503050.
- JUNGWIRTH, M., HAIDVOGL, G., MOOG, O., MUHAR, S. & SCHMUTZ, S. (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. Auflage: 1., Aufl. – 547 pp. Wien (UTB - Facultas Universitätsverlag).
- K.-P. BARUFKE, DR. J. GRIMM-STRELE, DR. TH. MADER, & DR. K.T. V.D. TRENCK (2012): Bor - Ableitung einer Geringfügigkeitsschwelle zur Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen. – *LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg*.
- KÜSTER, F. (2001): Die FFH-Verträglichkeitsprüfung in der Verkehrswegeplanung auf den Ebenen Linienbestimmung und Planfeststellung als landschaftsplanerische Leistung im Sinne des § 50 HOAI. – *UVP-report*, **15**/2: 81–87.
- LAMBRECHT, H. & TRAUTNER, J. (2007): Fachinformationssystem und Fachkonventionen zur Bestimmung der Erheblichkeit im Rahmen der FFHH-VP - Bericht_und_Anhang_Juni_2007. – .
- LANDESAMT FÜR UMWELT RHEINLAND-PFALZ (ed) (2018): Gewässerschutz und Luftschadstoffe 30 Jahre Monitoring versauerter Wildbäche in Rheinland-Pfalz. – .
- LAWA (1998): Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland - chemische Gewässergüteklassifikation. – Berlin (Kulturbuchverl.).
- LAWA (ed) (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. – .
- LFU BAYERN (ed) (2023): Merkblatt Nr. 4.5/19 Gewässerökologische Begutachtung von Wärmeeinleitungen Orientierungshilfe mit fachlich-inhaltlichen Hinweisen für das gewässerökologische Gutachten. – .

-
- MIDDELBOE, M. & SØNDERGAARD, M. (1993): Bacterioplankton Growth Yield: Seasonal Variations and Coupling to Substrate Lability and β -Glucosidase Activity. – *Applied and Environmental Microbiology*, **59**/11: 3916–3921.
- MÖBIUS (2019): Abwasser der Papier- und Zellstoffindustrie Biologische Reinigung von Abwässern aus der Erzeugung von Papier und Zellstoff. – .
- PLANCONSULTUMWELT (2019): Erläuterungsbericht und gewässerökologische Studie zur Abwässereinleitung und Frischwasserentnahme zum Wasserrechtsverfahren PM5 neu der Papierfabrik Palm in Aalen. – .
- POTTGIESSER (2018): Die deutsche Fließgewässertypologie Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der Fließgewässertypen. – .
- POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER (2008): Begleittext - Aktualisierung der Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen (Teil A) und Ergänzung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen um typspezifische Referenzbedingungen und Bewertungsverfahren aller Qualitätselemente (Teil B). – .
- REY, P., MÜRLE, U., ORTLEPP, J., WERNER, S., HESSELSCHWERDT, J. & UNGER, B. (2013): Koordinierte Biologische Untersuchungen im Hochrhein 2011/2012; Teil Makroinvertebraten. – Bern (Bundesamt für Umwelt).
- RUNDE TISCH GEWÄSSERSCHUTZ WERRA/WESER (ed) (2010): Empfehlung Gewässerschutz Werra / Weser und Kaliproduktion. – .
- SCHIEMER, F., JUNGWIRTH, M. & IMHOF, G. (1991): Status der Fischfauna der Donau in Österreich. Auswirkungen unterschiedlichen Ausbaus der Donau aus fischökologischer Sicht. Studie des Nationalpark-Instituts Donauauen im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. – 127 pp. .
- SCHIEMER, F. & WAIDBACHER, H. (1992): Strategies for conservation of a danubian fish fauna. – In: BOON, P.J., CALOW, P. & PETTS, G.E. (eds): River Conservation and Management. – pp. 363–382, (John Wiley & Sons Ltd.).
- SCHNEIDER, NEITZEL, SCHAFFRATH & SCHLUMPRECHT (2003): UFOPLAN Leitbildorientierte physikalisch-chemische Gewässerbewertung – Referenzbedingungen und Qualitätsziele. – .
- SCHRECKENBACH (1978): PH-Wert-abhängige Ammoniakvergiftungen bei Fischen und Möglichkeiten ihrer Beeinflussung. – *Zeitschrift d. Binnenf. der DDR, Band XXV (10)*:299-315.
- SCHRECKENBACH, K. (1993): Fischschäden unter dem Einfluß von Gasspannungen, pH-Wert und Stickstoffverbindungen-Bewertung kritischer Bereiche, Grenzwertproblematik. 7. – (SVK-Fischereiseminar).
- SCHWOERBEL, J. (1974): Einführung in die Limnologie. – Stuttgart (Gustav Fischer Verlag).
- UNIVERSITÄT BAYREUTH (ed) (ohne Datum): Vergleich der wasserchemischen Eigenschaften von Waldquellen der silikatischen Mittelgebirge. – .
- WEDEPOHL, K.H. (1984): Die Zusammensetzung der oberen Erdkruste und der natürliche Kreislauf ausgewählter Metalle. – *Metalle in der Umwelt-Verteilung, Analytik und ökologische Relevanz*: 1–10.
-