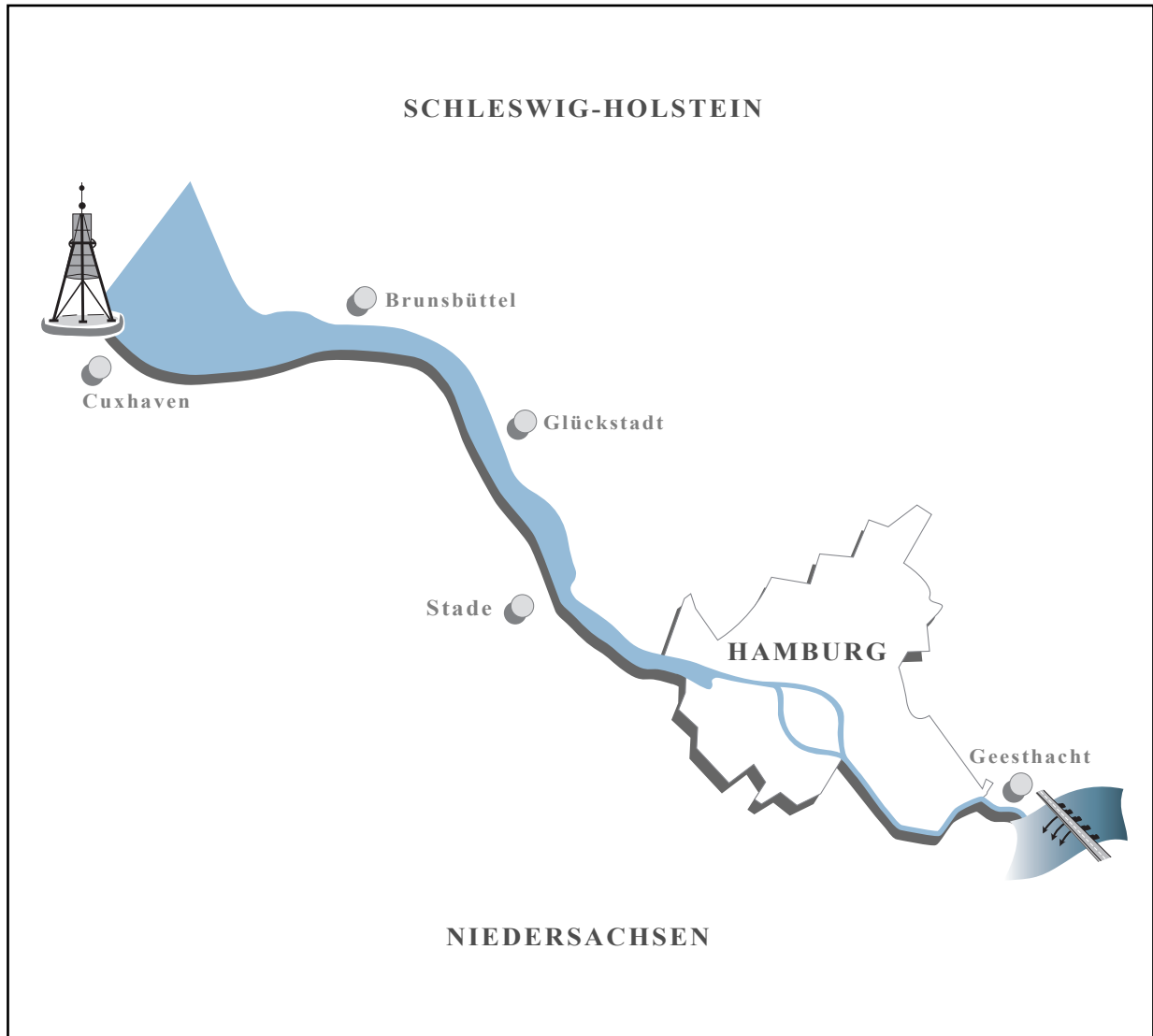
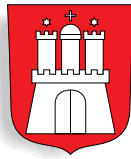


Sonderaufgabenbereich Tideelbe der Länder Hamburg, Niedersachsen, Schleswig-Holstein



Wärmelastplan für die Tideelbe

Dezember 2008

Sonderaufgabenbereich Tideelbe

der Länder Hamburg – Niedersachsen – Schleswig-Holstein
mit Wassergütestelle Elbe

Wärmelastplan für die Tideelbe

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
Billstraße 84
20539 Hamburg

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt
und Klimaschutz
Archivstraße 2
30169 Hannover

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und
ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
Mercatorstraße 3
24106 Kiel

Bearbeitet:

Projektgruppe Wärmelastplan Tideelbe

Dorothea Altenhofen - Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten
und Naturschutz, Stade
Michael Bergemann - Wassergütestelle Elbe, Hamburg
Dieter Frost - Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz, Hannover
Rudolf Gade - Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz, Hannover
Thomas Gaumert - Wassergütestelle Elbe, Hamburg
Holger Rahlf - Bundesanstalt für Wasserbau, Hamburg
Volker Rebehn - Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten
und Naturschutz, Stade
Dr. René Schwartz - Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Hamburg

unter Leitung von Dr. Thomas Hirschhäuser
Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Flintbek

Dezember 2008

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	1
2	Anforderungen europäischer Richtlinien	2
2.1	EG-Wasserrahmenrichtlinie	2
2.2	EG-Süßwasserschutzrichtlinie	4
3	Fachliche Anforderungen	5
3.1	Wassertemperatur	6
3.2	Sauerstoff	6
4	Festlegungen des Wärmelastplans	7
5	Beschreibung des hydraulisch-ökologischen Modells	7
6	Definitionen	9

Anhang

Empfehlungen und Erläuterungen für die Genehmigungsbehörden

A1	Fachliche Rahmenbedingungen	10
A2	Handlungsempfehlungen	11

Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein haben einen neuen Wärmelastplan für die Tideelbe zwischen Geesthacht und Cuxhaven aufgestellt. Dieser ist bei behördlichen Entscheidungen über Wärmeeinleitungen in die Wasserkörper der Tideelbe zu beachten. Ein erster Wärmelastplan für die Tideelbe stammt aus dem Jahr 1973.¹

1 Veranlassung

Die Elbe ist der größte tidebeeinflusste Fluss Deutschlands. Vor dem Hintergrund zahlreicher Kraftwerksplanungen und damit verbundener Kühlwassereinleitungen im Bereich der Tideelbe² einerseits und neuen gesetzlichen Anforderungen andererseits ist es erforderlich, einen Plan zu erstellen, um bereits vorhandene und in Zukunft noch mögliche Wärmebelastungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das Gewässer zu beurteilen. Ziel ist es, die von Wärmeeinleitungen ausgehenden Einwirkungen auf die Tideelbe in ihrer räumlichen und zeitlichen Verteilung zu ordnen, um die gesamte Elbe als Lebensraum gemäß den Anforderungen und Qualitätskriterien der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) zu erhalten und zu verbessern.

Wärmeeinleitungen sollen so aufeinander abgestimmt werden, dass eine nachteilige Einwirkung auf das Gewässer ausgeschlossen ist. Hierbei ist insbesondere auf mögliche schädliche Summationswirkungen mehrerer Wärmeemittenten zu achten. Der Wärmelastplan ist eine ermessenslenkende Verwaltungsvorschrift, die als solche im Bewirtschaftungsplan der Flussgebietsgemeinschaft Elbe (FGG Elbe) Erwähnung findet.³ Rechtliche Grundlage bildet das wasserwirtschaftliche Bewirtschaftungsermessen.⁴ Unmittelbar maßgebend ist die jeweilige Wasserrechtliche Erlaubnis.

Neben den direkten Auswirkungen von Kühlwassernutzungen auf die Gewässertemperatur stellt diese Nutzungsform dahingehend eine Belastung für das Gewässer dar, dass mit dem entnommenen Wasser Biomasse (Phyto- und Zooplankton, Fischeier und -larven) in das Kühlsystem gelangt und zum Teil abgetötet wird (Detritus). Gleichzeitig beschleunigt sich infolge der erhöhten Gewässertemperatur der mikrobiologische Detritusabbau auf verkürzter Fließstrecke. Beides führt zu einer verstärkten Sauerstoffzehrung im Emittentennah- und fernbereich, die zumindest in den biomassereichen Sommermonaten nicht durch den physikalischen Sauerstoffeintrag über das Einleitbauwerk ausgeglichen werden kann. Hierbei spielt die Abnahme der Sauerstofflöslichkeit in Abhängigkeit von der Erwärmung des eingeleiteten Kühlwassers eine weitere wichtige Rolle.

¹ Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe [1973]: Wärmelastplan für die Elbe von Schnackenburg bis Cuxhaven

² Begriffserläuterungen siehe Abschnitt 6

³ s. Anhang VII, Abschn. A, Nr. 8 der WRRL

⁴ s. § 1a Abs. 1 WHG, § 6 und § 25b Abs. 1 WHG

Als Besonderheit eines durch Ebbe und Flut geprägten Flusssystemes ist zu beachten, dass es infolge des Tidegeschehens periodisch zu einer Umkehrung der Fließrichtung kommt. In Abhängigkeit vom Standort sowie den hydrologischen Verhältnissen (Flutstromausprägung, Oberwasserverhältnisse) variiert das Wiederkehrintervall und damit einhergehend die Verweildauer im direkt durch das Kühlsystem beeinflussten Teil des Gewässers. Da der Nettotransport des Wasserkörpers in Richtung Meer maßgeblich vom Oberwasserabfluss gesteuert wird, empfiehlt es sich, diesen als Bemessungsgrundlage heran zu ziehen.

Aus gewässerökologischer Sicht ist der temporäre Mangel an Sauerstoff im Gewässer ein Hauptproblem der Tideelbe. Da dieser aufgrund seiner Barrierewirkung insbesondere für anadrome und katadrome Langdistanzwanderer von überregionaler Bedeutung ist (Erreichbarkeit der ausgewiesenen FFH-Gebiete zur Laichzeit), stellt die Reduzierung der sommerlichen Sauerstoffmangelsituationen eine wichtige Wasserbewirtschaftungsfrage für das gesamte Einzugsgebiet der Elbe dar, der sich die Flussgebietsgemeinschaft Elbe (FGG Elbe) im Rahmen ihres ersten Bewirtschaftungsplanes stellt. Insofern besteht im Hinblick auf die Erlaubnisfähigkeit den Sauerstoffhaushalt belastender Kühlwassernutzungen eine besondere Prüfverantwortung. Betriebseinschränkende Bedingungen / Auflagen und ggf. durch die Gewässersituation bestimmte Anlagensteuerungen zur Reduzierung der Gewässerbelastung können zur Zielerreichung in den jeweiligen wasserrechtlichen Erlaubnissen erforderlich sein.

Zu dem vorliegenden Plan gehören auch ein hydraulisch-ökologisches Modell (Abschnitt 5) sowie Handlungsempfehlungen für die Genehmigungsbehörden (Anhang). Für den Einzelfall einer geplanten Wärmeeinleitung sind darüber hinaus stets die hydrologischen und ökologischen Verhältnisse am Standort zu prüfen und bei der Entscheidung zu berücksichtigen.

2 Anforderungen europäischer Richtlinien

2.1 EG-Wasserrahmenrichtlinie

Aufgrund des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG §§ 25a ff) in Verbindung mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG), welche durch Änderung der Bundes- und Landesgesetzgebung in deutsches Recht überführt wurde, sind oberirdische Gewässer unter anderem so zu bewirtschaften, dass eine nachteilige Veränderung vermieden und ein guter ökologischer Zustand erhalten oder erreicht wird. Der durch menschliche Tätigkeit verursachte Wärmeeintrag wird dann als Gewässerverschmutzung angesehen, wenn er der Qualität von aquatischen Ökosystemen schaden kann. Die schädlichen Auswirkungen können auf einen bestimmten Gewässerteil beschränkt sein. In ihrem Ausmaß sind sie abhängig von den abiotischen und biotischen Eigenschaften des aufnehmenden Gewässers sowie von Ort, Zeitpunkt und Gestaltung der Einleitung.

Der Gewässerzustand wird anhand von biologischen, chemischen und physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten eingestuft. Der Gewässertemperatur und der Sauerstoffkonzentration im Wasserkörper kommt aufgrund ihrer maßgeblichen Beeinflussung der Lebensprozesse bei der Beurteilung der Gewässergüte eine besondere Bedeutung zu. Abweichend von den natürlichen Wasserkörpern gelten für den Status der erheblich veränderten Oberflächenwasserkörper der Tideelbe die Bewirtschaftungsziele eines guten ökologischen Potentials und eines guten chemischen Zustands.

Für einen hinsichtlich der dauerhaft gewässerverträglichen Kühlwassernutzung zu regelnden Flussabschnitt hat die Bund-Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)⁵ bezüglich der hier zu betrachtenden Fließgewässertypen folgende Festlegungen als Maßstab für einen guten Gewässerzustand getroffen:

- Für die Fischgemeinschaften des Hypopotamals wurde als Orientierungswert für die zulässige Gewässertemperatur $< 28 \text{ }^\circ\text{C}$ und für die induzierte zulässige Temperaturdifferenz im Gewässer (ΔT) durch Abwärmeeinleitungen 3 K festgelegt
- Für große Flüsse und Ströme des Tieflandes (Typ 20) wurde als Orientierungswert eine Sauerstoffkonzentration $> 6 \text{ mg O}_2/\text{l}$ festgelegt
- Für Marschengewässer (Typ 22) wurde als Orientierungswert eine Sauerstoffkonzentration $> 4 \text{ mg/l O}_2$ festgelegt.

Für Übergangsgewässer (T1) wurden von der LAWA keine gesonderten Orientierungswerte für die Gewässertemperatur und die Sauerstoffkonzentration ausgewiesen. Generell liegt aber die für das Überleben von Fischen erforderliche Mindestsauerstoffkonzentration bei $3 \text{ mg O}_2/\text{l}$. Dieser Wert soll zu keiner Zeit im Gewässer unterschritten werden.

Die Gewässertemperatur und die Sauerstoffkonzentration sind unterstützende Messgrößen bei der Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes. Sie dienen als Ergänzung bei der Interpretation der Ergebnisse für die biologischen Qualitätskomponenten sowie als Beitrag zur Ursachenklärung im Falle eines „mäßigen“ oder schlechteren ökologischen Zustandes / Potentials, außerdem zur Maßnahmenplanung in Zusammenhang mit den biologischen und hydromorphologischen Qualitätskomponenten und der späteren Erfolgskontrolle.

Nach Maßgabe der WRRL und nach § 25a WHG sind Verschlechterungen des Zustandes / Potentials der Gewässer zu vermeiden und ein guter Zustand bzw. gutes Potential zu erhalten bzw. anzustreben (Verschlechterungsverbot / Verbesserungsgebot). Zu berücksichtigen ist dabei, dass sich der Zustand bzw. das Potential des gesamten betrachteten Wasserkörpers bezüglich der für den Gewässertyp maßgebenden chemischen und biologischen Qualitätskomponenten nicht signifikant verschlechtert.

⁵ LAWA, Ausschuss oberirdische Gewässer und Küstengewässer: Rahmenkonzeption Monitoring, Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen, Arbeitspapier II: Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten, Stand: 07.03.2007

2.2 EG-Süßwasserschutzrichtlinie

Die EG-Süßwasserschutzrichtlinie (2006/44/EG) bezweckt, die Qualität von fließendem oder stehendem Süßwasser zu schützen oder zu verbessern. Dies ist zu erreichen, indem durch Verringern oder Beseitigen von Gewässerbelastungen oder chemisch-physikalischen Barrieren das Leben von Fischen erhalten oder verbessert wird. Die EG-Süßwasserschutzrichtlinie findet aufgrund ihres Bezugs zu Süßwassergewässern an der Tideelbe keine direkte Anwendung. Dennoch hat sie für die Festlegung von Ziel- und Richtwerten eine Bedeutung, da in Anhang I Angaben für Salmoniden- und Cyprinidengewässer für fischrelevante Parameter aufgeführt sind und außerdem die Möglichkeit regional begrenzter Ausnahmeregelungen genannt werden, welche zur Festlegung von Orientierungswerten für die Tideelbe herangezogen werden können.

Grenzwerte der EG-Süßwasserschutzrichtlinie:

- Gewässertemperatur: Die folgenden Temperaturgrenzwerte dürfen maximal in 2 % der betrachteten Fälle zeitlich überschritten werden:
 - Aufwärmspanne (ΔT) im Gewässer: Die unterhalb einer Abwärmeeinleitungsstelle (an der Grenze der Mischungszone) gemessene Gewässertemperatur darf die Werte für die nicht durch Abwärme beeinträchtigte Gewässertemperatur für Cyprinidengewässer um nicht mehr als 3 K und für Salmonidengewässer um nicht mehr als 1,5 K überschreiten
 - Maximale Gewässertemperatur: Abwärme darf nicht dazu führen, dass die Gewässertemperatur in der Zone unterhalb der Einleitungsstelle (an der Grenze der Mischungszone) 28 °C übersteigt
- Gelöste Sauerstoffkonzentration: Die EG-Süßwasserschutzrichtlinie unterscheidet hier zwischen Werten, um deren Einhaltung sich die Mitgliedsstaaten zu bemühen haben und solchen, die nicht weniger streng festgelegt werden dürfen.
 - Zielwerte: Mitgliedsstaaten bemühen sich um Einhaltung folgender Werte:
 - Für Salmonidengewässer: 100 % (der Messwerte) ≥ 7 mg O₂/l; 50 % (der Messwerte) ≥ 9 mg O₂/l
 - Für Cyprinidengewässer: 100 % (der Messwerte) ≥ 5 mg O₂/l; 50 % (der Messwerte) ≥ 8 mg O₂/l
 - verpflichtende Werte: Mitgliedsstaaten legen keine Werte fest, die weniger streng sind als:
 - Für Salmonidengewässer: 50 % (der Messwerte) ≥ 9 mg O₂/l, bei Unterschreitung von 6 mg O₂/l müssen die Ursachen erkundet und ggf. Maßnahmen getroffen werden

- Für Cyprinidengewässer: 50 % (der Messwerte) ≥ 7 mg O₂/l, bei Unterschreitung von 4 mg O₂/l müssen die Ursachen erkundet und ggf. Maßnahmen getroffen werden

3 Fachliche Anforderungen

Die Lebensvorgänge von Fischen werden in natürlichen Gewässern in starkem Maße von Umweltfaktoren beeinflusst. Als wechselwarme Organismen sind ihre Stoffwechselvorgänge vor allem durch die Wassertemperatur gesteuert. Aber auch vielfältige andere Umweltfaktoren können grundlegende Prozesse, wie die Atmung, den Wasserhaushalt und die Ausscheidungen über die Kiemen und Nieren erheblich beeinflussen. Wichtige Ansprüche relevanter Fischarten im Tidebereich der Elbe an die Gewässertemperatur und die Sauerstoffkonzentration sowie deren Wanderverhalten zeigt nachfolgende Tabelle.

Tabelle: Ansprüche verschiedener Fisch- und Rundmaularten an die Gewässertemperatur und die Sauerstoffkonzentration sowie deren Wanderverhalten⁶

Fisch- / Rundmaul- art	Gewässertemperatur [°C]			Sauerstoffbedarf bei 20 °C [mg O ₂ /l]			Wanderung	
	Laichen	Optimum	Toleranz	Minimal	Normal ^{*1}	Toleranz	Typ	Distanz
Aal	Meer !	18 - 25	un- spezifisch	0,4 - 0,8	2,0 - 4,0	tolerant	kata- drom	lang
Finte	10 - 15	15 - 22	un- spezifisch	3 - 4	7 - 9	ein- geschränkt	ana- drom	mittel
Maifisch	12 - 15	15 - 20 (max 25)	gering	3 - 4	7 - 9	ein- geschränkt	ana- drom	lang
Fluss- neunauge	9 - 14	15 - 20	un- spezifisch	> 1,0	7 - 9	un- spezifisch	ana- drom	lang
Meer- neunauge	12 - 17	15 - 20 (max 25)	un- spezifisch	> 1,0	7 - 9	un- spezifisch	ana- drom	lang
Lachs	4 - 8 (max 10)	12 - 18 (max 25)	gering	6,0	> 9,0	intolerant	ana- drom	lang
Meer- forelle	4 - 8 (max 10)	12 - 18 (max 21,5)	gering	6,0	> 9,0	intolerant	ana- drom	lang
Quappe	3 - 6	15 - 20	un- spezifisch	1,4 - 2,0	7,0 - 9,0	intolerant	pota- modrom	mittel
Rapfen	8 - 12	15 - 22	un- spezifisch	2,0	7,0 - 8,0	intolerant	pota- modrom	mittel
Stint	4 - 8	15 - 20	un- spezifisch	1,5	7,0 - 8,0	un- spezifisch	ana- drom	mittel
Schnäpel	5 - 7	15 - 20 (max 22)	gering	8,0	> 9,0	intolerant	ana- drom	lang

^{*1} Sauerstoffkonzentration, die für gute Lebensbedingungen erforderlich ist

⁶ IfB (2008): Quellenrecherche zur Temperatur- und Sauerstoff-Toleranz ausgewählter Wanderfischarten der Elbe. Institut für Binnenfischerei, Potsdam-Sacrow; zusammengefasst

3.1 Wassertemperatur

Die Wassertemperatur beeinflusst die Lebensvorgänge der Fische, die Wirkungen anderer Umweltfaktoren sowie die Widerstandsfähigkeit gegenüber Belastungen und Krankheitserregern maßgeblich. Während sich viele Karpfenartige (Cypriniden) im Jahresverlauf an Wassertemperaturen von ca. 0,5 °C bis 30 °C anpassen können, besitzen Lachsartige (Salmoniden) eine deutlich geringere Temperaturtoleranz. Eine Adaption der Fische an höhere Gewässertemperaturen ist nur begrenzt möglich und dies auch nur für dauerhaft im Kraftwerksbereich lebende robuste Arten. Bei Wanderfischarten, die sich lediglich temporär im Kraftwerksbereich aufhalten, besteht eine derartige Anpassungsmöglichkeit nicht.

Außerdem benötigen die verschiedenen Fischarten bestimmte Temperaturbereiche für die Gonadenentwicklung, das Abläichen sowie die Ei- und Larvenentwicklung. Stark erhöhte oder abgesenkte Wassertemperaturen bzw. extreme Temperaturwechsel können bei den Fischen zu Stressreaktionen, zu Schädigungen oder sogar zum Tode führen. Temperaturwechsel werden von den Fischen nur in größeren zeitlichen Abständen toleriert. Sind keine ausreichenden Energiereserven für die Temperaturanpassung vorhanden, sterben die Fische mittelfristig an diesem Energiemangel.

3.2 Sauerstoff

Sauerstoff (O₂) kann nur begrenzt im Wasser gelöst werden. Die Sauerstofflöslichkeit sinkt mit steigenden Gewässertemperaturen. Gleichzeitig steigt jedoch bei höheren Gewässertemperaturen der Sauerstoffbedarf der Fische. Die Ansprüche einiger wichtiger Fischarten an die Sauerstoffkonzentration sind der obigen Tabelle zu entnehmen.

Akuter oder chronischer Sauerstoffmangel ist eine häufige Schädigungsursache bei Fischen, insbesondere bei den sauerstoffbedürftigen Lachsartigen. Der Sauerstoffbedarf der verschiedenen Fischarten hängt maßgeblich von der Wassertemperatur sowie der Stoffwechselintensität der Fische ab. Bei Sauerstoffkonzentrationen < 4 mg O₂/l (Karpfenartige) bzw. < 6 mg O₂/l (Lachsartige) wird die Sauerstoffversorgung der Fische eingeschränkt, weil der Partialdruck des Gases für den Übergang vom Wasser in das Blut an den Kiemen nicht mehr ausreicht. Bei akutem Sauerstoffmangel < 2 mg O₂/l (Karpfenartige) bzw. < 4 mg O₂/l (Lachsartige) reagieren die Fische mit sichtbarer Unruhe, Nahrungsverweigerung, Masseverlusten und Notatmung. Trotz hervorragender Anpassungsmechanismen an niedrige Sauerstoffkonzentrationen sterben die Fische letztlich an Energiemangel.

4 Festlegungen des Wärmelastplans

In Übereinstimmung mit den Festlegungen der europäischen Süßwasserschutzrichtlinie (2006/44/EG), den diesbezüglichen Empfehlungen der LAWA^{5,7} und abgeleitet aus fachlichen Anforderungen des Gewässerschutzes sowie unter Berücksichtigung der elbetypischen Standortverhältnisse werden von den Bundesländern Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein einvernehmlich die folgenden gewässerbezogenen Orientierungswerte für den Wärmelastplan Tideelbe als fachlicher Maßstab im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung angesehen:

Für den Ort der Beurteilung gelten:

Maximal zulässige Gewässertemperatur: 28,0 °C
Maximal zulässige Aufwärmspanne im Gewässer: 3,0 K
Mindestsauerstoffkonzentration im Gewässer: 3,0 mg O₂/l
Zielwert der Sauerstoffkonzentration im Gewässer: 6,0 mg O₂/l

Abwärme-Großemittenten haben die Einhaltung der maximal zulässigen Gewässertemperatur und Aufwärmspanne dauerhaft nachzuweisen und sich auch auf mögliche Betriebseinschränkungen zu deren Einhaltung sowie bei Unterschreitung des Zielwertes der Sauerstoffkonzentration einzustellen. Für alle übrigen Einleiter von Abwärme werden pragmatische Emissionsgrenzen vorgeschlagen (s.u.). Sofern Anhaltspunkte vorliegen, dass damit die gewässerbezogenen Orientierungswerte wider Erwarten nicht eingehalten werden können, sind weitere Prüfungen und ggf. daraus resultierende Auflagen / Bedingungen erforderlich. Als erfüllt gelten die obigen Orientierungswerte für die maximal zulässige Gewässertemperatur und Aufwärmspanne, wenn die jeweiligen Kriterien zu 98 % der Zeit eingehalten werden. Einzelheiten zur Umsetzung der administrativen Festlegungen des Wärmelastplans für die Genehmigungspraxis finden sich in den Handlungsempfehlungen im Anhang.

5 Beschreibung des hydraulisch-ökologischen Modells

Das hydraulisch-ökologische Modell des Wärmelastplans für die Tideelbe gibt an ausgewählten Orten dieses Flussabschnittes einen Überblick über die Unterschreitungshäufigkeit von Sauerstoffkonzentrationen für einen Vergleichszustand und verschiedene Belastungszustände, die zusätzliche Wärmeeinleitungen in die Tideelbe abbilden. In Szenarien werden die Auswirkungen von Kühlwassereinleitungen aus einer, drei und sechs standardisierten Kraftwerkseinheiten (Einleitung von 30 m³/s mit einer Temperaturdifferenz

⁷ Bund-Länderarbeitsgemeinschaft Wasser – LAWA (1991): Grundlagen für die Beurteilung von Kühlwassereinleitungen in Gewässer, Erich Schmidt Verlag, 3. verb. Aufl.

von 6 K) - dies entspricht der Abwärme bei einer Kraftwerksleistung von ca. 800 MW elektrisch bzw. 1.600 MW thermisch - an den Standorten Hamburg-Moorburg, Stade und Brunsbüttel untersucht und die Ergebnisse graphisch sowie tabellarisch dargestellt. Ausführliche Beschreibungen der Modellergebnisse liegen vor.⁸

Anhand der Ergebnisse des hydraulisch-ökologischen Modells können Genehmigungsbehörden und potentielle Großeinleiter die Häufigkeit ablesen, mit der jetzt oder für einen Planungszustand mit einer Unterschreitung der festgelegten Sauerstofforientierungswerte zu rechnen und folglich eine Wärmeeinleitung nicht oder nur eingeschränkt möglich ist. Gleichzeitig bildet das hydraulisch-ökologische Modell des Wärmelastplans die Temperaturverteilung und die wärmeeinleitungsbedingten Temperaturerhöhungen für kritische Gewässersituationen ab. Genehmigungsbehörden können hieraus ablesen, wie weit sich Kühlwasserfahnen an dem geplanten Kraftwerksstandort ausbreiten und ob die Einhaltung der Temperaturwerte auch unter gewässerökologisch besonders ungünstigen Bedingungen möglich ist, bzw. unter welchen Rahmenbedingungen sie möglich wäre.

Als Bestandteil des Wärmelastplans steht das hydraulisch-ökologische Modell als DV-Anwendung zur Verfügung. Es kann von Antragstellern für die Erstellung von Genehmigungsunterlagen genutzt und bei der Wassergütestelle Elbe gegen Erstattung der Auslagen angefordert werden.⁹

⁸ DHI-WASY (2008): Erstellung eines Wärmelastplans für die Tideelbe – Ergebnisse der 3-dimensionalen Temperaturverteilung für die Bereiche Hamburg / Stade / Brunsbüttel. Syke

DHI-WASY (2008): Erstellung eines Wärmelastplans für die Tideelbe – Gewässergütemodell, Teil I (Textteil), Teil II (Ergebnisse der Szenarienberechnungen), Teil III (Modellbeschreibung). Syke

⁹ Wassergütestelle Elbe, Neßdeich 120/121, D-21129 Hamburg

6 Definitionen

Abwärme	Produkt von Einleitmenge, Aufwärmspanne und spezifischem Wärmekoeffizient, die ungenutzt in das Gewässer abgegeben wird
anadrom	Flussaufwärts gerichtete Laichwanderung
Aufwärmspanne	Temperaturdifferenz zwischen zwei Beurteilungspunkten entweder im Gewässer oder bezogen auf das Kühlsystem (Entnahme / Einleitung)
Bathymetrie	Bestimmung der Topographie des Gewässerbodens
Biomasse	Gesamtheit des pflanzlichen und tierischen Lebens im Gewässer
Cypriniden	Fischgruppe der Karpfenartigen
Detritus	abgestorbene Biomasse
Einleittemperatur	Temperatur des eingeleiteten Kühlwassers
FGG Elbe	Zusammenschluss der zehn Bundesländer im Einzugsgebiet der Elbe sowie des Bundes zur Flussgebietsgemeinschaft
Gewässertemperatur	Maximale Temperatur des Wasserkörpers über das gesamte tideabhängige Tiefenprofil am Ort der Beurteilung
Großemittent	Kühlwassernutzer mit mehr als 250 MW Abwärmeleistung. Gültig für den Bereich der Tideelbe mit Ausnahme des Stromspaltungsgebietes von Norder- und Süderelbe. Hier liegt die Abwärme-Relevanzschwelle bei größer 125 MW
Hydraulisch-ökologisches Modell	Ein- bzw. dreidimensionale Modellierung der kraftwerksbedingten Auswirkungen auf den Sauerstoff- und Wärmehaushalt des Gewässers
Hypopotamal	Unterer Abschnitt eines Tieflandflusses / -stromes
katadrom	Flussabwärts gerichtete Laichwanderung
Mischungszone	Bereich in welchem sich Kühl- und Flusswasser vermischen
Ort der Beurteilung	Repräsentativer Messort im Gewässer. Für die Temperaturparameter liegt er am Rand der Durchmischungszone, höchstens jedoch 500 m von der Einleitstelle entfernt. Bezüglich der Sauerstoffkonzentration ist sowohl der Wirkungsnah- als auch der -fernbereich abzudecken, d.h. die Messstellen können mehr als 500 m von der Einleitstelle entfernt sein.
Salmoniden	Fischgruppe der Lachsartigen
Sommerbetrieb	Zeitraum vom 01. April bis zum 30. November
Standard-Kraftwerkseinheit	Einleitung von 30 m ³ /s mit einer Temperaturdifferenz von 6 K (entsprechend einer Kraftwerksleistung von ca. 800 MW elektrisch und ca. 1.600 MW thermisch)
Tideelbe	Gezeitenbeeinflusster Gewässerbereich der Elbe
Winterbetrieb	Zeitraum vom 01. Dezember bis zum 31. März

Empfehlungen und Erläuterungen für die Genehmigungsbehörden

Dargestellt werden Prüfpunkte, deren Abfrage und Erfüllung zur Erteilung einer Kühlwasser-einleiterlaubnis fachlich empfohlen werden. Großemittenten von Abwärme haben die Einhaltung der gewässerbezogenen Immissionsbedingungen dauerhaft nachzuweisen und müssen sich auf Betriebseinschränkungen in Abhängigkeit von der Temperatur- und Sauerstoffsituation des Gewässers einstellen. Für die übrigen Einleiter von Abwärme werden pragmatische Emissionsgrenzen vorgeschlagen (s.u.). Rechtlich verbindlich sind für alle Gewässerbenutzer die Inhalte der jeweiligen Wasserrechtlichen Erlaubnisse.

A1 Fachliche Rahmenbedingungen

Die Orientierungswerte hinsichtlich der maximal zulässigen Gewässertemperatur und der maximalen Aufwärmspanne sowie der Mindestsauerstoffkonzentration sollen am jeweiligen Ort der Beurteilung über die gesamte tideabhängige Wassertiefe als gleitende 6-Stunden-Mittelwerte eingehalten werden.

Temperatur:

Der Ort der Beurteilung für die Temperaturparameter im Gewässer ist der Rand der Durchmischungszone, jedoch maximal 500 m von der Einleitungsstelle gelegen. Bei der Festlegung der einzelnen Messorte sind sowohl die flut- als auch ebb- und kenterphasenbedingten Ausdehnungen der Wärmeemissionen zu beachten. Als eingehalten gelten die Orientierungswerte des Wärmelastplans für die maximal zulässige Gewässertemperatur und Aufwärmspanne, wenn im Jahresverlauf die gleitenden 6-Stunden-Mittelwerte eine maximale Überschreitungshäufigkeit von 2 % aufweisen. Bis zum Erreichen des Orts der Beurteilung ist darauf zu achten, dass mindestens ein Korridor von 2/3 des Fließquerschnittes (d.h. auch direkt am Einleitort und auch während der Kenterphase) keine Überschreitung der o.a. Orientierungswerte aufweist.

Sauerstoffkonzentration:

Ein Resultat des Wärmeeintrages in das Gewässer ist eine erhöhte mikrobiologische Umsatzrate. Diese hat zur Folge, dass es zu einer Fließstrecken verkürzten Sauerstoffzehrung der durch die Kühlwasserpassage abgetöteten Biomasse sowohl im Nah- als auch im Fernbereich um die Einleitstelle kommt. Aus diesem Grund ist die Sauerstoffkonzentration im Gewässer an geeigneten Messstellen zu überwachen und die Kraftwerksleistung den aktuellen Gewässerverhältnissen ab $< 6,0 \text{ mg O}_2/\text{l}$ anzupassen (s. Abschnitt A2).

A2 Handlungsempfehlungen

Für **alle Kühlwassereinleiter** sollten die folgenden Nachweise in der Erlaubnis verankert werden:

- Nachweis der Überwachung der emissionsseitigen Temperaturgrenzwerte im Kühlkreislauf.
- Die zulässigen Einleitungsmengen und die Aufwärmspanne des Kühlwassers sollten innerhalb des Kühlwasserauslaufkanals erfasst werden. Es sollte festgelegt werden, dass die hierfür überwachungsrelevanten Kenngrößen durch kontinuierliche registrierende Messungen, Berechnung und Auswertung der überwachungsrelevanten Kenngrößen erhoben und im Einleitertagebuch dokumentiert werden.
- Der Nachweis einer mindestens 80 %-igen Sauerstoffsättigung (minimal jedoch 6,0 mg O₂/l) im eingeleiteten Kühlwasser am Einleitbauwerk unmittelbar vor der Abgabe in das Gewässer sollte vom Einleiter kontinuierlich erbracht werden.

Als **Großemittent** gilt mit Ausnahme des Flussabschnittes von Norder- und Süderelbe ein Betrieb mit einer Abwärmeleistung von ≥ 250 MW. Innerhalb des Bereiches von Norder- und Süderelbe verringert sich die Abwärme-Relevanzschwelle aufgrund der jeweils in den Teilarmen verringerten Wasserführung auf ≥ 125 MW.

Bei Abwärme-Großemittenten sollten mindestens folgende weitere Nachweise in der Erlaubnis verankert werden:

Temperatur:

- Nachweis der Einhaltung der maximal zulässigen Gewässertemperatur von 28,0 °C am Ort der Beurteilung (d.h. am Rand der Durchmischungszone, jedoch maximal 500 m von der Einleitstelle gelegen) auch unter Berücksichtigung eines möglichen Kühlwasserkurzschlusses (Entnahme von bereits eingeleitetem, erwärmtem Wasser). Hierzu sollte in einem 3D-Modell der Nachweis erbracht werden, dass eine maximal zulässige Wassertemperatur von 28,0 °C am Ort der Beurteilung kühlwasserbedingt nicht überschritten wird. Ersatzweise kann die maximale Kühlwasserentnahmetemperatur ermittelt werden, ab der es zu einer unzulässigen Überschreitung der maximalen Temperatur am Ort der Beurteilung kommen würde.
- Nachweis der Einhaltung der maximal zulässigen Aufwärmspanne von ΔT 3,0 K am Ort der Beurteilung im Gewässer (d.h. am Rand der Durchmischungszone, jedoch maximal 500 m von der Einleitstelle gelegen). Hierzu sollten mit einem 3D-Modell die Temperaturdifferenzen für die weiter unten beschriebenen Szenarien ermittelt und der Nachweis erbracht werden, dass am Ort der Beurteilung die zulässige Aufwärmspanne von ΔT 3,0 K nicht überschritten wird.

- Die Auswirkungen von bereits bestehenden Wärmeeinleitungen sind als relevante Vorbelastungen bei der Feststellung der maximal zulässigen Gewässertemperatur sowie der maximalen Aufwärmspanne mit zu berücksichtigen. Weitere konkret geplante Einleitungen Dritter sind zu berücksichtigen.
- Die Einhaltung der Immissionswerte kann bei Großemittenten ggf. auch anhand der Überwachung der Kühlwassereinleittemperatur erfolgen, sofern eine signifikante Beeinflussung durch andere Wärmeeinleiter ausgeschlossen wird und eine Überschreitung der maximal zulässigen Gewässertemperatur (28,0 °C) sowie der maximal zulässigen Aufwärmspanne im Gewässer ($\Delta T = 3,0 \text{ K}$) unter Einrechnung der gutachterlichen Prognoseungenauigkeit ausgeschlossen werden kann. Liegt eine signifikante Beeinflussung durch weitere Wärmeeinleiter vor, sind ggf. zusätzliche Messstellen von der Genehmigungsbehörde vorzugeben.

In der Durchmischungszone zwischen Einleitstelle und Ort der Beurteilung ist eine Überschreitung der maximal zulässigen Gewässertemperatur von 28,0 °C sowie der maximalen Aufwärmspanne im Gewässer von $\Delta T 3,0 \text{ K}$ für maximal 1/3 des Fließquerschnittes zulässig. In diesem Bereich gelten folgende Empfehlungen: kühlwasserbedingte Wassertemperatur 30,0 °C; kühlwasserbedingte Erwärmung $\Delta T 6,0 \text{ K}$ (Sommerbetrieb), $\Delta T 7,5 \text{ K}$ (Winterbetrieb). Einzuhalten sind alle Werte als gleitendes 6-Stunden-Mittel mit einer maximal zulässigen jährlichen Überschreitungshäufigkeit von 2 %.

Alle Nachweise sollten auf der Grundlage einer möglichst aktuellen Gewässertopographie (Bathymetrie) erbracht werden. Folgende Szenarien sollten hierfür mindestens untersucht werden:

- Aktueller Belastungszustand (mit bereits vorhandenen und ggf. beantragten anderen Einleitungen)
- Zukünftiger Belastungszustand unter Berücksichtigung der neu beantragten Einleitung

Um die Auswirkungen der Einleitungen auf das Gewässersystem qualitativ besser beurteilen zu können, sind gegebenenfalls folgende zusätzlichen Untersuchungen notwendig:

- Referenzzustand ohne Vorbelastungen bestehender Einleitungen durch Dritte
- Zukünftiger Belastungszustand unter Berücksichtigung der beantragten Einleitung sowie vorhandener und konkret geplanter zusätzlicher Einleitungen Dritter. Hierzu können die Ergebnisse der Modellberechnungen des Wärmelastplans herangezogen werden.

Die Szenarien sollten absolut und in Form von Differenzen zueinander ausgewertet werden. Es sollten Aussagen bezüglich der gutachterlichen Prognosegenauigkeit erfolgen. Diese sollten mindestens die Modellgenauigkeit, den Einfluss des natürlichen Wärmeaustauschs und den Einfluss zentraler Parameter (z. B. horizontale Diffusion) umfassen.

Sauerstoffkonzentration:

Außerdem sollte von Abwärme-Großemittenten ein dauerhafter Nachweis der Überwachung der aktuellen Sauerstoffkonzentration im Gewässer erbracht werden. Die Überwachung der Sauerstoffkonzentration sollte durch die Einrichtung geeigneter Messstellen in den von der Wärmeeinleitung im Nah- und Fernbereich betroffenen Gewässerabschnitten für das gesamte Tidegeschehen (auf- und ablaufende Tide sowie Kenterphase) sichergestellt werden. In der Regel sind je Fließrichtung jeweils zwei Messstellen ausreichend, um die Beurteilung der Sauerstoffsituation im Gewässer im Nah- und Fernbereich abzudecken. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Wirkungsbereich der kraftwerksbedingten Sauerstoffzehrung größer sein kann als der der kraftwerksbedingten Wärmefahne.

Sofern Dienststellen der Wasserwirtschaftsverwaltungen an geeigneten Orten bereits Messstellen betreiben, können die dort gemessenen und veröffentlichten Daten für die Überwachungszwecke der Kühlwassereinleitungen von Anlagen verwendet werden. Bei uferseitig eng zusammen liegenden Kühlwassereinleitungen unterschiedlicher Anlagenbetreiber kann die Einrichtung von gemeinsam genutzten Messstellen in gegenseitiger Kooperation unter Zustimmung der zuständigen Behörden erfolgen, um Doppelmessungen zu vermeiden.

Bezüglich der über die Sauerstoffkonzentration im Gewässer gesteuerten Abwärmeleistung sollte durch die Großemittenten folgendes beachtet werden:

- Wird an einer dem Wirkungsbereich der Anlage zuzuordnenden Messstelle im Gewässer eine Sauerstoffkonzentration von weniger als 6,0 mg O₂/l gemessen, sollte die Kühlwassereinleitung entsprechend dem nachfolgenden Diagramm gedrosselt werden, um den Sauerstoffhaushalt im Kraftwerkseinflussbereich nicht zusätzlich zu belasten, sofern kein Nachweis einer neutralen Sauerstoffbilanz für den Nah- und Fernbereich der Einleitung erbracht wurde.

- Ab einer Sauerstoffkonzentration von 3,0 mg O₂/l im Gewässer ist eine Kühlwasser-einleitung unzulässig, sofern kein Nachweis einer neutralen Sauerstoffbilanz für den Nah- und Fernbereich der Einleitung erbracht wurde. Die Überwachung sollte durch kontinuierliche registrierende Messungen, Berechnung und Auswertung der überwachungsrelevanten Kenngrößen sichergestellt sowie im Einleitertagebuch dokumentiert werden. Sollte der Nachweis einer neutralen Sauerstoffbilanz für den Nah- und Fernbereich erbracht worden sein, sind weitergehende kontinuierliche registrierende Messungen nicht mehr zwingend erforderlich, alternative Nachweismethoden (z.B. Modellierung) können dann herangezogen werden.

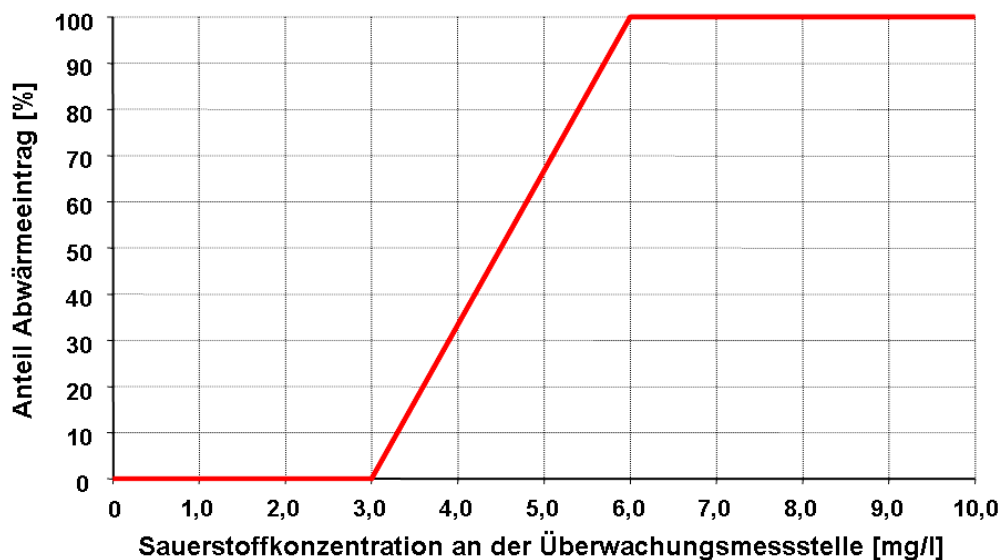


Diagramm: Abwärmeeintrag in Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration im Gewässer (schematisch)

Für die **übrigen Wärmeemittenten** soll, um den stetig fortschreitenden Stand der Technik zu gewährleisten, dem Gleichbehandlungsgrundsatz weiterhin zu folgen und um das Verhältnismäßigkeitsprinzip zu wahren, aber auch um eine Vereinfachung der Genehmigungsentscheidungen zu erreichen sowie einen angemessenen Aufwand für die Eigen- und Fremdüberwachung sicher zu stellen, der derzeit in der Genehmigungspraxis zu Grunde gelegte Emissionsmessansatz auch zukünftig beurteilungsrelevant bleiben.

In Anlehnung an die LAWA-Richtlinie „Grundlagen für die Beurteilung von Kühlwassereinleitungen in Gewässer“¹⁰ sowie der gewässerökologischen Besonderheiten der Tideelbe werden für Betriebe < 250 MW, im Bereich der Norder- und Süderelbe < 125 MW, folgende Temperaturwerte für das Kühlwasser empfohlen:

- Maximale Kühlwassertemperatur = 30,0 °C
- Maximale Aufwärmspanne des Kühlwassers
 - während des Sommerbetriebes von ΔT 6,0 K
 - während des Winterbetriebes von ΔT 7,5 K.

Außerdem ist ganzjährig im Einleitwasser eine Mindestsauerstoffkonzentration von 6,0 mg O₂/l bzw. ein Mindestsauerstoffsättigungsgrad von 80 % zu gewährleisten.

Einzuhalten sind alle Werte als gleitendes 6-Stunden-Mittel mit einer maximal zulässigen jährlichen Über- bzw. Unterschreitungshäufigkeit von 2 %.

Sofern Anhaltspunkte vorliegen, dass mit diesen pragmatischen Vorgaben die Immissionswerte des Wärmelastplans wider Erwarten nicht eingehalten werden können, sind weitere Prüfungen und unter Abwägung der ökologischen und ökonomischen Folgen, ggf. daraus resultierende Auflagen / Bedingungen erforderlich. Bei der notwendigen Umstellung von bestehenden Einleiterlaubnissen (Alterlaubnisse) ist auf angemessene Übergangsfristen zu achten.

¹⁰ Die LAWA-Richtlinie „Grundlagen für die Beurteilung von Kühlwassereinleitungen in Gewässer“ aus dem Jahr 1991 befindet sich derzeit in Überarbeitung. Mit einer Neuauflage ist im Sommer 2009 zu rechnen. Die dann ggf. neuen oder geänderten Empfehlungen zum Gewässerschutz sind im Sinne des Wärmelastplanes zu berücksichtigen.