

Erkenntnisse aufgrund kontinuierlicher Datenerfassung in der unteren Eder

W1

ANDREAS GRÜNDEL

Monitoring der Eder

Die untere Eder und die beiden Talsperren – Ederalsperre und Affolderner Talsperre – sind seit vielen Jahren fester Bestandteil des Messprogrammes für oberirdische Gewässer. In der unteren Eder gibt es vom Kraftwerk Affoldern bis zur Einmündung in die Fulda insgesamt 23 Messstellen, an denen die biologischen Qualitätskomponenten, also die Wasserpflanzen und die Kieselalgen, das Makrozoobenthos und die Fische zur Feststellung des ökologischen Zustandes erfasst werden. Weiterhin gibt es unterhalb der Affolderner Talsperre und im Mündungsbereich der Eder in die Fulda je eine Chemie-Messstelle, die jeweils monatlich beprobt werden. Die beiden Talsperren werden ebenfalls regelmäßig untersucht und im Hinblick auf die Trophie und auf das ökologische Potenzial bewertet. Dabei wird auch das vertikale Tiefenprofil ermittelt, so dass der Sauerstoffgehalt des aus der Talsperre in die Eder abgebenden Wassers bekannt ist.

In 2017 beklagte der örtliche Fischereiverband – Eder-Fischerei-Club – ein Fischsterben in der unteren Eder unterhalb des Kraftwerkes Affoldern und stellte darüber hinaus fest, dass der Fischbestand der unteren Eder im Allgemeinen stark zurückgegangen ist. Diese Tatsache hatte eine Diskussion um die Gewässergüte der unteren Eder ausgelöst. Weiterhin kam hinzu, dass das Winterhalbjahr 2016/2017 extrem trocken war, so dass im Sommer 2017 infolge ausbleibender Niederschläge und der Stützung der Weserschifffahrt nur noch ein sehr geringes Volumen in der Ederalsperre vorhanden war. Im Monat Juli war der geringste Wasserstand seit dem Betrieb der Talsperre in 1914. Die Touristik- und Wassersportbranche, sowie die Kommunen der Edertalregion wünschen sich im Interesse ihrer Besucher dagegen einen möglichst vollen Stausee während der Sommermonate.



Abb. 1: Affolderner Talsperre und die untere Eder

Zustandsbeschreibung der Eder mit ihren Talsperren

Die untere Eder weist nach den biologischen Kriterien der wirbellosen Tiere und der Wasserpflanzen von Edertal-Mehlen bis zur Einmündung der Elbe einen guten Zustand auf; bis zur Einmündung der Schwalm ist der Zustand sehr gut und darunter mäßig. Bei der Fischkomponente wird die untere Eder dagegen mit unbefriedigend bis schlecht bewertet.

Nach den Phytoplankton-Untersuchungen weisen die geschichtete Edertalsperre ein mäßiges und die flache ungeschichtete Affolderner Talsperre ein gutes ökologisches Potenzial auf. Infolge der thermischen Schichtung der Edertalsperre während des Sommers und der gleichzeitigen Sauerstoffzehrung durch den Abbau organischer Planktonmassen im Tiefenwasser ist der Ablauf der Edertalsperre im Sommer kühl und sauerstoffarm.



Abb. 2: Edertalsperre von der Luftseite

Verbesserung der Gewässergüte

Die Gewässergüte der unteren Eder ist eng mit der Bewirtschaftung der beiden Talsperren verbunden. In Fachgesprächen mit dem Regierungspräsidium Kassel, dem Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt, dem Eder-Fischerei-Club sowie ausgewiesenen Fischexperten wurden Strategien diskutiert, die zu einer Verbesserung der Situation in der unteren Eder und in der Edertalsperre führen können. Dabei wurde eine Reduzierung der Mindestabgabe in den Wintermonaten erwogen, die ein größeres Wasserdargebot im Sommer ermöglicht. Dies gilt nicht für hydrologisch normale, sondern für trockene Herbst-/Winterzeiten. Ein Probetrieb einer verminderten Mindestwas-

serabgabe während der Wintermonate sollte durch ein engmaschiges Monitoring begleitet werden, das eine Abschätzung der Auswirkungen auf die untere Eder beschreiben soll. In einer öffentlichen Informationsveranstaltung des Regierungspräsidiums Kassel, dem WSA Hann. Münden und dem Landkreis Waldeck-Frankenberg wurde am 10. April 2018 in Affoldern die Bewirtschaftungsweise der Edertalsperre und die Güte der unteren Eder vorgestellt und diskutiert. Seitens des HLNUG wurde die Biologie und die Chemie der unteren Eder ebenso ausführlich dargestellt wie auch eine Abschätzung der Auswirkungen einer verminderten Mindestwasserabgabe.

Datenlogger und Multiparametersonden in der Eder

Für die Gewinnung weiterer Erkenntnisse der Gewässergüte der unteren Eder wurde ein engmaschiges Monitoring in 2018 durchgeführt. Neben der Verdichtung der Chemie-Messstellen und zusätzlicher Untersuchungen zur Biologie der unteren Eder (Kieselalgen, Makrozoobenthos und Fische) wurden Mess-einrichtungen in der Eder installiert, die eine lückenlose Überwachung des Sauerstoff- und Temperaturverlaufs erlauben. Für diese engmaschige Überwachung der Eder wurden Datenlogger an vier Stellen in der Eder installiert, die in einem Rhythmus von 15 Minuten die Parameter Temperatur und Sauerstoff erfassen und lokal in der Sonde speichern. Die Daten sind mit einem Laptop vor Ort auszulesen. Die Messstellen sind so ausgewählt, dass das Wasser aus der Edertalsperre, das der Affolderner Talsperre und das Wasser der Eder unterhalb der Affolderner Talsperre erfasst wird.

Für die Erfassung weiterer Parameter wurde eine Multiparametersonde in den direkten Ablauf der Talsperre in Affoldern eingesetzt, die ebenso im

15-Minuten-Takt neben den Parametern Temperatur und Sauerstoffgehalt auch pH-Wert, Leitfähigkeit und Chlorophyllgehalt erfassen kann. Diese Daten werden per Fernübertragung auf einen Server gesendet, so dass die Daten aus der Dienststelle abgerufen, eingesehen und bewertet werden können.

Während die Datenlogger bereits Anfang März des Jahres 2018 betrieben wurden, konnte die Multiparametersonde erst Ende Mai 2018 installiert werden.

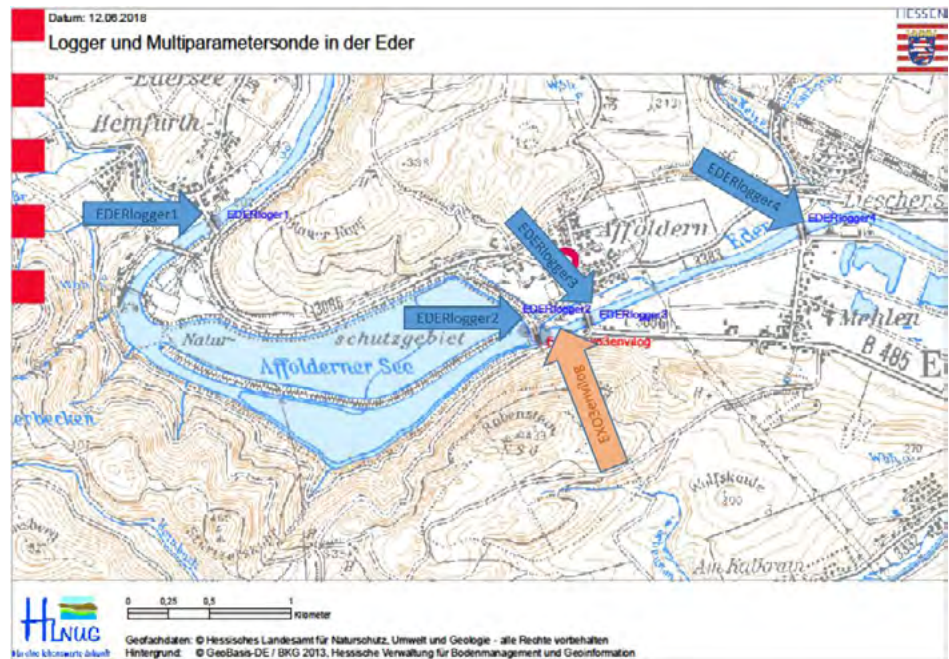


Abb. 3: Lage der Messstellen Eder 1,2,3 und 4, sowie die Multiparametersonde EXO3



Abb. 4: Datenlogger und Schutzhülle in Edertal-Mehlen



Abb. 5: Multiparametersonde mit Datenfernübertragung im Ablauf der Affolderner Talsperre

Erkenntnisse mit quasi kontinuierlichen Messungen

Kühles Wasser aus der Edertalsperre im Intervallbetrieb

Die ersten Aufzeichnungen ergaben bei allen Messstellen eine starke Schwankung der Temperatur (Abb. 6) und des Sauerstoffgehaltes (Abb. 7) im Tagesverlauf. Der Ablauf der Edertalsperre (Eder 1, rote Linie) zeigt eine Grundlinie von 5 °C, die durch einzelne Spitzen bis über 10 °C durchbrochen ist. Ebenso verhält sich der Sauerstoffgehalt, der in der Grundlinie bei 9 mg/l liegt und bis zu Spitzenwerte von über 14 mg/l aufweist. Diese Dynamik ist in der Betriebsweise des Wasserkraftwerkes Hemfurth bedingt, das Tiefenwasser diskontinuierlich aus der Edertalsperre abgibt (Abb. 8 und 9). Während der Zeit ohne Wasserabgabe aus der Edertalsperre erwärmt sich das Wasser der flachen Eder stark auf. Des Weiteren bewirkt das Phytoplankton in der Eder infolge der Assimilation einen starken Anstieg des Sauerstoffgehaltes. Mit dem Beginn einer intervallmäßigen Abgabe aus der Edertalsperre wird jeweils das erwärmte und sauerstoffreiche Wasser aus der Eder in die Affolderner Talsperre geschoben und verursacht an der Messstelle Eder 1 jeweils eine Spitze im Kurvenverlauf der Temperatur und des Sauerstoffgehaltes.

Im weiteren Verlauf der Eder nimmt die Temperatur deutlich zu. Anfang Juni stieg diese von 5 °C (Eder 1, rot) auf 15 °C in der Affolderner Talsperre (Eder 2, hellgrün) in der Grundlinie an. Ebenso stieg der Sauerstoffgehalt von 9 mg/l (Eder 1, rot) bis auf 14 mg/l (Eder 2, hellgrün) in der Affolderner Talsperre an, während er unterhalb der Affolderner Talsperre (Eder 3, grün und Eder 4 oliv) wieder leicht zurückging.

Die Affolderner Talsperre ist hydrologisch von der diskontinuierlichen Abgabe aus der Edertalsperre durch das Kraftwerk Hemfurth beeinflusst. Dazu kommt noch das Pumpspeicherkraftwerk Waldeck, das das Wasser in ein Oberbecken pumpt und zur Energiegewinnung wieder ablässt. Durch diese Betriebsweise entsteht ebenfalls eine starke Dynamik in der Talsperre, die sich im wechselnden Wasserstand äußert. Die Zeiten für den Pump- und für den Turbinenbetrieb sind ganz unregelmäßig, so dass keine Regel abzuleiten ist. Die bestehenden wasserwirtschaftlichen Anforderungen für die Weser werden am Kraftwerk Affoldern durch eine kontinuierliche Wasserabgabe geregelt.

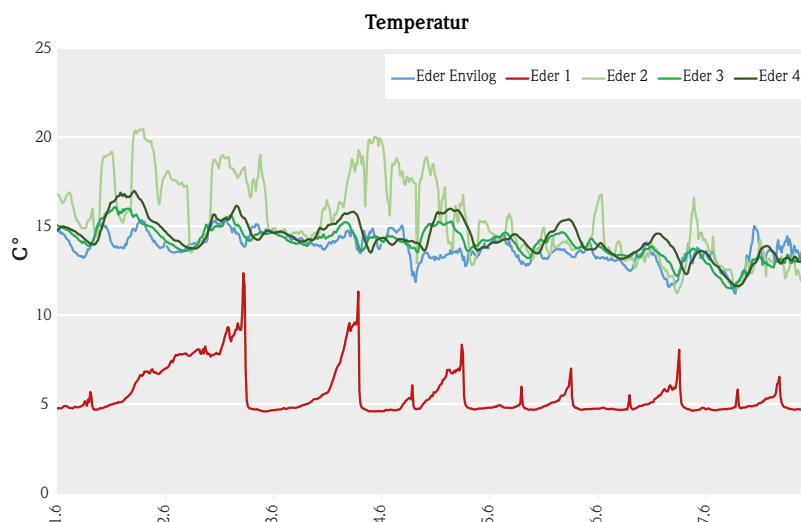


Abb. 6: Temperaturverlauf der Eder im Juni 2018

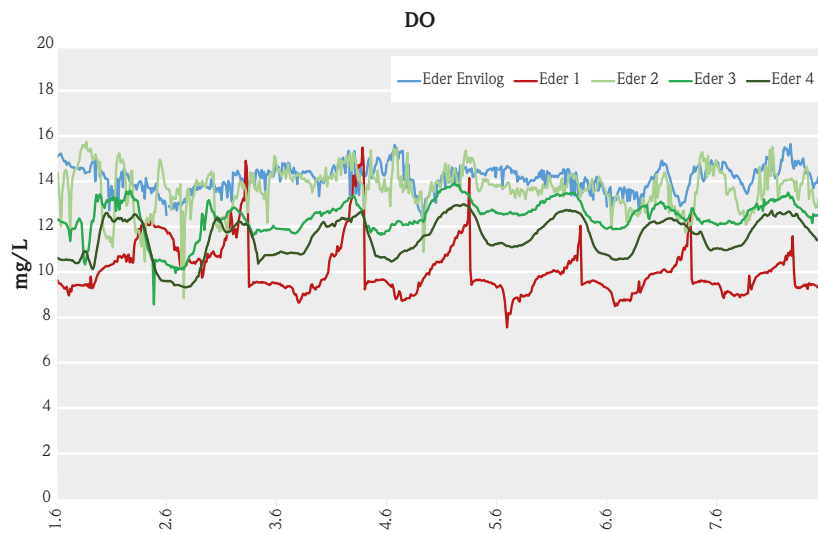


Abb. 7: Sauerstoffverlauf der Eder im Juni 2018

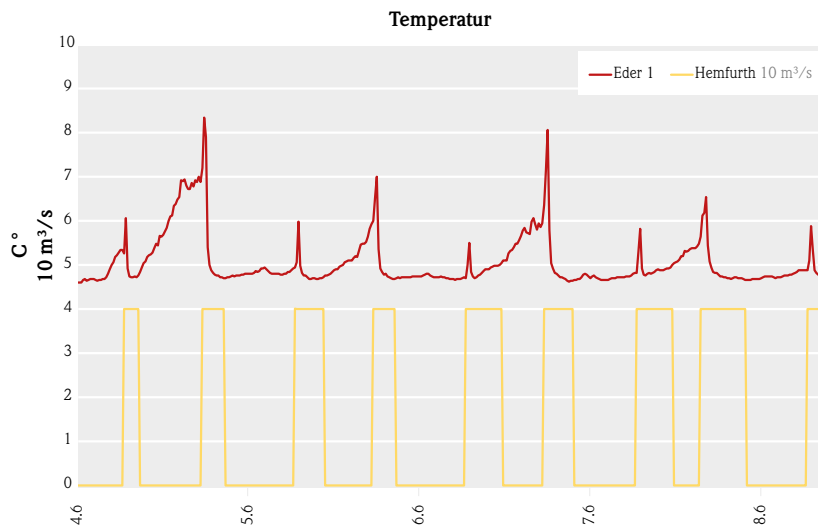


Abb. 8: Temperatur der Eder unterhalb der Edertalsperre mit Betrieb des Kraftwerkes Hemfurth

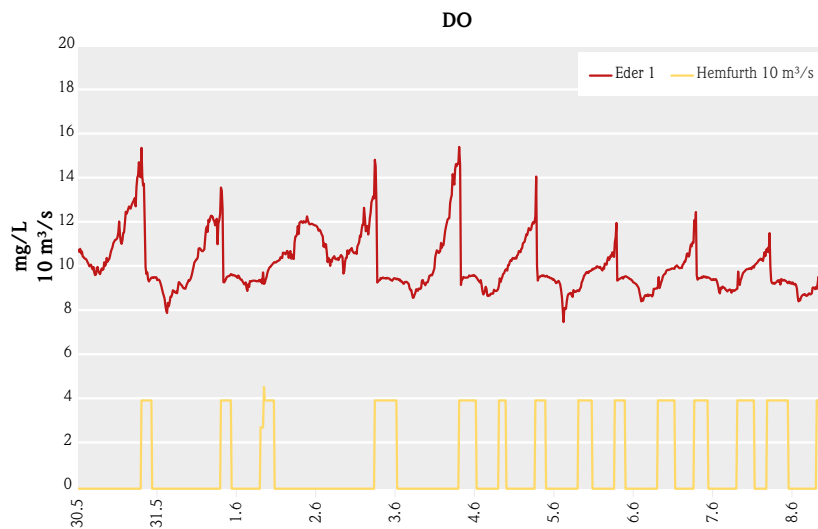


Abb. 9: Sauerstoff der Eder unterhalb der Edertalsperre mit Betrieb des Kraftwerkes Hemfurth

Kritische Sauerstoffkonzentrationen im Sommer

Mit dem fortschreitenden Sommer änderte sich der Temperatur- und Sauerstoffhaushalt in den Talsperren und in der unteren Eder. Im Monat Juli zeigten alle Datenlogger und die Multiparametersonde eine deutliche Zunahme der Wassertemperatur, während gleichzeitig der Sauerstoffgehalt stark gesunken ist.

Hintergrund ist die thermische Schichtung der Edertalsperre, die sich im Laufe des Sommers aufbaut. Mit der Schichtung der Talsperre geht ein starker Sauerstoffgradient einher. Der Sauerstoffhaushalt des Tiefenwassers ist durch den Abbau des Phytoplanktons stark beansprucht.

Eine vertikale Messung in der Edertalsperre direkt vor der Staumauer zeigt die klare Schichtung der Talsperre und bestätigt die Messergebnisse, die im Zulauf der Affolderner Talsperre (Eder 1, rot) gemessen werden: während bis zu einer Wassertiefe von 5 m eine Wassertemperatur von 25 °C und ein Sauerstoffgehalt von 11 mg/l herrschte, nahmen beide Parameter in zunehmender Wassertiefe stark ab. Ab einer Wassertiefe von 10 m bis vor Grund in 25 m Tiefe sank der Sauerstoffgehalt unter einem Wert von 1,0 mg/l ab (Abb. 10).

Mit dem Aufbau der thermischen Schichtung in der Edertalsperre geht ein Rückgang des Sauerstoffgehaltes in der unteren Eder einher. Im Monat Juli ging der Sauerstoffgehalt der Messstelle Eder 1 (rot) von 8 mg/l in der Grundlinie bis auf null in den Nachtstunden zurück (Abb. 11). Tagsüber wurden infolge von Assimilationsprozessen im flachen Abschnitt der Eder bis zur Hemfurter Brücke höhere Werte (1 mg/l bis 2 mg/l O₂) gemessen. Die zweite Talsperre in Affoldern trägt mit den trophischen Prozessen (Produktion von Algen) dazu bei, dass der Sauerstoff gegenüber dem Ablauf der Edertalsperre deutlich zugenommen hat (Eder 2, hellgrün). Die weiteren Logger in der unteren Eder (Envilog blau, Eder 3 grün, Eder 4 oliv) unterscheiden sich davon nur unwesentlich.

In den ersten Tagen im August sank der Sauerstoffgehalt in der Eder an den Messstellen unterhalb der Affolderner Talsperre unter die für Fische kritische Grenze von 4 mg/l. Dies ist eine Folge des quasi sauerstofffreien Tiefenwassers aus der Edertalsperre. Dabei liegt die kritische Phase in den Nachtstunden, in denen die sauerstoffzehrenden Abbauprozesse vorherrschen, während tagsüber der Sauerstoffgehalt infolge der Assimilation des Phytoplanktons noch besser ist. Die Temperatur der Eder steigt in den Monaten Juli und August deutlich an (Abb. 12).

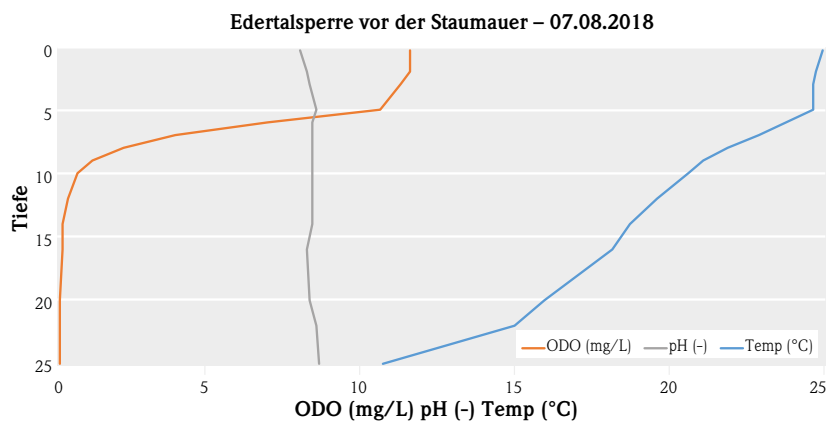


Abb. 10: Profilmessung von Temperatur, Sauerstoffgehalt und pH in der Edertalsperre vor der Staumauer im August

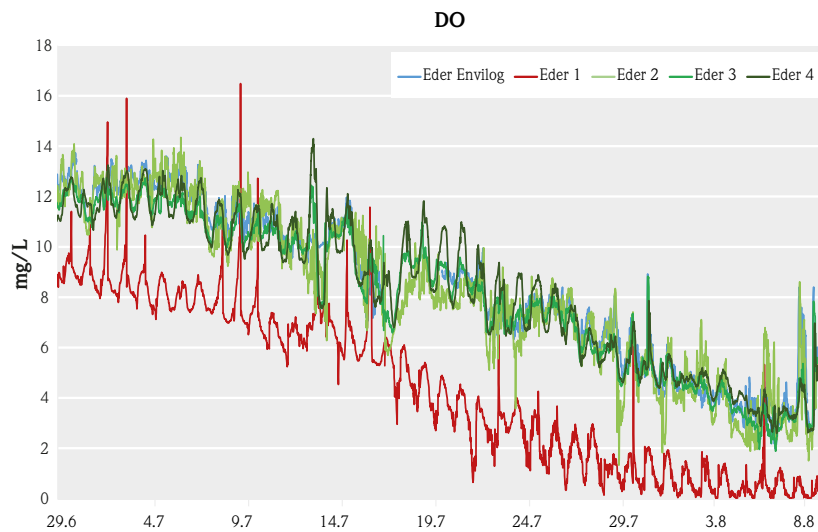


Abb. 11: Sauerstoffgehalt in der unteren Eder im Juli

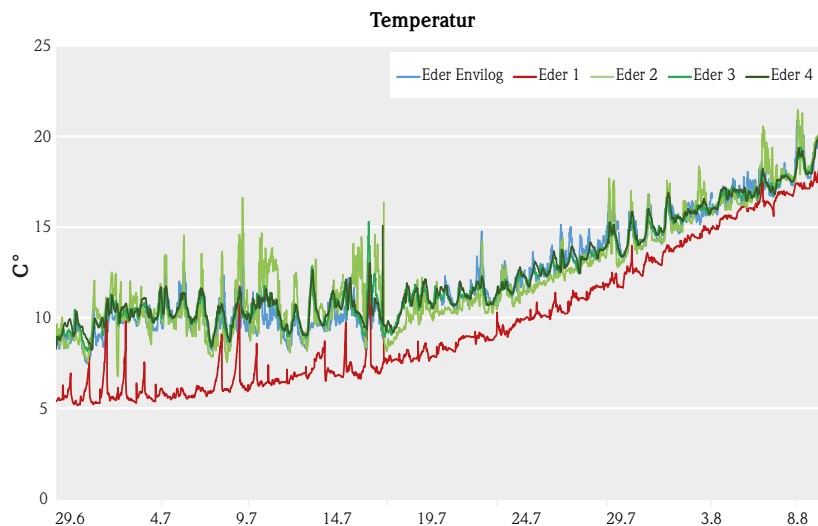


Abb. 12: Temperatur in der unteren Eder im Juli

Sauerstoffeintrag durch Wehrklappenbetrieb in der Staustufe Affoldern

Zur Vermeidung kritischer Sauerstoffkonzentrationen in der unteren Eder wurde der Turbinenbetrieb des Kraftwerkes in der Staustufe Affoldern dahingehend geändert, dass über Nacht der Turbinenbetrieb eingestellt wurde und das Wasser über die Wehrklappen abgelassen wurde. Durch diese Betriebsweise stürzte das Wasser über eine Höhe von 7 Meter in ein Tosenbecken und sorgte damit für einen physikalischen Eintrag von Sauerstoff (Abb. 13). Diese Maßnahme wurde vom 22. bis zum 26. August in der Zeit zwischen 20:00 Uhr und 6:00 Uhr getroffen. Anschließend wurde diese Betriebsweise bis zum 02.09.2019 für die Zeit von 0:00 Uhr bis 6:00 Uhr fortgeführt.

Die Maßnahme zeigte einen umgehenden Erfolg für die untere Eder. Gemäß den Messungen der Multiparametersonde unterhalb der Staustufe stieg der Sauerstoffgehalt von unter 3,5 mg/l auf 7,5 mg/l an. Mit Beendigung des Wehrklappenbetriebes fiel der Sauerstoffgehalt wieder auf einen Wert von 3,8 mg/l zurück. Für die untere Eder konnte erreicht werden, dass die äußerst kritische Grenze von 4,0 mg/l Sauerstoff nicht mehr unterschritten wurde.

Infolge des niederschlagsarmen Sommers und der starken Wasserabgaben der Edertalsperre für die Stützung der Weserschifffahrt hat sich das Stauvolu-

men stark vermindert. Im August wurde ein Volumen von 40 Mio. m³ erreicht, ab diesem Zeitpunkt erfolgt lediglich eine Mindestabgabe von 6 m³/s aus der Edertalsperre bzw. aus der Affolderner Talsperre. Das knappe Stauvolumen hatte zur Folge, dass im Ablauf der Edertalsperre auch sauerstoffreicheres Wasser erfasst wurde und sich zudem die bestehende thermische Schichtung frühzeitig auflöste. Daher hatte sich der Sauerstoffgehalt in der unteren Eder dann insgesamt wieder verbessert. Daher war auch der Wehrklappenbetrieb der Affolderner Talsperre, der mit dem Verzicht auf die Wasserkraftnutzung verbunden war, nicht mehr erforderlich gewesen.

Ende September ging die Temperatur der unteren Eder leicht zurück, gleichzeitig nahm auch die Tages- und Nachtschwankung deutlich ab. Dies betrifft auch den Verlauf des Sauerstoffgehaltes. Im Oktober war in der Edertalsperre ein Volumen von 20 Mio m³ erreicht, das einen Abfluss von 3 m³/s für die untere Eder zur Folge hatte. In dieser Zeit schwankte der Sauerstoffgehalt unterhalb der Edertalsperre (Eder1) zwischen 3 und 4 mg/l. Für die untere Eder ab der Affolderner Talsperre (Multiparametersonde Exo 3) wurde ein Sauerstoffgehalt zwischen 9 und 10 mg/l gemessen.

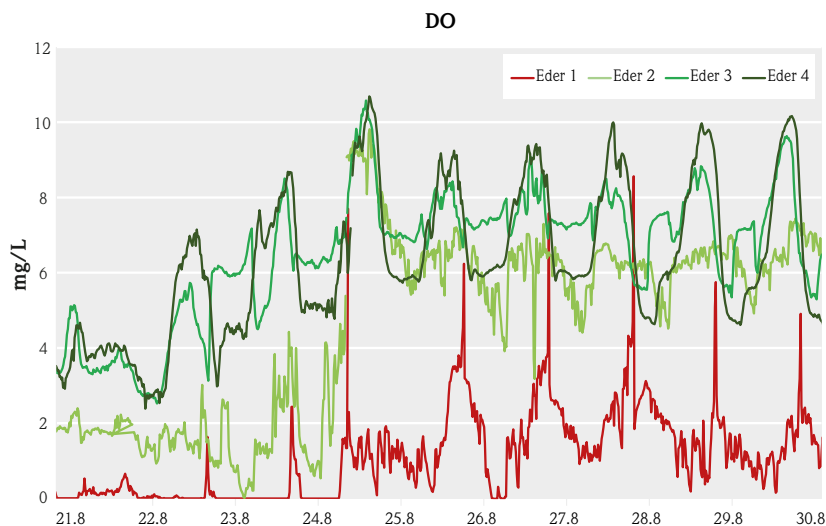


Abb. 13: Verbesserung des kritischen Sauerstoffgehaltes durch den Einsatz des Wehrklappenbetriebes an der Staustufe

Cyanobakterien in der Eder

In der Edertalsperre fand im September eine starke Massenentwicklung von Cyanobakterien statt, die zu einer sattgrünen Färbung des Wassers geführt hatte. Es gab in den vergangenen Jahren stets eine solche Wasserblüte von Cyanobakterien, doch diese fand im oberen Stauseeabschnitt statt. Die Waldecker Bucht war bisher stets klar und ohne große Algenpopulationen. Infolge des kleinen Stauvolumens und wohl auch infolge der höheren Nährstoffbelastung und der lang anhaltenden warmen Temperaturen fand aber nun die Massenentwicklung in dem publikumswirksamen unteren Stauseeabschnitt der Talsperre statt und sorgte für große öffentliche Aufmerksamkeit.

Die auch als Blaualgen bezeichneten Cyanobakterien gelangten über den Ablauf der Edertalsperre auch in die Affolderner Talsperre und von dort schließlich in das Fließgewässer Eder. Üblicherweise kommen die Blaualgen in Seen und in Talsperren vor und nur selten in stauregulierten Fließgewässern. Die Multiparametersonde im Ablauf der Talsperre verfügt zwar über eine entsprechende Messeinheit für die Cyanobakterien, doch können die Bakterien-Flocken von der Messsonde nicht erfasst werden.



Abb. 14: Cyanobakterien in der unteren Eder

Ausblick

Die ersten Ergebnisse des engmaschigen Monitorings mittels Datenlogger in der unteren Eder lieferten bereits wertvolle Erkenntnisse über den Temperatur- und Sauerstoffverlauf. Infolge der schnell wechselnden Bedingungen seitens abiotischer Faktoren, des Talsperren-Betriebes und der Änderung des Schichtungsverhaltens des Stausees sind die Auswirkungen auf die untere Eder mit Hilfe der eingesetzten Datenlogger sehr gut zu beschreiben. Der Einsatz der Multiparametersonde mit einer Datenfernübertragung erlaubte das Erkennen von kritischen Gewässersituationen und ermöglicht das Ergreifen von geeigneten

Maßnahmen im notwendigen Zeitfenster. Zudem werden von der Multiparametersonde noch weitere Parameter erfasst, die die Gewässergüte noch besser beschreiben.

Das Messsystem zur Erfassung kontinuierlicher Daten wird in naher Zukunft weiter betrieben werden, um weitere Erkenntnisse zur Situation der unteren Eder gewinnen zu können. Dies gilt vor allem für den geplanten Probetrieb einer verminderten Mindestwasserabgabe in den Wintermonaten 2018/2019.