

Kurzfassung

Studie zu den Auswirkungen des Grundwasseranstiegs auf die Beschaffenheit der Oberflächengewässer in den Sanierungsgebieten B1 (Seese/Schlabendorf) und B2 (Greifenhain/Gräbendorf). Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 23. Dezember 2010.

Mit dem fortschreitenden Grundwasserwiederanstieg in den Sanierungsbereichen Seese/Schlabendorf (B1) und Greifenhain/Gräbendorf (B2) tritt in einigen Fließgewässerabschnitten ein stark eisenhaltiges Grundwasser aus (Bild 1). Das betrifft vor allem das Greifenhainer Fließ nördlich des Gräbendorfer Sees, den Mittellauf des Vetschauer Mühlenfließes, sowie die Oberläufe der Schrake, der Wudritz und der Berste. Diese Fließgewässer haben bzw. hatten ihre Quellgebiete am Nordhang des Lausitzer Grenzwalls und entwässern ausnahmslos nach Norden in Richtung des Spreewalds. Sie münden zwischen Burg und Lübben in den Südumfluter bzw. in die Hauptspreewald. Die Quellgebiete und die ursprünglichen Verläufe der Fließgewässer wurden durch den Braunkohlenbergbau teilweise verändert.



Bild 1: Erscheinungsbild eisenbelasteter Fließgewässer im Nordraum der LMBV am Beispiel des Greifenhainer Fließes (Bereich nördlich des Gräbendorfer Sees bei Wüstenhain)

Im Rahmen einer ersten Studie, die im Jahr 2010 im Auftrag der LMBV bearbeitet wurde, wurden die Ursachen der erhöhten Eisenbelastung in den Fließgewässern untersucht. Neben den Daten des Oberflächenwasser- und Grundwassermonitorings der LMBV wurden in die Studie alle amtlichen Daten des LUGV Brandenburg zu den genannten Fließgewässern einbezogen und zusätzlich Untersuchungen in den Fließgewässern, im Grundwasser und in den Niedermooren durchgeführt.

Durch spezielle Stichtagsmessungen in ausgewählten Flusseinzugsgebieten, die als Kombination von Durchflussmessungen und Wasserprobennahmen durchgeführt wurden, wurde die stoffliche Belastung der Fließgewässer zu bestimmten Terminen erfasst. Aus der ermittelten Stoffbilanz zu den Stichtagen wurde auf die maßgeblichen Eintragsquellen des Eisens geschlossen. Das Einzugsgebiet des Greifenhainer Fließes diente dabei als Referenzgebiet für die Untersuchungen zur Eisenbelastung und wurde deshalb räumlich und zeitlich im Detail untersucht.

Das ehemalige Kohlenfeld Gräbendorf wird im Osten durch die Wüstenhainer Rinne begrenzt. Das ist eine pleistozäne Rinnenstruktur, die in den Eiszeiten bis tief unter das 2. Lausitzer Flöz eingeschnitten wurde und überwiegend mit gut durchlässigen Sedimenten gefüllt ist. Der Grundwasserspiegel in der Wüstenhainer Rinne wurde während des Braunkohlenbergbaus abgesenkt. In Folge dessen verwitterte der Pyrit, welcher sich auch in pleistozänen Sedimenten in geringen Anteilen findet. Das Grundwasser in der Wüstenhainer Rinne ist darum hydrochemisch verändert. Es hat örtlich hohe Eisenkonzentrationen bis 300 mg/L und ein hohes Versauerungspotential. Das Eisen kommt im Grundwasser ausschließlich als reduziertes zweiwertiges Eisen vor. Die stoffliche Belastung reicht nach vorliegenden Erkenntnissen bis in große Tiefen und betrifft also große Grundwasserkörper.

Nordöstlich des Gräbendorfer Sees tritt in das Neue Buchholzer Fließ und in das Greifenhainer Fließ ein eisenhaltiges und zur Versauerung neigendes Grundwasser ein. Die Eisenkonzentration erhöht sich in den beiden betroffenen Fließten auf kurze Distanz von sehr niedrigen Werten auf 10 bis 30 mg/L. Dieser Stoffeintrag belastet den gesamten weiteren Flussverlauf erheblich.

Weiter nördlich mündet linksseitig das Laasower Fließ in das Greifenhainer Fließ. Das Laasower Fließ führt ein stark saures Wasser ($\text{pH} \approx 3$) mit einer Eisenkonzentration von durchschnittlich 200 mg/L als vollständig oxidiertes, dreiwertiges Eisen. Das Laasower Fließ hat seinen Ursprung in einem Niedermoor südlich von Briesen. Die Niedermoore am Nordhang des Lausitzer Grenzwalls sind entstehungsbedingt überwiegend flachgründige Versumpfungsmoore. Die Mächtigkeit der typischen Torfhorizonte beträgt überwiegend weniger als einen Meter. Aufgrund der Entstehung der Niedermoore und ihrer spezifischen geochemischen Bedingungen hatte sich in den tieferen Torfschichten Pyrit gebildet. Die Niedermoore, die von der bergbaulichen Grundwasserabsenkung erfasst und dabei über längere Zeit belüftet wurden, wurden auch von der Pyritverwitterung betroffen. Die gut löslichen Verwitterungsprodukte Eisen und Sulfat finden sich heute im Grundwasser unter den Niedermooren wieder. In kalkfreien Niedermooren, wie zum Beispiel im Niedermoor bei Briesen, werden im Grundwasser besonders hohe Eisenkonzentrationen und sehr niedrige pH-Werte gemessen. In kalkhaltigen Niedermooren, wie z. B. in den weiter nördlich gelegenen Luchwiesen, ist ein Teil des Eisens als Raseneisenstein im Oberboden festgelegt. Bei vergleichbar hohen Sulfatkonzentrationen wie in den kalkfreien Niedermooren hat das Grundwasser in den kalkhaltigen Niedermooren niedrigere Eisenkonzentrationen und einen neutralen pH-Wert.

Die Luchwiesen sind das Quellgebiet für das Eichower Fließ. Das Eichower Fließ entwässert nach Norden und mündet bei Babow in das Greifenhainer Fließ. Zuvor mündet der Priorgraben in das Greifenhainer Fließ. Der Priorgraben wird bei Cottbus aus der Spree gespeist. Unterwegs nimmt er das Koselmühlenfließ, das an der Nordmarkscheide des Tagebaus Welzow-Süd mit Sumpfungswasser künstlich bespannt wird, auf. Der Priorgraben führt nur wenig Eisen und trägt aufgrund seiner hohen Wasserführung zur Verdünnung der Eisenkonzentration im Greifenhainer Fließ bei.

Bis zum Jahr 2010 wurde der Gräbendorfer See über eine Rohrleitung mit Wasser aus der Spree geflutet. Die Wasserentnahme erfolgte durch eine Pumpstation am Südumfluter in Burg. Durch den hohen Anteil der Fremdfutung und die günstigen hydrogeologischen Bedingungen hat sich der Gräbendorfer See zu einem neutralen Gewässer entwickelt. Mit dem weitgehenden Abschluss des Grundwasserwiederanstiegs in der Umgebung des Gräbendorfer Sees wurde die Flutung eingestellt. Bis dahin wurde der Bilanzüberschuss des Gräbendorfer See zeitweilig in das Greifenhainer Fließ ausgleitet. Damit war ein kontinuierlicher Durchfluss im Greifenhainer Fließ mit einer günstigen Wasserbeschaffenheit gesichert. Die anfänglich geringen Grundwasserzutritte wurden verdünnt und chemisch neutralisiert.

Das Greifenhainer Fließ zeigte in der Vergangenheit einen akzeptablen Zustand, der im Wesentlichen durch die Wasserüberleitung aus der Spree gestützt wurde. Nach Einstellung dieser Maßnahme hat sich der Zustand wesentlich verschlechtert, der jetzt durch den Zufluss belasteten Grundwassers dominiert wird.

Bisher traten im Greifenhainer Fließ nur im Sommer vereinzelt Schübe mit hohen Eisenkonzentrationen auf, wenn kein verdünnender und neutralisierender Abfluss aus dem Gräbendorfer See erfolgte. Bei geringen Durchflüssen fließt das Flusswasser entsprechend langsam und benötigt deutlich längere Zeit bis zum Spreewald. In dieser Zeit kann das aus dem Grundwasser stammende zweiwertige Eisen im Fluss nahezu vollständig zu dreiwertigem Eisen oxidieren. Sommerlich erhöhte Wassertemperaturen beschleunigen diesen Prozess. Das dreiwertige Eisen reagiert mit Wasser zu Eisenhydroxid. Diese Reaktion wird als Hydrolyse bezeichnet. Unter neutralen Bedingungen fällt das Eisenhydroxid dabei als rotbrauner Schlamm aus. Die Ausfällung erfolgt jedoch zeitverzögert. Deshalb verursacht das Eisenhydroxid zunächst eine starke Trübung des Gewässers (vgl. Bild 1 links).

Bei der Hydrolyse des Eisens wird Säure freigesetzt. Übersteigt die Menge der freigesetzten Säuren den natürlichen Hydrogencarbonatpuffer des Gewässers (Säurekapazität $K_{S4,3}$), führt die Hydrolyse zur Versauerung. Dabei stellen sich meist pH-Werte unter $\text{pH} < 3,5$ ein. Im Sommer des Jahres 2008 wurde bei sehr geringen Abflüssen im Greifenhainer Fließ in den Fischteichen Krieschow zum ersten Mal ein Fischsterben infolge eines derartigen Versauerungsschubs beobachtet.

Hohe Durchflüsse im Greifenhainer Fließ führen dagegen zu einer Verdünnung der Eisenkonzentration und zu einem schnellen Abtransport. Durch die kurze Fließzeit wird das zweiwertige Eisen(II) nicht vollständig oxidiert. Die Säurebildung ist entsprechend geringer und wird durch den natürlichen Hydrogencarbonatpuffer überwiegend kompensiert. Winterhalbjährlich traten deshalb bislang noch keine Versauerungsschübe auf. Bei niedrigeren Eisenkonzentrationen wird das Eisen winterhalbjährlich jedoch deutlich weiter verfrachtet, als in den Sommermonaten bei niedrigen Abflüssen.

Durch die Einstellung der Flutung des Gräbendorfer See - einerseits - und den Grundwasseranschluss an die örtlichen Fließgewässer – andererseits - haben sich in den letzten Jahren die Herkunft und damit die Beschaffenheit des Flusswassers im Greifenhainer Fließ grundlegend verändert. Das Greifenhainer Fließ führt nunmehr fast nur noch Wasser, das sich in seinem Einzugsgebiet generiert. Was sich im Sinne der Zielstellung des Sanierungsbergbaus - das Erreichen eines sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushaltes - als vorteilhaft darstellt, hat aus hydrochemischer Sicht zum Teil ungünstige Auswirkungen.

Die Eisenbelastung im Unterlauf des Vetschauer Mühlenfließes stammt überwiegend aus dem Buchwäldchener Feldgraben und dem Reudener Hauptgraben. Die Herkunft des Eisens lässt sich auch in diesen beiden Fließen auf die Niedermoore in ihren Quellbereichen eingrenzen. Die Eisenbelastung des Vetschauer Mühlenfließes hat einen ausgeprägten saisonalen Charakter. In den Sommermonaten ist die Eisenkonzentration aufgrund des geringen Durchflusses und der langen Fließzeit sehr niedrig. Das Eisen wird im Einzugsgebiet vollständig oxidiert und, durch üppigen Makrophytenbewuchs (z. B. Schilf) befördert, im Fließ zurückgehalten. In Vetschau werden im Sommer meist weniger als 2 mg/L Eisen im Gewässer gemessen. In den Wintermonaten fließen dem Vetschauer Mühlenfließ aus dem Reudener Hauptgraben größere Mengen eines stark sauren und stark eisenhaltigen Wassers zu. Dadurch erhöht sich die Eisenkonzentration im Vetschauer Mühlenfließ in der Stadt Vetschau auf Werte zwischen 10 mg/L und 20 mg/L. Das führt zu erheblichen Beeinträchtigungen der örtlichen Fischwirtschaft (Stradowe Teiche) und zu Akzeptanzproblemen bei der ansässigen Bevölkerung (Schlosspark Vetschau).

Die Schrake wird im Oberlauf durch diffusen Grundwasserzutritt und oberirdischen Abfluss aus mehreren kleinen Niedermooren beeinflusst, u. a. aus dem Sandteichmoor. Vergleichende Untersuchungen in den Jahren 2003 und 2010 zeigen eine tendenzielle Zunahme der stofflichen Belastung des Grundwassers im Kerngebiet des Sandteichmoores durch Stoffeintrag aus den verwitterten Torfböden. Gleichzeitig kann in den Randbereichen des Niedermoores bereits eine Ausspülung der Verwitterungsprodukte beobachtet werden. Mit dem zeitnah erwarteten Abschluss des Grundwasserwiederanstiegs wird der Höhepunkt der stofflichen Belastung des Grundwassers und der Fließgewässer im Einzugsgebiet der Schrake erwartet. Der Rückgang der Belastung durch die Auswaschung und durch mikrobiologische Prozesse (z. B. Sulfatreduktion) kann quantitativ noch nicht prognostiziert werden, wird aber längere Zeiträume von mehreren Jahrzehnten in Anspruch nehmen.

Die Berste führte nur im Oberstrom ein stark saures und eisenhaltiges Wasser. Dieses Wasser stammt im Wesentlichen aus dem NSG Weißacker Moor, aus einem Niedermoor südlich des Horstteiches und aus den Bornsdorfer Teichen (alte Braunkohlengruben des 19. Jahrhunderts). Beim Eintritt in das NSG Borcheltsbusch ist die Berste sauer und führt im Mittel zwischen 10 und 30 mg/L Eisen. Durch Zuflüsse aus dem überwiegend landwirtschaftlich genutzten mittleren Einzugsgebiet wird die Berste neutralisiert und das Eisen anteilig zurückgehalten. Südlich von Luckau erfährt die Berste Eiseneinträge aus landwirtschaftlichen Drainagegräben. In Luckau führt die Berste überwiegend dreiwertiges Eisen als suspendiertes Eisenhydroxid. Die Eisenbelastung der Berste in Luckau hat saisonalen Charakter und schwankt zwischen 1 und 10 mg/L. Die höheren Eisenkonzentrationen treten winterhalbjährlich auf. Auf dem weiteren Fließweg der Berste bis zur Hauptspreewald wird das Eisen durch Verdünnung und Ausfällung weitgehend zurückgehalten.

Der Südümfluter der Spree und die Hauptspree waren von den Eiseneinträgen zum Zeitpunkt der Studie nur gering betroffen und tolerierbar. Gründe dafür waren die hohe Verdünnungswirkung der Spree selbst und weiterer Zuflüsse aus dem Süden, die nicht mit Eisen belastet sind. Der Grundwasserwiederanstieg war zum Zeitpunkt der Studie noch nicht abgeschlossen. Da sich die diffusen Grundwasserzutritte überwiegend erst in der finalen Phase des Grundwasserwiederanstiegs in den Flusseinzugsgebieten einstellen, musste mit einer weiteren Zunahme der Eisenbelastung gerechnet werden. Es konnte nicht ausgeschlossen werden, dass die Eisenbelastung dann den Spreewald erreicht.

Insbesondere am Referenzobjekt des Greifenhainer Fließes wurde deutlich, dass die Ursachen und die Dynamik der Eisenbelastung in den Fließgewässern im Nordraum sehr vielgestaltig sind. Unter Einbeziehung der Erkenntnisse zu den anderen Fließgewässern in den Sanierungsgebieten B1 und B2 sowie zur Niederlausitz als Jahrhunderte alten Kulturraum lassen sich nachfolgende sieben Quellen für die aktuelle Eisenbelastung unterscheiden (Bild 2):

1. Vorbelastung durch die Landnutzung (Torfstiche, Abbau von Raseneisenerz, landwirtschaftliche Melioration)
2. Belüftete Lamelle der gewachsenen Grundwasserleiter im Absenkungstrichter des ehemaligen Braunkohlenbergbaus
3. Abstrom aus den Innenkippen der Braunkohlentagebaue
4. Sickerwasser der Außenhalden des Braunkohlenbergbaus
5. Grundwasserabfluss aus zeitweilig entwässerten, wiedervernässten Niedermooren im Absenkungstrichter der Tagebaue
6. Inselbetriebe der LMBV zur Stützung des lokalen Wasserhaushaltes

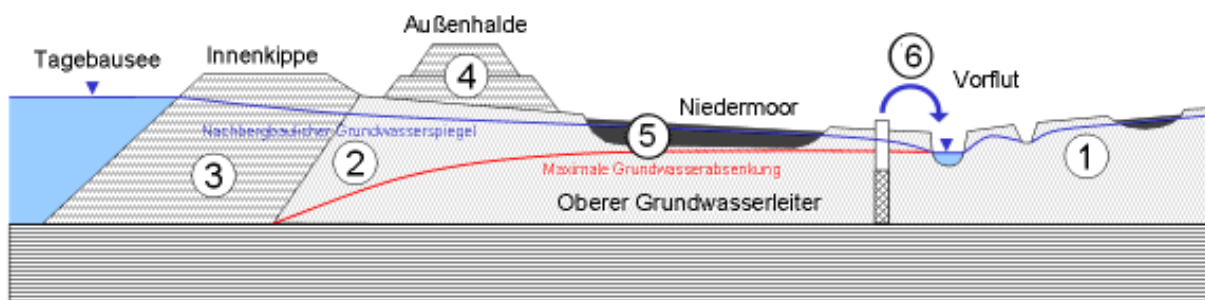


Bild 2. Quellen der identifizierten Eisenbelastung der Fließgewässer im Nordraum der LMBV

Auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse zu den Volumenströmen, Eisenkonzentrationen und zum Versauerungspotential sowie zur jahreszeitlichen Dynamik der Eisenbelastung wurden erste Maßnahmen zur Verringerung der Eisenbelastung in den Fließgewässern konzipiert. Im Einzugsgebiet des Greifenhainer Fließes besteht dringender Handlungsbedarf zur Eisenminderung vor allem im Bereich nördlich des Gräbendorfer Sees, im Laasower Fließ und im Eichower Fließ. Dringender Handlungsbedarf zur Minderung der Eisenbelastung wird aufgrund der Nähe zum Spreewald auch für den Unterlauf des Vetschauer Mühlenfließes gesehen. Weitere Ansatzpunkte für den Eisenrückhalt sind für den Oberlauf der Berste gegeben.

Die Vorschläge für Maßnahmen zum Eisenrückhalt berücksichtigen weitgehend die örtlichen Bedingungen. Dabei ist zwischen Sofortmaßnahmen mit schneller Wirkungsentfaltung und Maßnahmen, die langfristig und dauerhaft zu einer Sanierung führen, zu unterscheiden. Es wurden bevorzugt naturräumliche Wasserbehandlungsmaßnahmen in der Nähe der maßgebenden Eisenquellen im Oberstrom der Fließgewässer vorgeschlagen. Im Unterstrom der Fließgewässer bietet sich zum Beispiel die Reaktivierung der Grubenwasserbehandlungsanlage Vetschau der LMBV und die Wasserbehandlungsanlage der Vattenfall Power Consult GmbH am Standort des ehem. Kraftwerkes Vetschau an. Auch die Umwidmung von Niederungen und Feuchtgebieten in Rückhalteräume für Eisen ist denkbar.

Da voraussichtlich mit einer langen Betriebszeit der Wasserbehandlungsmaßnahmen zu rechnen ist, werden grundsätzlich energiearme Maßnahmen bevorzugt. In Einzelfällen wird es aber unumgänglich sein, belastete Grundwasserströme mittels Brunnen oder Dränagen zu fassen und in benachbarte Einzugsgebiete, wo die Möglichkeit einer Wasserbehandlung besteht, überzuleiten.

Außerdem wurde die Empfehlung gegeben, die Inselbetriebe der LMBV, die bislang der Sicherung der Mindestabflüsse im Sommer dienen, häufig aber beträchtliche Eisenkonzentrationen in die Fließgewässer einleiten, vorzeitig außer Betrieb zu nehmen.

Im Ergebnis der Studie von 2010 konnte ein erster Überblick über die aktuelle Eisenbelastung der Fließgewässer im Nordraum der LMBV gewonnen werden. Insbesondere wurden neue Erkenntnisse zur Herkunft und zur Dynamik der Eisenbelastung erlangt. Die Untersuchungen waren zunächst auf die bekannten Belastungsschwerpunkte im Greifenhainer Fließ konzentriert. Abschließende Aussagen zur weiteren Entwicklung der Eisenbelastung in den Fließgewässern vor allem im Zuge des weiteren Grundwasserwiederanstiegs, der bevorstehenden Außerbetriebnahme von Flutungseinrichtungen und der zu erwartenden Ausleitung aus den Bergbaufolgeseen konnten nicht getroffen werden. Deshalb war es erforderlich, die Untersuchungen zunächst weiter zu vertiefen.