

Gefahrenabwehr am Rotschlammrestloch Heide V und Verbesserung der Ablaufwasserqualität durch temporäre Wasserüberleitung in das Restloch Heide VI im Gebiet Lauta / Hosena

Aubel, Tim	G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Schwarze Kiefern 2, 09633 Halsbrücke, t.aubel@geosfreiberg.
Janneck, Eberhard	G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Schwarze Kiefern 2, 09633 Halsbrücke
Zimmermann, Andreas	GESA Gesellschaft zur Entwicklung und Sanierung von Altstandorten; Karl Liebknecht-Straße 33; 10176 Berlin
Schwandtke, Eckhard	GESA Gesellschaft zur Entwicklung und Sanierung von Altstandorten; Karl Liebknecht-Straße 33; 10176 Berlin
Rüster, Manfred	Projektmanagement ÖAGP Lautawerk, Str. d. Freundschaft 92, 02991 Lauta
Ebersbach, Falk	Sächsisches Oberbergamt, Kirchgasse 11, 09599 Freiberg

Auf dem Gebiet des ehemaligen Tagebaus Heide befinden sich die beiden Tagebaurestlöcher Heide V und Heide VI, die heute wassergefüllt und durch einen Damm getrennt sind. Das Restloch Heide V wurde mehr als zwanzig Jahre als Absetzbecken für den Rotschlamm aus dem Aluminiumwerk Lauta verwendet. Das Oberflächenwasser im Restloch Heide V weist dadurch einen pH-Wert von ca. 11 und einen Arsengehalt von etwa 1 mg/L auf. Das Restloch Heide VI ist ein typischer saurer Bergbaufolgesee. Ein natürlicher Wasseraustausch zwischen beiden Restlöchern findet nur in geringem Maße statt. Zur Beseitigung einer akuten geotechnischen Gefährdungssituation für den Trenndamm mussten 2013/2014 mehr als 400.000 m³ Wasser von Heide V nach Heide VI übergeleitet werden, um den Wasserspiegel in Heide V um mehr als 70 cm abzusenken. Es wird gezeigt, dass die im Zusammenhang mit der Überleitung aufgetretenen Bedenken einer ökologischen Beeinträchtigung des Oberflächenwassers in Heide VI durch die Vermischung mit arsenhaltigem Wasser aus Heide V unberechtigt waren, indem mit dieser Maßnahme unter Beachtung der hydrochemischen Besonderheiten des Standortes sogar eine Verbesserung der Wasserqualität in Heide VI erreicht werden konnte. Entscheidend für dieses Ergebnis war die qualifizierte ingenieurtechnische Maßnahmenplanung und -begleitung, welche die zuständige Ordnungsbehörde in die Lage versetzte, im Rahmen des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes angemessene Entscheidungen zu treffen und diese während der Überleitung gezielt zu kontrollieren.

The two open mining pit lakes Heide V and Heide VI are located on the territory of the former open-cast mine Heide only separated by a dam. For more than 20 years Heide V was used as a tailing disposal for red mud from the aluminum plant Lauta. The pit lake water has a pH value of 11 and an arsenic concentration of approximately 1 mg/L. Heide VI is a typical acidic pit lake. A natural water exchange between both lakes occurs only at a very small scale. To eliminate an urgent geotechnical risk situation for the dam more than 400,000 m³ water had to be pumped from Heide V to Heide VI to lower the water level in Heide V for about 70 cm. It is shown that the concerns related to the mixture of arsenic Heide V water with water from Heide VI and the negative impact on the surface discharge were unfounded. On the contrary, even an improvement of the surface water quality could be achieved with consideration of the special hydrochemical aspects of this territory. It has to be highlighted that the qualified engineering planning and implementation of the measure were crucial for that result. This enabled the regulatory agency to reasonably decide in line with the proportionality principle and to selectively control these decisions during the pumping.

1 Einleitung

Auf dem Gebiet des ehemaligen Tagebaus Heide befinden sich die beiden Tagebaurestlöcher Heide V und Heide VI, die durch einen Damm aus Material einer Absetzerkippe (Trenndamm) getrennt sind. Das Rotschlamm-Restloch Heide V (RSRL Heide V) mit einer Größe von rd. 40 ha wurde mehr als zwanzig Jahre als industrielle Absetzanlage für den Rotschlamm aus dem Aluminiumwerk Lauta verwendet und befindet sich im Besitz der GESA Berlin.

Das Oberflächenwasser im RSRL Heide V weist dadurch zum Zeitpunkt der Maßnahme einen pH-Wert von ca. 11 und einen Arsengehalt von ca. 1 mg/L auf.

Das Restloch Heide VI (RL Heide VI) befindet sich im Besitz der LMBV und ist mit ca. 108 ha fast dreimal so groß wie das Restloch Heide V. Es zeigt den typischen Charakter eines sauren Tagebaurestsees mit pH-Werten um 2,5 und hohen Eisengehalten (rd. 100-300 mg/L). Durch eine frühere Landbrücke wird es in ein nördliches und südliches Teilbecken geteilt, wobei der Wasseraustausch über einen schmalen Flachwasserbereich stattfindet. Der oberirdische Abfluss aus dem RL Heide VI befindet sich im flachen nördlichen Teilbecken.

Im abflusslosen RSRL Heide V kam es aufgrund der extremen Niederschlagsereignisse der letzten Jahre zu steigenden Wasserständen, die zu einer erhöhten hydraulischen Differenz zwischen beiden Restlöchern führte (Wasserstand RSRL Heide V 128,82 cm NHN, RL Heide VI 126,73 cm NHN/ Juli 2013). In Kombination mit der festgestellten Setzungsfließgefährdung des Trenndammes zwischen beiden Restlöchern veranlasste dies das Sächsische Oberbergamt zur Anordnung einer temporären Überleitung von Oberflächenwasser aus Heide V nach Heide VI als Maßnahme der akuten Gefahrenabwehr. Damit sollte der Oberflächenwasserspiegel im RSRL Heide V auf einen Stand von < 128 m NHN abgesenkt werden, um mögliche Schäden im Umfeld des RL Heide VI zu verhindern, falls es zu einem Versagen der Trenndammfunktion käme. Die Wasserüberleitung wurde temporär bis zur Errichtung und Fertigstellung zusätzlicher Sicherungsmaßnahmen am und um den Trenndamm begrenzt.

Der Entscheidung des Sächsischen Oberbergamtes zur Wasserüberleitung gingen umfangreiche Fachdiskussionen voraus, in denen die aus der Wasserüberleitung resultierenden ökologischen Risiken für das Oberflächenwasser im RL Heide VI und dessen Abstrom gegenüber den Risiken bei Versagen des Trenndammes abgewogen wurden. In diesem Rahmen konnte die G.E.O.S. als Fachplaner der GESA u. a. auf der Grundlage von früheren Studien ([IWB]/[G.E.O.S.]) zur Vermischung der beiden Wässer im Labor- und Technikumsmaßstab Eisenausfällungen prognostizieren, die zu einer adsorptiven Mitfällung von Arsenkomponenten führen. Damit würden Arsen-Anreicherungen des Oberflächenwassers im RL Heide VI bzw. die Ableitung arsenhaltiger Wässer in andere Oberflächengewässer der Umgebung erfolgreich verhindert. Im Ergebnis der nachvollziehbaren ingenieurtechnischen Überlegungen und Schlussfolgerungen aus den vorangegangenen Versuchen ist von den Verantwortlichen die Überleitung entschieden worden.

Zur Vorbereitung der temporären Überleitung wurde eine unterirdische Rohrleitung (PE, Durchmesser 160 mm) über 2,6 km Länge verlegt und eine Pumpstation (max. 100 m³/h) am Ufer des RSRL Heide V errichtet (Abbildung 1).



Abbildung 1: Trassenführung Wasserüberleitung

Nach mehrtägigen Probeläufen erfolgte der Dauerbetrieb der Überleitung bei einer Pumpennennleistung von kontinuierlich 100 m³/h.

2 Betrieb der Überleitung

Die Wasserüberleitung wurde mit Beginn des Probebetriebes von Mitte August 2013 bis zur angeordneten Einstellung Mitte Februar 2014 betrieben. Dabei sind in 4.265 h Pumpenlaufzeit insgesamt rd. 424 Tm³ Wasser aus dem RSRL Heide V nach RL Heide VI übergeleitet worden.

Die Entwicklung der Wasserstände während der Überleitung ist in Abbildung 2 dargestellt.

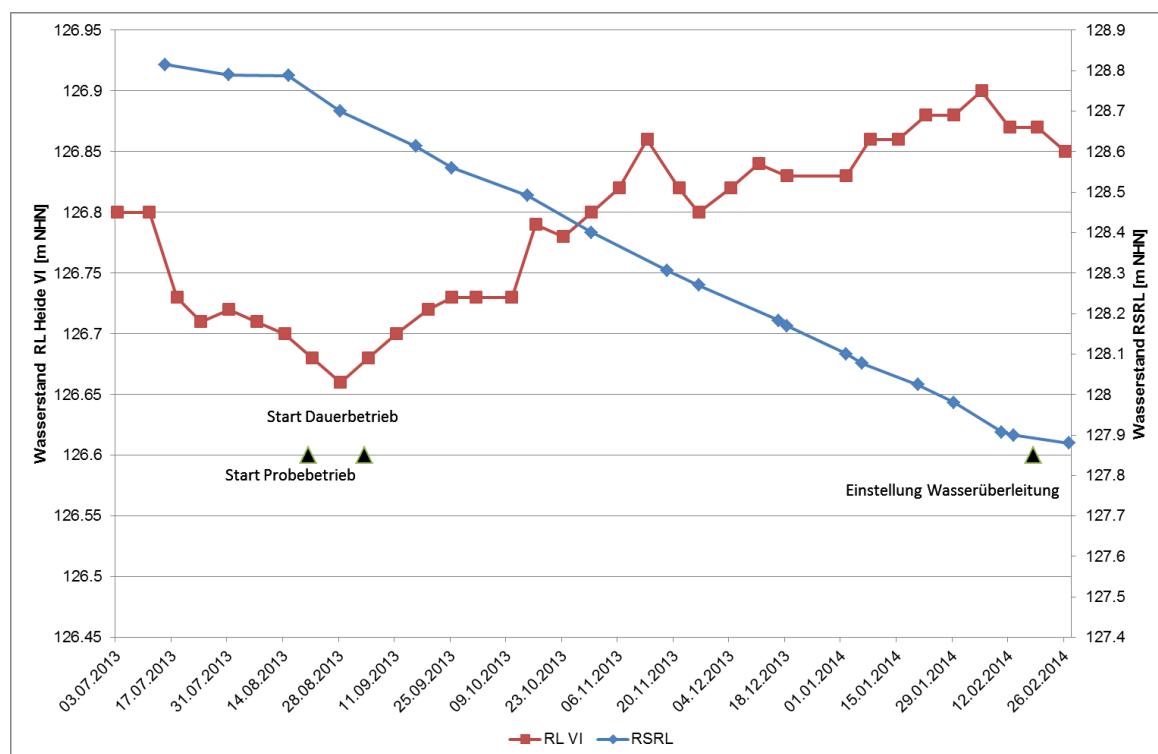


Abbildung 2: Wasserstandsentwicklung RSRL Heide V und RL Heide VI

Die Einstellung der temporären Wasserüberleitung erfolgte nach dem Unterschreiten des in der Anordnung vorgegebenen Wasserstandes von 128,00 m NHN im RSRL Heide V.

Aufgrund der geringen Niederschlagsmengen stieg der Wasserstand im RSRL Heide V zwischen der Einstellung der Überleitung und der Verankerung des Stützdammes als erste Maßnahme zur Sicherung des Trenndamms Ende Februar 2015 nur vergleichsweise geringfügig bis auf maximal 128,08 m NHN, so dass bis zur endgültigen Trenndammsicherung keine weitere Überleitungsphase benötigt wird.

3 Monitoringkonzept

Die Zusammensetzung der Wässer in den beiden Restlöchern ist in

Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Wässer vor der Überleitung (teilweise Mittelwerte)

	RSRL Heide V	RL Heide VI
pH-Wert	10,2	2,6
KB 4,3	< 0,01 mmol/l	6,3 mmol/l
Fe (gesamt)	0,35 mg/L	88 – 293 mg/L
Na	41 mg/L (im Auslauf)	2.700 mg/L
As	< 0,001 mg/L	1,16 mg/L
V	< 0,001 mg/L	3,78 mg/L

Aufgrund der stark unterschiedlichen pH-Werte und Zusammensetzungen der beiden Restloch-Wässer sowie der o. g. ökologischen Risiken aufgrund der im Wasser von Heide V enthaltenen Arsengehalte wurde ein mit den zuständigen Ordnungsbehörden abgestimmtes aufwändiges Monitoringprogramm während der gesamten Überleitung betrieben.

Insgesamt neun Messstellen im RL Heide VI (M1-9) sowie eine Messstelle (M10) im Auslauf und zwei weitere Messstellen (M11/12) im weiteren Verlauf bis zum Gewässer Laubusch wurden für die gesamte Dauer der Überleitung in 1 bis 3 Tiefenstufen regelmäßig beprobt.

Ergänzt wurde das Monitoringprogramm durch insgesamt fünf installierte Onlinemessstellen (O1-O5), welche permanent Temperatur, pH, Leitfähigkeit, Redox sowie die Auslaufmenge aus dem RL Heide VI überwachten (Abbildung 3)

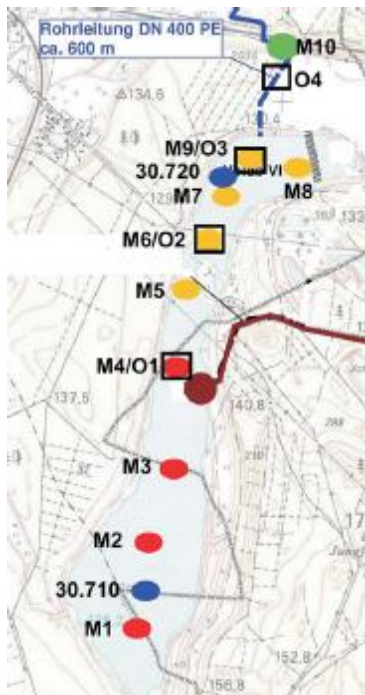


Abbildung 3: Monitoringstellen im Restloch Heide VI (30.710/30.720 LMBV-Messpunkte)

Nach dem Nullmonitoring vor Beginn der Überleitung wurden bis zur Einstellung der Überleitung insgesamt elf Monitoringtermine wahrgenommen, wobei der Zeitraum zwischen den Beprobungen sukzessive verlängert wurde.

4 Monitoringergebnisse

Während der Überleitung kam es aufgrund des im RL Heide VI vorhandenen Eisen-Puffer-Systems nur zu einer geringfügigen Verschiebung des pH-Wertes (Abbildung 4).

(* Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden im Folgenden nur die Messstellen M4 für das südliche Teilbecken, M7 für das nördliche Teilbecken und M10 für den Auslauf dargestellt. Die Suffixe -1, -2, -3 kennzeichnen von oben nach unten die jeweilige Tiefenstufe der Messstelle)

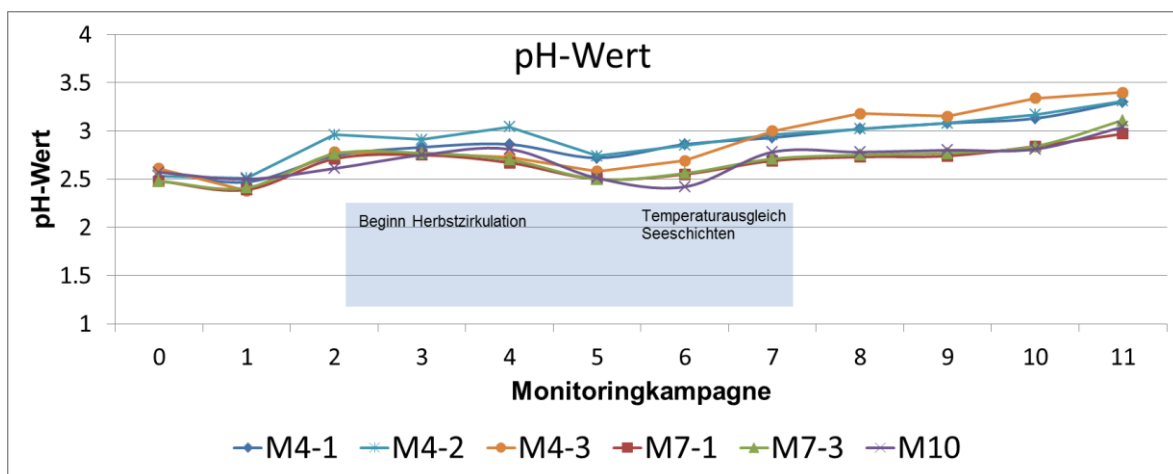


Abbildung 4: pH-Wert-Entwicklung im RL Heide VI

Stark verringert im gesamten Seekörper hat sich hingegen die Basenkapazität (Abbildung 5).

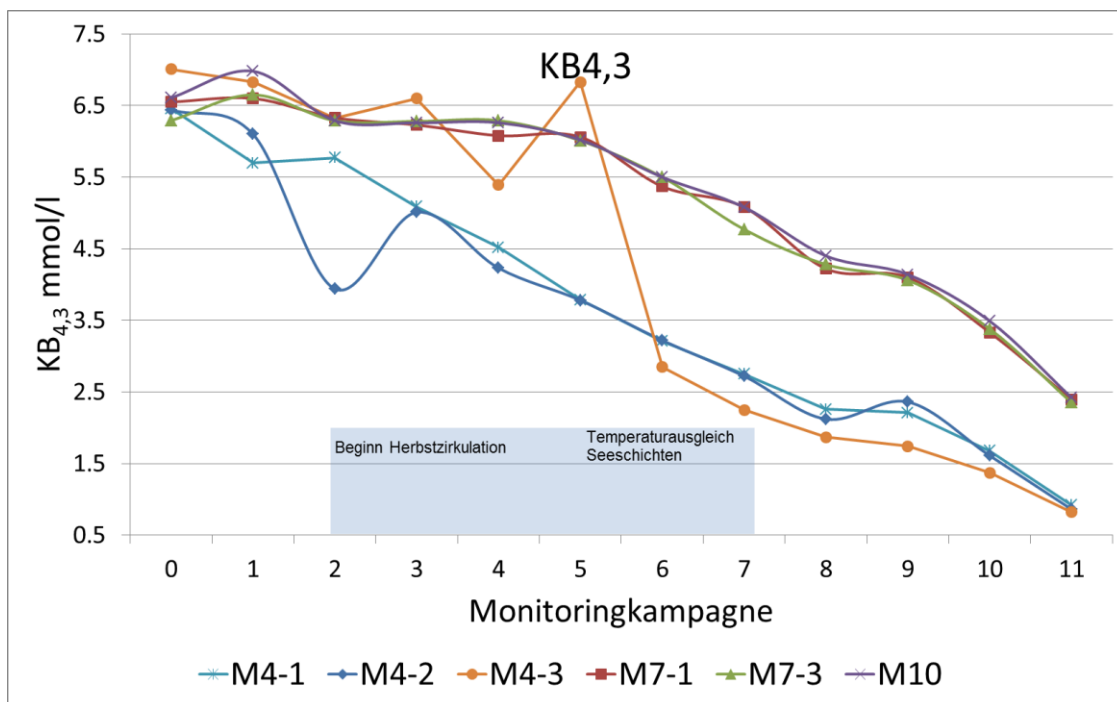


Abbildung 5: Entwicklung Basenkapazität im RL Heide VI

Ursache hierfür ist hauptsächlich die Fällung des Eisens aufgrund der Einleitung des alkalischen Wassers aus dem RSRL Heide V. In der Folge sind die Eisenkonzentrationen im RL Heide VI über die gesamte Dauer der Überleitung kontinuierlich gesunken (

Abbildung 6).

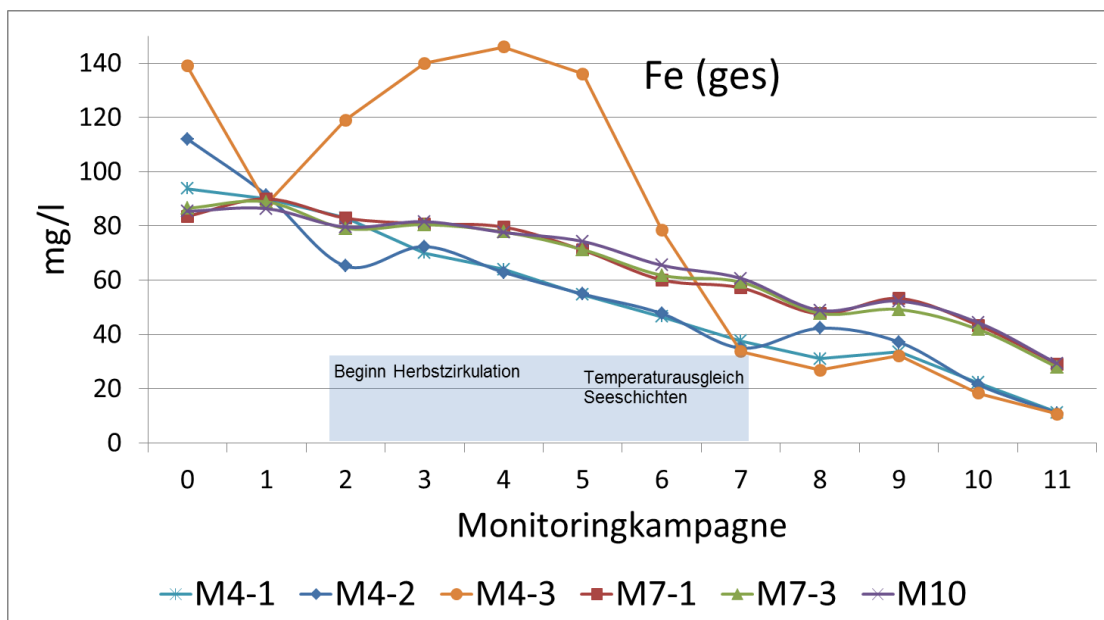


Abbildung 6: Entwicklung Eisengehalt im RL Heide VI

An der Messstelle M4-3 auf Höhe der Einleitstelle des übergeleiteten Wassers stieg der Eisengehalt zunächst an, da hier ein Großteil der Ausfällung stattfand und sich so aufgrund der langsamen Sedimentationsgeschwindigkeit das Eisen an der tiefen Messebene zunächst aufkonzentrierte.

Eine Verfrachtung von Arsen in den Auslauf des RL Heide VI bzw. bis in die Vorflut ist belegbar nicht eingetreten. Die in

Abbildung 7 dargestellten Arsengehalte des Oberflächenwassers im RL Heide VI lassen deutlich erkennen, dass diese teilweise geäußerte Befürchtung zu keinem Zeitpunkt der Überleitung berechtigt war.

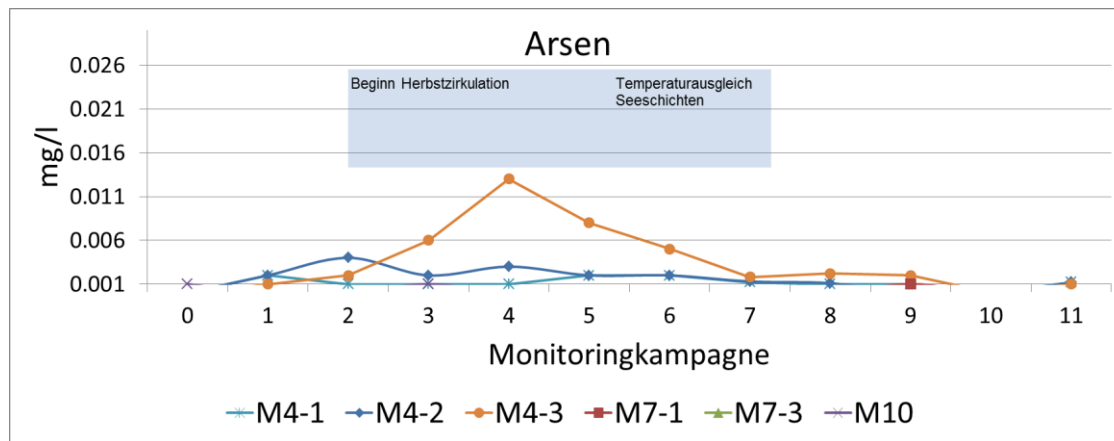


Abbildung 7: Entwicklung Arsengehalt im RL Heide VI

Insbesondere die für die Verfrachtung von Arsen in die Vorflut maßgebliche Messstelle M10 wies stabil über die gesamte Überleitungsphase einen As-Gehalt an bzw. größtenteils unter der Nachweisgrenze von 1 µg/L auf.

5 Auswertung

In den Vorversuchen (IWB/GEOS) wurden bei der Vermischung von saurem Wasser in Richtung alkalisches Milieu in pH-Bereichen unterhalb von 7 Arsen-Ausfällraten von ca. 50% ermittelt.

Allerdings waren zum damaligen Versuchszeitpunkt (1999) die Eisengehalte im RL Heide VI mit 45 mg/L wesentlich geringer als zu Beginn der Überleitungsphase. Abweichend zum Laborversuch wirkten die Mengenverhältnisse (rd. vierfache Größe des RL Heide VI gegenüber dem RSRL Heide V) der beiden vermischten Wässer sowie die wesentlich längere Verweilzeit und damit der intensivere Kontakt des basischen arsenhaltigen Wassers mit dem sauren eisenhaltigen Wasser positiv auf die Ausfällungsraten von Arsen.

Während der Überwachung der Überleitung wurden Arsen-Ausfällungsraten von > 75% zu Beginn der Überleitung bis auf über 95% nach der im Herbst beginnenden natürlichen Wassenumwälzung im RL Heide VI ermittelt.

Neben der Verfrachtung von Arsen und Vanadium in das Ausfällungsprodukt konnte mit der Wasserüberleitung die Acidität und der Eisengehalt im gesamten RL Heide VI signifikant vermindert und damit die Wasserqualität insb. in Bezug auf das Verockerungspotenzial verbessert werden.

Tabelle 2: Eisengehalt (gesamt) vor und nach der Überleitung

	Südliches Teilbecken RL Heide VI	Nördliches Teilbecken RL Heide VI
Eisen vor WÜ [mg/L]	138,5	85,2
Eisen nach WÜ [mg/L]	53,5	28,9
Eisen vor WÜ [t]	942	85

Eisen nach WÜ [t]	364	29
Ausgefällte Menge [t]	578	56

In Summe wurden insoweit während der Überleitung mehr als 600 Tonnen Eisen im RL Heide VI ausgefällt.

Der sich nur sehr langsam vollziehende Austausch des Wasservolumens zwischen südlichem und nördlichem Teilbecken ließ sich anhand der Natrium-Analyse im Auslauf (M 10) von Heide VI gut nachvollziehen (Abbildung 8).

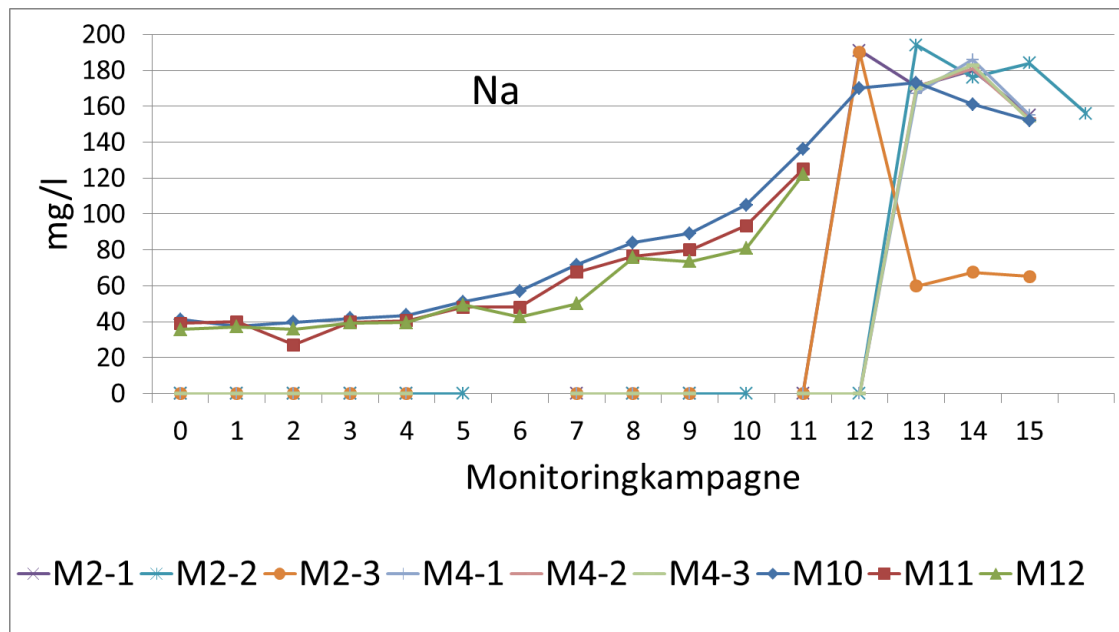


Abbildung 8: Natrium-Konzentration im RL Heide VI (M2/M4 wurden erst nach Einstellung der Überleitung auf Na beprobt)

Dabei wurde der hohe Natriumgehalt des Überleitungswassers aus dem RSRL Heide V als natürlicher Tracer verwendet. Es ist zu erkennen, dass erst nach der vierten Monitoringkampagne (1,5 Monate nach Beginn der Überleitung) natriumhaltiges Wasser am natürlichen Ablauf des Oberflächenwassers im RL VI ankommt und in die Vorflut gelangt. Dies erklärt auch nochmals, warum die Arsenfällung im Rahmen der Wasserüberleitung im Vergleich zu den Laborversuchen mit ihren wesentlich kürzeren Verweilzeiten deutlich verbesserte Ergebnisse bringt.

Das Vorhaben ist ein gelungenes Beispiel dafür, wie

- eine unabdingbare Maßnahme zur Gefahrenabwehr unter Beachtung der hydrochemischen Besonderheiten des Standortes gleichzeitig zur Verbesserung der Wasserqualität genutzt werden konnte und
- eine qualifizierte ingenieurtechnische Maßnahmenplanung und -begleitung die Ordnungsbehörden in die Lage versetzt, im Rahmen des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes angemessene Entscheidungen zu treffen.

6 Literaturverzeichnis

[G.E.O.S.] „Halbtechnischer Versuch zur Wasserüberleitung“ Freiberg, 2009, interner Bericht

[IWB] „Machbarkeitsstudie zur kontrollierten Überleitung von Wässern aus dem Restloch Heide V in das Restloch Heide VI“, Possendorf, 1999, interner Bericht