

WBA Ronneburg – Wasserbehandlung nach dem HDS-Verfahren

Michael Hüttl, Michael Paul

Wismut GmbH, Jagdschänkenstraße 29, 09117 Chemnitz, Email: m.huettl@wismut.de

1 Einleitung

Mit der Wasserbehandlungsanlage (WBA) Ronneburg wurde durch die WISMUT GmbH seit 1995 die siebente Anlage neu errichtet und in Betrieb genommen. Die Fertigstellung der WBA Ronneburg im Dezember 2001 bildet die Grundvoraussetzung, um die Flutung des Grubenfeldes Ronneburg aktiv steuern zu können und nach Abschluss der Flutung eine Beeinträchtigung der Gewässer durch austretendes, kontaminiertes Grundwasser verhindern zu können.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, ist eine Wasserbehandlungsanlage für einen Durchsatz von $450 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ notwendig, die in der Lage ist, Schwermetalle und Radionuklide aus dem Wasser abzutrennen.

Das Konzept zum Betreiben der Wasserbehandlungsanlage sieht vor, dass die Zuführung des zu behandelnden Wassers sowohl von einem Tiefbrunnen als auch von der zentralen Pumpstation eines Wasserfassungssystems im Gessental erfolgen kann. Das behandelte Wasser wird in die Wipse (ca. 5 km Fließweg bis zur Weißen Elster) abgegeben. Bei Nichteinhaltung der genehmigten

Überwachungswerte besteht jedoch die Möglichkeit, das Wasser über ein Versturzböhrloch (auf dem Gelände der WBA) wieder nach unter Tage zu geben.

Im Zeitraum von Januar bis Dezember 2002 wurde ein erster Probetrieb durchgeführt. Dabei zeigte es sich, dass die Konzentrationen im gehobenen Flutungswasser dauerhaft höher waren, als dies im Ergebnis der Prognosen erwartet wurde. Unter diesen Umständen gelang es, die Funktionstüchtigkeit der Wasserbehandlungsanlage bis zu einem Durchsatz von $240 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ nachzuweisen.

Der Nachweis, dass die WBA Ronneburg eine Wassermenge von bis zu $450 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ behandeln kann, konnte somit nicht geführt werden. Um diese Zielstellung zu erreichen, machte sich die Durchführung eines zweiten Probetriebes notwendig, bei dem eine weitere Optimierung des Anlagenbetriebes durchzuführen war. Dies erfolgte im Zeitraum September bis Dezember 2003.

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die Beobachtungen und Ergebnisse der beiden Pro-

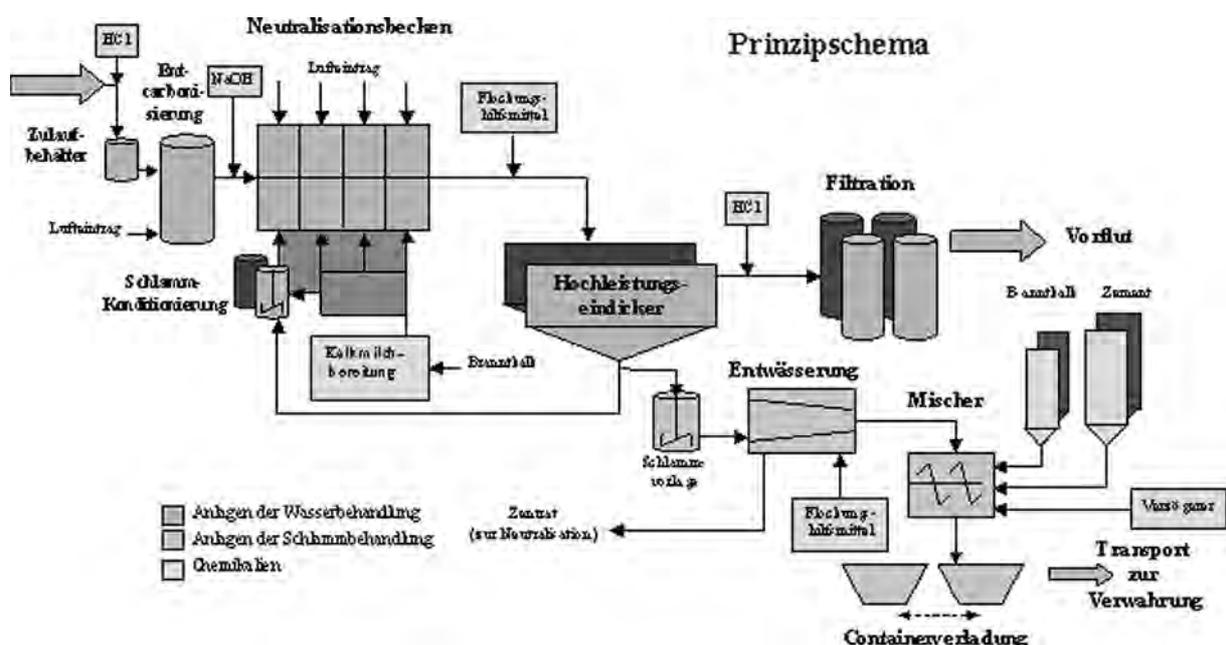


Abb. 1: Prinzipschema der WBA Ronneburg.

betriebsphasen vermittelt. In beiden Fällen wurde das zu behandelnde Wasser über den Tiefbrunnen, direkt aus der Grube entnommen.

2 Verfahrensbeschreibung

Im Rahmen der Vorplanung für die Errichtung der WBA Ronneburg erfolgte hinsichtlich möglicher Wasserbehandlungsverfahren eine Optimierung. Als günstigstes Verfahren wurde das HDS-Verfahren (**H**igh **D**ensity **S**ludge) für die Behandlung dieses speziellen, bergbaulich geprägten Wassers ermittelt. In Abbildung 1 ist das Schema der WBA Ronneburg dargestellt.

Im Folgenden sind die einzelnen Verfahrensstufen aufgelistet.

Wasserstrecke:

- Zugabe von Salzsäure zur Absenkung des pH-Wertes im Zulauf auf Werte < 4
- Austreibung des Hydrogenkarbonates in der Strippkolonne (Entcarbonisierung)
- Ausfällung der Metallhydroxide durch Anhebung des pH-Wertes auf Werte > 8 in den Neutralisationsbecken
- intensive Belüftung in den Neutralisationsbecken zur Durchmischung und Einstellung oxidierender Verhältnisse
- Zugabe von Flockungshilfsmittel zur Verbesserung der Flockenbildung
- Abtrennung des entstandenen Schlammes in Hochleistungseindickern
- Rückführung von 95 % des abgezogenen Schlammes, Vermischung mit Kalkmilch und erneute Zugabe im Neutralisationsbecken
- Immobilisierung von ca. 5 % des abgezogenen Schlammes
- Zugabe von Salzsäure zur Absenkung des pH-Wertes im Ablauf
- Schlussfiltration mit Druckfiltern
- Abförderung des behandelten Wassers in den Wipsegraben oder Aufgabe in das Versturzböhrloch

Schlammstrecke:

- Entwässerung von 5 % des abgezogenen Schlammes mittels Dekanter

- Immobilisierung des Schlammes durch Vermischung mit Zement und Kalk
- Einlagerung der Immobilisate

Bei dem HDS-Verfahren handelt es sich um ein modifiziertes Kalkfäll-Verfahren, bei dem ein sehr großer Anteil des abgetrennten Schlammes rezykliert wird. Dadurch werden sowohl die Schadstoffabtrennung als auch die Eigenschaften des entstehenden Schlammes positiv beeinflusst.

Die gelösten Metallionen werden im Wesentlichen als Hydroxide gefällt oder in die gebildeten Hydroxid-Flocken mit eingebunden (Co-Fällung). Die Abtrennung der Schadstoffe erfolgt durch eine Kopplung geeigneter chemisch/physikalischer und mechanischer Prozessschritte (biologische Verfahrensstufen sind nicht enthalten).

Durch die anschließende Vermischung der Schlämme aus der Wasserbehandlung mit Kalk und Zement erfolgt eine mechanische Verfestigung und es wird chemisch die Voraussetzung geschaffen, dass die abgetrennten Schadstoffe langfristig gebunden bleiben.

3 Konzentrationsentwicklung im gehobenen Grubenwasser

Während der Probebetriebsphasen 2002 und 2003 wechselten sich die Zeiträume mit Abgabe des Wassers in die Wipse und Rückführung in das Versturzböhrloch ab. Gleichzeitig wurde die behandelte Wassermenge zwischen $160 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ und $450 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ variiert.

Ein erkennbarer Zusammenhang zwischen diesen stark wechselnden Bedingungen und der Konzentration im Zulauf zur WBA Ronneburg konnte jedoch nicht beobachtet werden. In Abbildung 2 sind für vier wesentliche Parameter die Zeitreihen dargestellt (in den Zeiträumen mit fehlenden Daten wurde kein Wasser aus der Grube gefördert).

Die Zeitreihen lassen folgende wesentliche Aussagen erkennen:

- der Wechsel zwischen Abgabe des Wassers in den Wipsegraben und Abgabe in das Versturzböhrloch einerseits und unterschiedliche Fördermengen andererseits hatten keine erkennbare Auswirkung auf die Qualität des gehobenen Wassers,

- nach längeren Pausen beim Ausfördern des Wassers aus der Grube ist bei vielen (Schwer-) Metallen ein deutlicher Peak zu verzeichnen, der nach 1 bis 2 Wochen Wasserhebung abgeklungen war und
- die Konzentration der Hauptinhaltsstoffe

Magnesium und Sulfat sind relativ konstant, weisen jedoch einen leichten Trend zu höheren Werten auf.

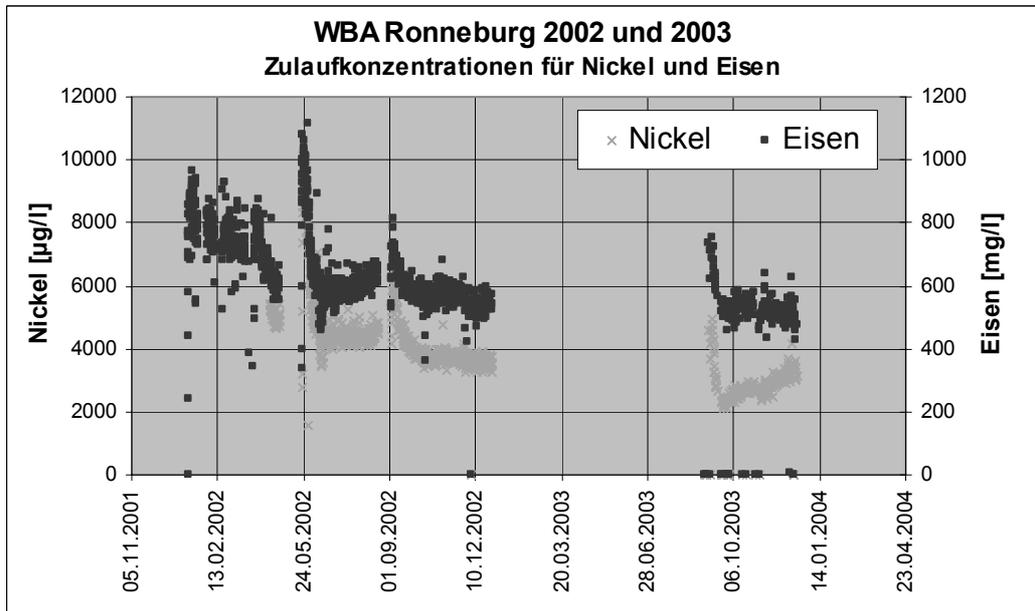
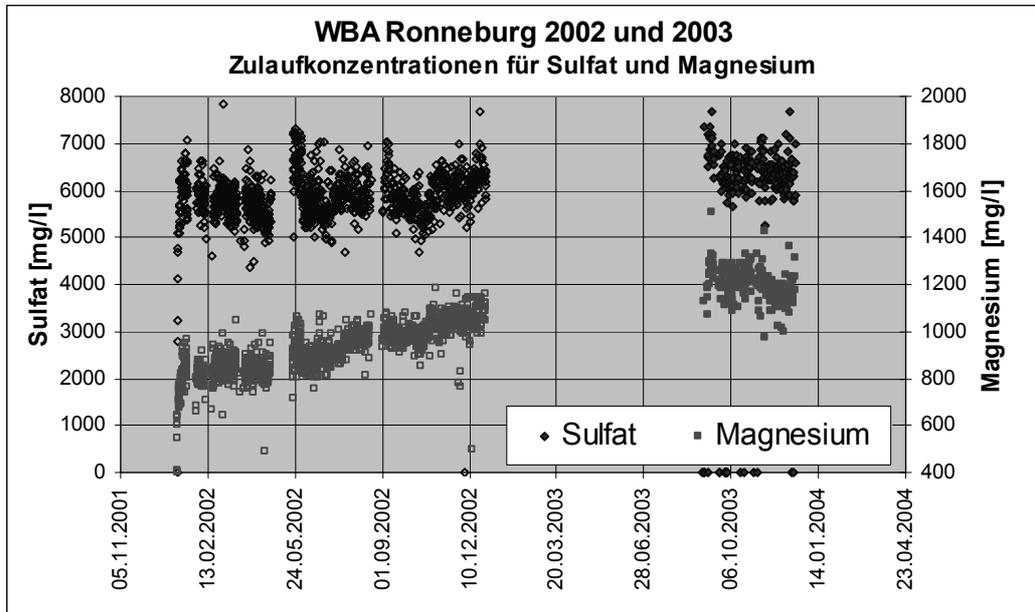


Abb. 2: Zeitreihen für ausgewählte Parameter im Zulauf der WBA Ronneburg.

Tab. 1: Eckzahlen des Probetriebes in 2002 und 2003.

Probetrieb	Dauer	Behandelte Wassermenge	Abstoß in Vorfluter	Rückstandsmenge
2002	Jan. – Dez.	1.125.000 m ³	735.000 m ³	11.250 t
2003	Sept. – Dez.	641.000 m ³	335.000 m ³	9.950 t

4 Ergebnisse der Wasserbehandlung

Die Charakterisierung der beiden Probetriebsphasen der WBA Ronneburg hinsichtlich Wasser- und Rückstandsmenge erfolgt in Tabelle 1. Die Zahlen lassen erkennen, dass 2003 erstens ein höherer Durchsatz durch die Anlage gefahren wurde und zweitens ein größerer spez. Rückstandsanteil zu verzeichnen war. Letzteres resultierte aus Versuchen zur aktiven Beeinflussung der Rückstandsmenge.

In Bezug auf die Einhaltung der Überwachungswerte musste besonderes Augenmerk auf die Parameter Mangan und Nickel gelegt werden. Bei beiden Parametern waren einerseits im Zulauf relativ hohe Werte zu verzeichnen, andererseits musste zur Einhaltung der Grenzwerte die Fahrweise der Wasserbehandlung z.T. gezielt verändert werden. Dass dies gelang, belegen die Diagramme in Abbildung 3.

Für die radioaktiven Inhaltsstoffe im Wasser gibt es Grenzwerte hinsichtlich Uran und Radium-226. Da die Konzentrationen im Zulauf zur WBA bisher sehr niedrig lagen, bereitete die

Abtrennung dieser Stoffe keine Schwierigkeit. Bei Radium lagen die Werte bereits im Zulauf der Wasserbehandlung unterhalb des behördlich vorgegebenen Grenzwertes. Die Ergebnisse der Abtrennung von Uran verdeutlicht Abbildung 4.

In Tabelle 2 erfolgt für den Probetrieb 2003 eine Gegenüberstellung der mittleren Konzentrationen im Zu- und Ablauf der WBA Ronneburg für die Parameter, für die durch die wasserrechtliche Erlaubnis Überwachungswerte festgelegt wurden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sowohl 2002 als auch 2003 mit dem verwendeten Verfahren die vorgegebenen Grenzwerte sicher eingehalten werden konnten. Trotz der zum Teil sehr hohen Konzentrationen im Zulauf der WBA Ronneburg gelang dies sowohl 2002 bei einem Durchsatz bis $240 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ als auch im Jahr 2003 bei Behandlung von bis zu $450 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ Wasser.

Tab. 2: Probetrieb 2003: Mittelwerte der Konzentrationen im Zu- und Ablauf der WBA Ronneburg.

Parameter	Einheit	Zulauf WBA	Ablauf WBA	Überwachungswert
pH	-	5,9	7,3	6,5 - 8,5
AFS	$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	20	6,5	20
Mg	$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	1200	511	720
Ca	$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	491	422	600
Fe	$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	534	0,89	2
Mn	$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	19,2	0,281	1,8
Al	$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	6,02	<0,05	2
Cl	$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	109	189	270
SO ₄	$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	6296	3023	4300
GH	°dH	345	177	230
As	$\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	153	<1	20
Cd	$\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	11	<1	3
Co	$\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	949	<20	100
Cu	$\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	229	<20	50
Ni	$\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	2782	<20	100
Zn	$\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	1498	14	200
Ra-226	$\text{mBq} \cdot \text{L}^{-1}$	295	47	400
U	$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	1,036	<0,1	0,50

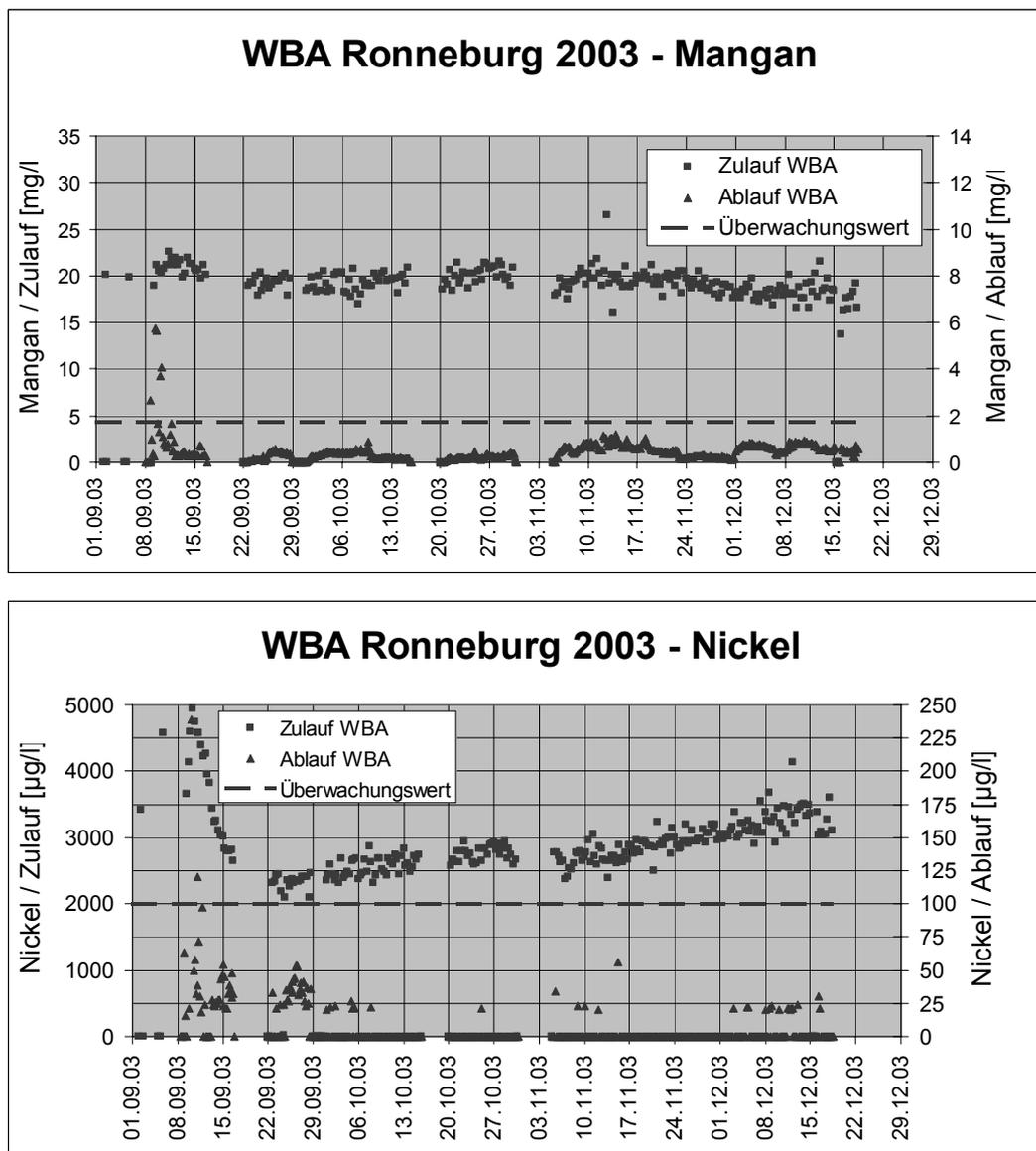


Abb. 3: Abtrennung von Mangan und Nickel in der WBA Ronneburg für 2003.

5 Vorteile des HDS-Verfahrens

Abschließend soll noch einmal auf die Vorteile des HDS-Verfahrens eingegangen werden. Diese bestehen in:

1. der Erzeugung eines Schlammes mit höherem Feststoffanteil (bzw. höherer Dichte)

- Feststoffgehalte $\geq 10\%$ im Unteraustrag der Eindicker

2. der Einsparung von Chemikalien bei der Neutralisation

- Nutzung des alkalischen Potentials des abgetrennten Schlammes

3. der Erzielung besserer Abtrenneffekte bei einigen (Schwer-) Metallen

- Das große Feststoffangebot bei der Neutralisation fördert die Ausfällung (Kristallisationskeime, Autokatalyse) und die Flockenbildung (Anlagerung kleiner Flocken an vorhandene größere).

Die ersten beiden Effekte konnten konkret für die WBA Ronneburg nachgewiesen werden.

- So konnte der Feststoffgehalt des Schlammes in einem weiten Rahmen variiert werden. Während des Probetriebes 2003 wurden Werte zwischen 10 % und 20 % im Unteraustrag der Eindicker registriert, während des Probetriebes 2002 wurden sogar Feststoffgehalte bis 30 % gemessen.

- Bei einer kurzfristigen Abschaltung der Schlammzyklisierung während des Probebetriebes 2003 stieg der Verbrauch an Natronlauge in der Neutralisation auf fast den 3-fachen Wert an.

Für Punkt 3 kann der Nachweis anhand von Daten aus dem Probebetrieb der WBA Ronneburg nicht geführt werden. Die gute Abtrennleistung der Anlage hinsichtlich der Schwermetalle kann höchstens als Indiz für diesen Effekt gewertet werden.

6 Zusammenfassung

Mit der Wasserbehandlungsanlage (WBA) Ronneburg wurde durch die WISMUT GmbH seit 1995 die siebente Anlage neu errichtet und in Betrieb genommen. Im Rahmen der Vorplanung für die Errichtung der Anlage erfolgte hinsichtlich möglicher Wasserbehandlungsverfahren eine Optimierung. Als günstigstes Verfahren wurde dabei das HDS-Verfahren (**H**igh **D**ensity **S**ludge) für die Behandlung dieses speziellen, bergbaulich geprägten Wassers ermittelt.

Im Rahmen des Probebetriebes 2003 wurde der Nachweis geführt, dass die WBA Ronneburg in der Lage ist, eine Wassermenge von bis zu

450 m³·h⁻¹ zu behandeln. Sowohl 2002 als auch 2003 wurden mit dem verwendeten Verfahren die vorgegebenen Grenzwerte sicher eingehalten. Dies gelang trotz der zum Teil sehr hohen Konzentrationen im Zulauf der WBA Ronneburg.

Die Vorteile des HDS-Verfahrens kamen im konkreten Fall nachweislich zum tragen. Es wurden Feststoffgehalte bis 30 % bereits im Unterausstrag der Eindicker registriert und die Nutzung des alkalischen Potentials des Schlammes führte zu einem deutlich geringeren Verbrauch an Natronlauge bei der Neutralisation des Wassers. Gleichzeitig war mit dem Verfahren die Einhaltung der z. T. sehr niedrigen Grenzwerte für einige Schwermetalle sehr sicher gewährleistet.

Nach Beendigung der Flutung des Grubenfeldes Ronneburg wird die WBA Ronneburg das in der Wasserfassung Gessental anfallende Wasser behandeln, wobei davon ausgegangen wird, dass sich die Konzentrationen im zu behandelnden Wasser gegenüber dem Zustand während der beiden Probebetriebsphasen deutlich verringern werden. Ab dem Jahr 2005 wird mit ersten Ausstritten von Wasser im Gessental gerechnet.

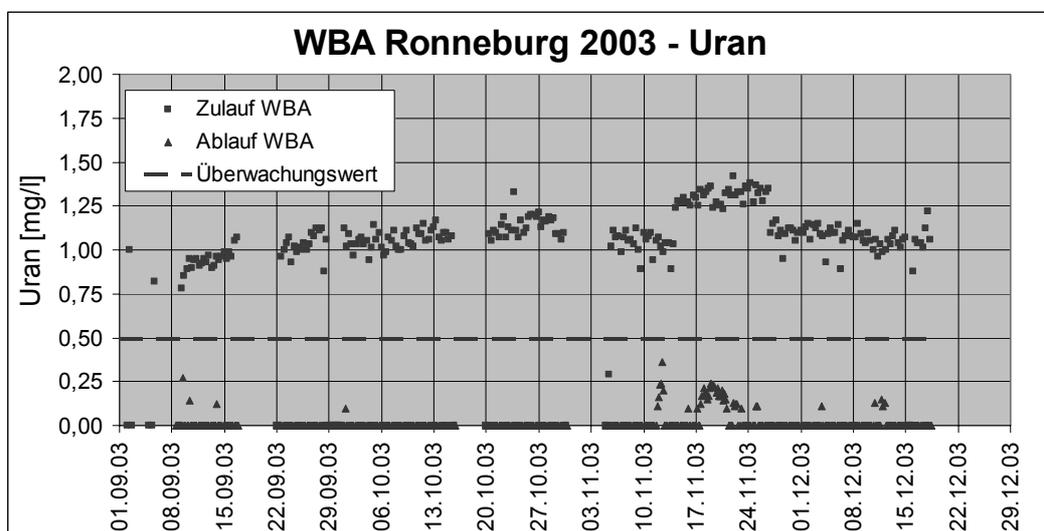


Abb. 4: Abtrennung von Uran in der WBA Ronneburg für 2003.