

KIT | PTKA-WTE | Postfach 3640 | 76021 Karlsruhe

An die
Geschäftsstelle der A2B
c/o Landkreis Wolfenbüttel
Bahnhofstr. 11
38300 Wolfenbüttel

Projekträger Karlsruhe
Wassertechnologie und Entsorgung
(PTKA-WTE)

Leiter: Dr. Matthias Kautt

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Telefon: 0721-608-23222

Fax: 0721-608-923222

E-Mail: markus.stacheder@kit.edu

Web: www.ptka.kit.edu

Bearbeiter/in: Dr. Markus Stacheder

Unser Zeichen: AGO

Datum: 17. August 2017



Geschäftsstelle der Arbeitsgruppe Optionen – Rückholung (AGO)

Ihre Bitte zu einem Anschreiben zur Umweltbelastung und Fragen zur Qualitätssicherung

Sehr geehrte Frau Geffers,

mit Email vom 05.04.2017 bat die a2b die AGO-Experten:

1. um einen Vorschlag für ein Anschreiben an die BGE (BfS) in dem weitergehende Fragestellungen zur Umweltbelastung, insbesondere zu mit dem Wasser ausgetragenen Radionukliden, aufgeführt und Ansätze für ein Untersuchungsprogramm skizziert werden und
2. um die Formulierung inhaltlicher und struktureller Fragen zur Qualitätssicherung, insbesondere, ob eine Kontrolle der Daten in Bezug auf Auffälligkeiten und Plausibilität stattfindet und in welcher Weise empfohlen wird, eine Qualitätskontrolle durchzuführen. Die Tritiumproblematik und die Frage nach der Neutronenstrahlung aus den radioaktiven Abfällen sollte hierbei berücksichtigt werden.

In diesen Anfragen sind mehrere Themen enthalten. So betrifft dies zum einen den Austrag von Tritium aus der Schachanlage und die Tritiumspeziation und -bindungsformen sowie deren Probenahme und Messung. Zum anderen werden darin die Umgebungsüberwachung der Schachanlage Asse II mit speziellem Bezug auf die Gellermann-Stellungnahme (GELLERMANN 2017) und Fragen zur Qualitätssicherung der Überwachung tangiert. Schließlich wird noch die Neutronenstrahlung, insbesondere die Neubildung von Tritium in der Asse und den dort eingelagerten Radionukliden thematisiert.

Die in dieser Anfrage enthaltenen Fragen zur Tritiumproblematik und zur Neutronenstrahlung aus den radioaktiven Abfällen in der Schachanlage Asse II werden zu einem späteren Zeitpunkt in der AGO behandelt. Für die anderen beiden Themenschwerpunkte formuliert die AGO Folgendes:

Zu 1. (Umweltbelastung, Austrag Radionuklide, Feuchtebilanz der Wetterströme)

Aus dem Betrieb der Schachtanlage Asse II gibt es keine Ableitungen mit Abwässern in einen Vorfluter (die Umgebung). Gleichwohl werden in der Umgebung der Asse Wasserproben genommen, um über die Luft eingetragene Radionuklide zu kontrollieren.

Daher dürfte in der Anfrage wahrscheinlich der Austrag von Tritium mit den Abwettern gemeint sein. Hier sieht die AGO aufgrund bestimmter Zeitreihen aus der 750-m-Sohle die Gefahr, dass ein Teil des Tritiums bei der Emission möglicherweise nicht erfasst wird. Jedenfalls legt das gegenläufige und in Jahreszyklen verlaufende Konzentrationsverhalten von Gesamt-Tritium und Cäsium-137 eine z. T. als Gas gelöste Speziation des Tritiums nahe (siehe Daten der Lösungsstellen P750029 und P750007 in den Fortschreibungsberichten zur Überwachung der Salzlösungen auf Kontaminationen (BfS 2011) und siehe Anhang 1).

Die AGO empfiehlt daher, dass der Betreiber noch einmal alle Lösungsstellen, die Radionuklide enthalten, zusammenhängend darstellen und bewerten sollte. Es sollten u.a. die kompletten Zeitreihen mit den Jahrgängen dargestellt und mit Wetterdaten korreliert werden, um eine bessere Beurteilungsgrundlage zur Speziation des Tritiums und dessen Ableitung über die Wetterströme zu erhalten.

Zudem wäre es wichtig zu wissen, wann das letzte Mal spezifisch Tritiumwasserstoff (HT) bzw. Tritium (T_2) in den Abwettern ermittelt wurde. Darüber hinaus wären Informationen zu organisch gebundenem Tritium (OBT) von Interesse. Siehe hierzu auch die AGO-Hinweise zum Gesundheitsmonitoring vom 15.08.2017.

Im Zusammenhang mit der vorstehenden Problematik wurde in der a2b auch ein jahreszeitlicher Effekt in der Feuchtebilanz der Wetterströme diskutiert. Hierzu hat die Asse-GmbH auf Anregung der AGO zusätzliche Luftfeuchtemessungen für die ausziehenden Wetter ausgeführt und im April 2017 den „Bericht zur Messung der Luftfeuchte der Grubenwetter in der Schachtanlage Asse II vorgelegt“. Als Ergebnis wird dort festgehalten, dass die Wasserbilanz zwischen den ein- und ausziehenden Wettern im untersuchten Zeitraum ausgeglichen sei und im Wesentlichen der Luftfeuchte über Tage folge. In den letzten 3 Monaten der Untersuchung ist jedoch die mit den einziehenden Wettern eingetragene Wassermenge größer, als die der ausziehenden Wetter. Diese Untersuchungen und der Bericht lassen einige Fragen offen. Insbesondere die vorrangig interessierende Frage, welchen möglichen Einfluss/Anteil die Wetterfeuchten auf die Lösungsmengen in der Schachtanlage Asse II haben könnten, lässt sich nach KRUPP (2017) auf dieser Grundlage nicht beantworten (siehe dazu Anhang 2).

Im Ergebnis zeigt diese Analyse, dass die zur Verfügung gestellten Rohdaten nur beschränkt aussagefähig sind. Insbesondere die vorrangig interessierende Frage, welchen möglichen Einfluss/Anteil die Wetterfeuchten auf die Lösungsmengen in der Schachtanlage Asse II haben könnten, lässt sich auf dieser Grundlage nicht beantworten.

Wegen der grundlegenden Bedeutung der Lösungsvorkommen in der Asse empfiehlt die AGO daher die Wettermessungen weiter regelmäßig fortzuführen, mit redundanten und regelmäßig überprüften Messinstrumenten und an ggf. optimierten Aufstellungsorten vor und hinter dem Hauptgrubenlüfter. Es sollten parallel dazu und in gleicher zeitlicher Auflösung Daten über die Wetterströme erfasst werden, und diese sollten auch als Massenströme dargestellt werden.

Zu 2. (Umgebungsüberwachung, Gellermann-Stellungnahme, Qualitätssicherung)

Beim Betrieb einer kerntechnischen Anlage oder einer Anlage, die über eine Umgangsgenehmigung für radioaktive Stoffe verfügt, ist atomrechtlich zwingend eine Umgebungsüberwachung erforderlich. Das gilt auch für die Schachanlage Asse II, aus dem radioaktive Stoffe in genehmigtem Umfang mit der Abluft (den „Wettern“) abgegeben werden dürfen. Vor den atomrechtlichen Genehmigungen wurde diese Überwachung vom (damaligen) Bergamt Goslar veranlasst. In den Genehmigungen für die Schachanlage Asse II nach § 7 StrlSchV und § 9 AtG ist eine Umgebungsüberwachung festgelegt. In einem zukünftigen Genehmigungsverfahren zur Stilllegung der Schachanlage Asse II, einschließlich der Rückholung und Konditionierung der radioaktiven Abfälle, wird die Umgebungsüberwachung zu überprüfen sein, weil die Ableitungen der radioaktiven Stoffe voraussichtlich zunehmen werden.

Die Umgebungsüberwachung findet nach den Vorschriften in der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung von kerntechnischen Anlagen (REI) statt (BMU 2005). Auf bzw. in der unmittelbaren Umgebung der Schachanlage Asse II findet eine Überwachung der Immissionen durch den Betreiber der Anlage statt. Die Ergebnisse werden der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde (bisher Eigenüberwachung des Bundesamtes für Strahlenschutz (EÜ-BfS), jetzt Eigenüberwachung des Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit (EÜ-BfE)) mitgeteilt. Außerdem werden Messungen im Auftrag der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde durch eine sogenannte „Unabhängige Messstelle“ (2010 – 2012: Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) und 2013: Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA ITL GmbH)) kontrolliert. Diese Messungen dienen zum Teil zur Kontrolle der Betreibermessungen (in unmittelbarer Umgebung) und sind zum anderen Teil ergänzend (in der weiteren Umgebung). Die Ergebnisse dieser Messungen bekommen das BfE als atomrechtliche Aufsichtsbehörde und mit Bezug auf Oberflächen- und Grundwasser die zuständige Wasserbehörde, in diesem Fall die Untere Wasserbehörde des Landkreises Wolfenbüttel vorgelegt.

In der REI bzw. in Rahmenanforderungen ist festgelegt, was gemessen werden muss und welche Anforderungen an die Messungen zu stellen sind. Die Labore sind nach DIN EN ISO 17025 zertifiziert, d. h. sie werden regelmäßig hinsichtlich bestimmter Kriterien kontrolliert. Ein Ringversuch (vorgegebene Messaufgabe) wird einmal jährlich durchgeführt, eine Eigenkontrolle der Messqualität findet alle 6 Monate statt.

Aus dem Vorstehenden wird ersichtlich, dass das NMU als atomrechtliche Genehmigungsbehörde für die Schachanlage Asse II für die nicht entdeckten Ungereimtheiten bei der Umgebungsüberwachung keine Verantwortung trägt, da hierfür die atomrechtliche Aufsichtsbehörde und ggf. auch die Untere Wasserbehörde zuständig sind (siehe auch Schreiben NMU an LK-WF vom 04.04.2017).

Anfang 2017 wurden von Herrn Dr. Gellermann (GELLERMANN 2017) auf Anfrage der Wolfenbütteler AtomAusstiegsGruppe (WAAG) die im Auftrag der EÜ-BfS (jetzt EÜ-BfE) als atomrechtliche Aufsichtsbehörde durchgeführten Immissionsmessungen der Unabhängigen Messstelle bewertet (nicht die Messungen des BfS bzw. der Asse-GmbH als Betreiber). Dabei hat er auffällige Werte für bestimmte Radionuklide in Luft, Weiden- und Wiesenbewuchs und Grundwasser identifiziert. Er stellt allerdings einleitend fest, dass alle auffälligen Werte nicht zu unzulässigen Strahlenbelastungen in der Umgebung der Asse führen. Bestimmte Messwerte von U-238 und Pb-210 nach 2013 bezeichnet er später aber als „nach üblichen Maßstäben im Strahlen- und Umweltschutz als gefährlich“.

Das BfS hat zu den Ausführungen von Herrn Dr. Gellermann eine Stellungnahme abgegeben. Darin werden „Unstimmigkeiten und Abweichungen“ eingeräumt. Bisher seien von EÜ-BfS (jetzt EÜ-BfE) nur stichprobenhafte Überprüfungen der Messberichte der Unabhängigen Messstelle vorgenommen worden. Dies wurde durch Herrn Ege von der Atomrechtlichen Aufsicht des BfE in der A2B-Sitzung am 12.05.2017 weitergehend erläutert. Als Konsequenz stellt die AGO fest, dass die Qualitätssiche-

rung bei der Unabhängigen Messstelle und bei den Aufsichtsbehörden offensichtlich nicht erreicht hat.

Die Diskussion Dr. Gellermann - BfE wird hier bewusst nicht weiter bewertet, da diese Thematik über das Mandat der AGO-Agenda (Phase IV) deutlich hinausgeht. Der Bitte der a2b um Aussagen zur Qualitätssicherung selbst kommt die AGO (auch) in eigenem Interesse an zuverlässigen Primärdaten im Folgenden nach. Dazu wurde dem BfE mit Datum vom 05.07.2017 ein Fragenkatalog zur bisherigen und zukünftigen Qualitätssicherung in Bezug auf die Jahresberichte der Unabhängigen Messstelle und ihre Prüfung durch das BfE übermittelt. Das BfE beantwortete die Fragen am 10.08.2017.

Aus den Antworten des BfE geht hervor, dass die Unabhängige Messstelle die nach REI und DIN gestellten Anforderungen formal erfüllt haben soll. Diese Anforderungen haben aber offenbar nicht gereicht, um die von Dr. Gellermann identifizierten Fehler zu vermeiden. Es stellt sich die Frage, ob bei der Unabhängigen Messstelle überhaupt eine Qualitätssicherung für die Jahresberichte gegeben war. Das BfE sollte analysieren, ob die aufgetretenen Fehler eine strukturelle Ursache haben, die durch die Anforderungen von DIN EN ISO 17025 nicht abgedeckt sind, oder ob die fachliche Qualifikation des mit Messung, Auswertung und Bewertung in der Unabhängigen Messstelle befassten Personals nicht ausreichend ist. Zur Analyse sollte auch eine Überprüfung des Auftrages an die Unabhängige Messstelle hinsichtlich der Auswertung und Bewertung der Messergebnisse gehören. Ggf. sollten vom BfE als Auftraggeber notwendige Maßnahmen vorgegeben werden.

Ebenfalls nicht ausreichend war die Kontrolle der von der Unabhängigen Messstelle erstellten Jahresberichte durch die EÜ-BfS und die Qualitätssicherung für die atomrechtliche Aufsicht. Die durchgeführten Stichprobenprüfungen hatten offenbar nicht die erforderliche Dichte.

In Zukunft will die EÜ-BfE die Berichte und die enthaltenen Messwerte durch zwei Personen unabhängig voneinander „umfassend“ prüfen. Die Messwerte der Unabhängigen Messstelle sowie des Betreibers sollen in eine Vergleichs- und Kontrollliste übernommen und anschließend numerisch und graphisch ausgewertet werden. Wie bisher soll bei Auftreten von Implausibilitäten in Abhängigkeit vom Sachverhalt eine Klärung in vier Stufen erfolgen. Zunächst ist ein persönliches Gespräch mit Vertretern der Unabhängigen Messstelle vorgesehen. Die nächsten Stufen sind schriftliche Vermerke und bei schwerwiegenden Problemen die Anforderung von detaillierten schriftlichen Berichten zu Sachverhalten. Lassen sich die Implausibilitäten dadurch nicht aufklären, würde ein weiterer unabhängiger Gutachter hinzugezogen.

Das nunmehr vom BfE vorgesehene Vier-Augen-Prinzip ist zu begrüßen. Der Umfang der Prüfung ist mit „umfassend“ allerdings nicht eindeutig beschrieben. Die AGO ist der Meinung dass die Berichte der Unabhängigen Messstelle vollständig, sowohl hinsichtlich der Plausibilität der Messwerte als auch hinsichtlich ihrer Auswertung und den Bewertungen, geprüft werden sollten. Dabei sollte auch soweit wie möglich ein Vergleich mit den Messwerten der Umgebungsüberwachung des Betreibers erfolgen. Die je nach Sachlage abgestufte Vorgehensweise bei Implausibilitäten wird von der AGO als sinnvoll angesehen. Zur weiteren Absicherung der Bewertung der Umgebungsüberwachung sollte in regelmäßigen Abständen (einige Jahre) eine Überprüfung der Messorte, Messmethoden, Messergebnisse und Bewertungen von einem dritten unabhängigen Gutachter vorgenommen werden.

Die AGO empfiehlt für das weitere Vorgehen:

Zur Unabhängigen Messstelle

Das BfE sollte eine Analyse der Ursache der aufgetretenen Fehler durchführen und der Unabhängigen Messstelle Vorgaben für die zukünftige Vorgehensweise machen.

Zur Kontrolle der Jahresberichte durch BfE

Die Jahresberichte der Unabhängigen Messstelle sollten im BfE mit dem Vier-Augen-Prinzip (wie von BfE vorgesehen) und vollständig (Messwerte, Auswertung und Bewertung) geprüft werden.

Für die Qualitätskontrolle der Jahresberichte von der Unabhängigen Messstelle sollte eine bindende Arbeitsanweisung für die BfE-MitarbeiterInnen erlassen werden, die alle erforderlichen Prüfschritte enthält.

In unregelmäßigen Abständen (einige Jahre) sollte eine Überprüfung der Messorte, Messmethoden, Messergebnisse und Bewertungen von einem dritten unabhängigen Gutachter vorgenommen werden.

Mit freundlichen Grüßen

Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

i. A.

Dr. M. Stacheder

i. A.

Dipl.-Ing. M. Bühler

2 Anhänge

Literatur

BfS (2011): Bundesamt für Strahlenschutz: „Beprobung und Analyse von Salzlösungen und Salzen 2011“, Schachanlage Asse II, FB Strahlenschutz und Umwelt IB-SW-01/11 Stand: 18.11.2011

BMU (2005): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI)“. Rundschreiben d. BMU v. 7.12.2005 – RS II5 – 15603/5 (GMBI. 2006, Nr. 14-17, S. 254).

GELLERMANN (2017): Gellermann, R., „Die Umweltüberwachung im Umkreis der Schachanlage Asse II – Was bedeuten die bisherigen Ergebnisse?“ Stellungnahme, Stand Januar 2016 [sic].

KRUPP (2017): Krupp, R., „Bewertung und Auswertung der Grubenwetterdaten zur Feuchtebilanz der Asse.- Ausarbeitung, Stand 02.08.2017. (s. auch Anhang 2)

ANHANG 2: KRUPP (2017)

Dr.habil. Ralf E. Krupp
Flachsfield 5
31303 Burgdorf

Telefon: 05136 / 7846 — e-mail: ralf.krupp@cretaceous.de

AGO

02.08.2017

Bewertung und Auswertung der Grubenwetterdaten zur Feuchtebilanz der Asse

Auf Bitte der AGO wurden von der Asse-GmbH freundlicherweise die Rohdaten der Feuchtemessungen in den ein- und ausziehenden Wettern zur Verfügung gestellt. Nachfolgend werden einige Ergebnisse einer eigenen Datenanalyse mitgeteilt.

Daten und Datenqualität

Die Messungen in der Schachanlage Asse II von Luftdruck, Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte für beide Luftströme erfolgten auf der 490 m Sohle (-295,7 m NHN) automatisch in 10-Minuten Intervallen und wurden von einem Datenlogger aufgezeichnet. Der komplette Datensatz überspannt den Zeitraum vom 01.November 2015 bis 31.Januar 2017 und umfasst 65.949 Records. Das hohe Datenvolumen (Big Data) hat bei den Berechnungen mit Excel zu nicht unerheblichen Problemen geführt.

Die von der Asse GmbH eingesetzten Messgeräte sind geeicht und sollen recht hohe Messgenauigkeiten haben (Asse GmbH, 2017), doch zeigt der aufgezeichnete Datenbestand viele unplausible Messwerte (Siehe beispielsweise Abbildung 1) bzw. Ausfallzeiten (Lücken in den Abbildungen 2 bis 5), auch nachdem teilweise schon von der Asse GmbH einzelne auffällige Datenblöcke entfernt worden waren.

Ein großes Problem liegt im Fehlen von zeitlich hoch aufgelösten Daten über den Wetterstrom. Dieser wird von der Asse GmbH nur als quartalsweise oder jährlich gemittelter Volumenstrom [m^3/a] angegeben. Der Bezugsort fehlt ebenso wie Korrekturen für Druck und Temperatureffekte. Auch die Gleichsetzung von ein- und ausziehendem Volumenstrom ist falsch, weil vor und hinter dem Hauptlüfter unterschiedliche Drücke herrschen und weil auch die Temperaturen verschieden sind. Was in erster Näherung (Wassereinträge, Dieselabgase etc. vernachlässigt) konstant bleibt ist der Massenstrom der Grubenwetter.

Ergänzend wurden von der AGO Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) von der Station 662 in Braunschweig (+82 m NHN) herangezogen.

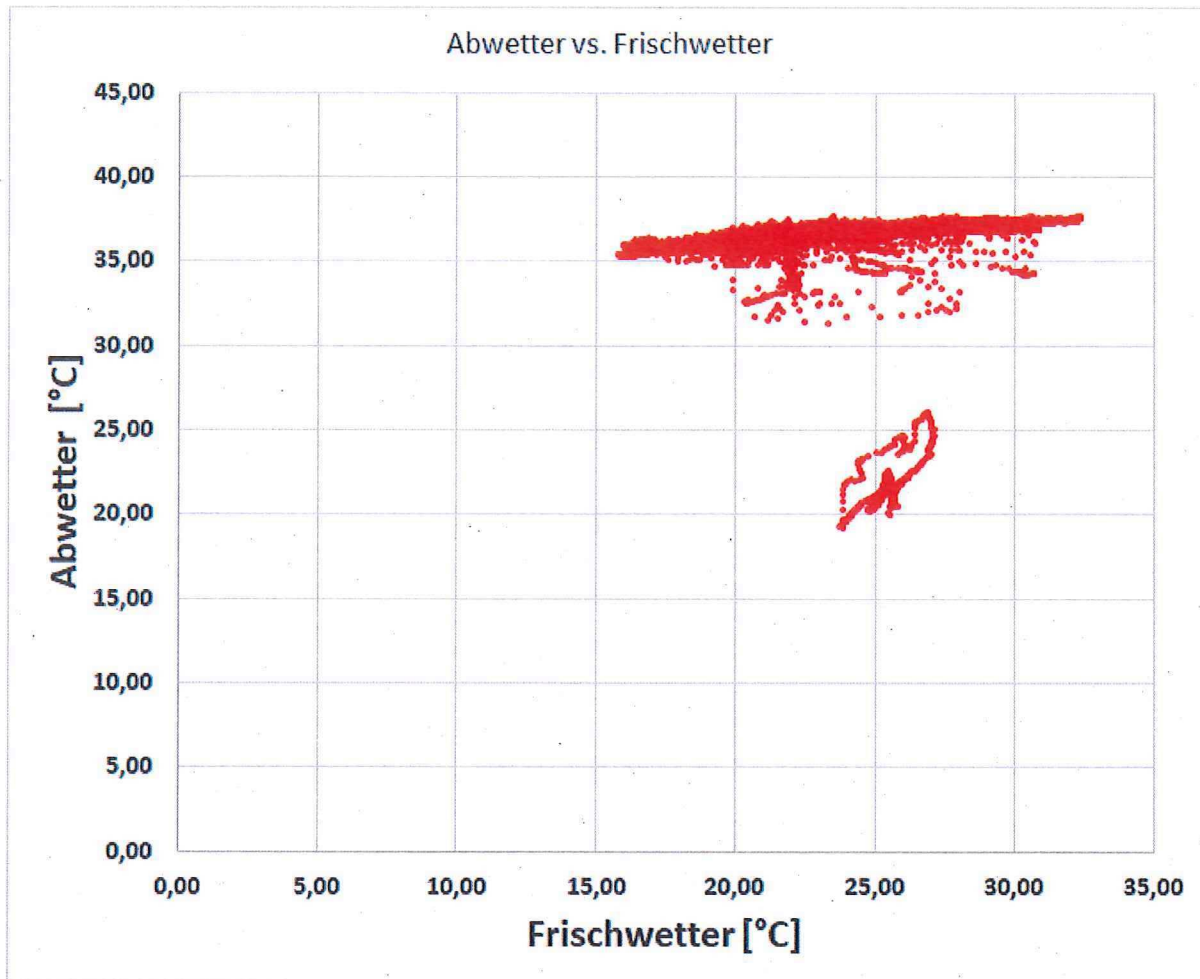


Abbildung 1 – Auftrag der Abwetter-Temperaturen gegen die Frischwetter-Temperaturen. Das schleifenförmige Daten-Cluster wird u.a. wegen der geringen Abwetter-Temperaturen als unplausibel erachtet und in den nachfolgenden Analysen ausgeblendet.

Berechnungsgrundlagen

Um von den Angaben relativer Feuchte zu absoluten Wassermengen zu kommen, wurden zunächst mittels der Buck-Formel die Partialdrücke von Wasser (Sättigungsdampfdrücke) als Funktion der gemessenen Temperaturen modelliert.

Modellierung des Partialdrucks von Wasser als Funktion der Temperatur:

$$P = 0.61121 \exp\left(\left(18.678 - \frac{T}{234.5}\right) \left(\frac{T}{257.14 + T}\right)\right)$$

where T is in °C and P is in kPa.

Anschließend wurden auf dieser Grundlage die Werte der Absoluten Maximalen Feuchte ρ_w [kg/m³ H₂O] modelliert, nach der Formel

$$\rho_w = \frac{e}{R_w \cdot T}$$

- e – Dampfdruck (Pa)
 R_w – Individuelle Gaskonstante des Wassers = 461,52 J/(kg K)
 T – Absolute Temperatur (K)

Der Wassergehalt der Wetter (in H₂O-Masse / Volumen, auf Bezugsniveau 490 m Sohle) wurde schließlich als Produkt (Prozentsatz) der relativen Feuchte und der modellierten Absoluten Maximalen Feuchte bestimmt.

Leider liegen keine hochaufgelösten Wetterstrom-Daten vor. Der Massenstrom des Wassers wurde daher vorläufig anhand eines angenommenen mittleren Wetterstroms für das Jahr 2016 von 25,4E-08 m³/a (oder 48.326 m³ pro 10 Minuten) abgeschätzt. Da für den ein- und ausziehenden Wetterstrom mit dem gleichen Wetterstrom-Wert gerechnet wurde, ist der Einfluss auf die (momentane) Wasserbilanz (Δ) vernachlässigbar.

Allerdings hängt die jahreszeitliche Variabilität der transportierten Wassermenge direkt von dem Wetterstrom ab. Daher treten Verfälschungen des jahreszeitlichen Verlaufs der Wassermassen auf, weil z.B. bereits die berichteten (Asse GmbH, Quartalsberichte Emissions- und Immissionsüberwachung) mittleren Wetterströme zwischen unterschiedlichen Quartalen zwischen 5,7E+08 m³ und 6,6E+08 m³ ($\pm 10\%$) variieren und weil der Hauptlüfter offenbar häufig auch ganz abgestellt wird. Um hier Abhilfe zu schaffen, wären detaillierte Zeitreihen (z.B. 10 Minuten Mittelwerte) der Wetterströme erforderlich. Ohne solche Daten sind weitergehende Analysen zum Wasserhaushalt nicht möglich. Einen Eindruck von der zeitlichen Variabilität der Grubenbewetterung erhält man durch die Differenz der Luftdrücke der ausziehenden zu den einziehenden Luftströme (Abbildung 2).

Aus Abbildung 2 ist zu entnehmen, dass die Lüfterleistung offenbar häufig sogar auf null heruntergefahren wird, ansonsten abwetterseitig ein Überdruck von 10 bis 18 hPa erzeugt wird.

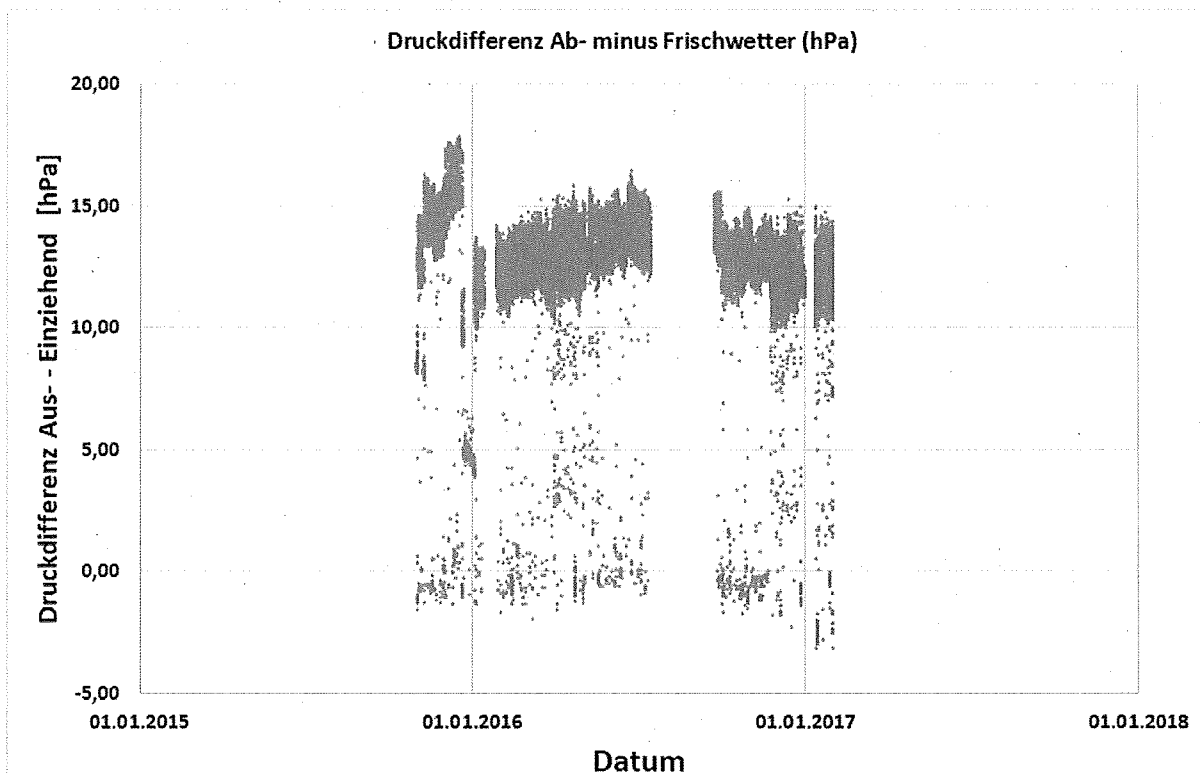


Abbildung 2 – Zeitliche Variation der Differenz der Luftdrücke der ausziehenden und einziehenden Luftströme.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Trotz der aufgezeigten Mängel lassen sich einige grundlegende Effekte belegen.

In Abbildung 3 sind die Temperaturverläufe für die Frischwetter und Abwetter auf dem Niveau der 490 m Sohle den Oberflächentemperaturen an der Station 662 in Braunschweig des Deutschen Wetterdienstes gegenübergestellt. Die Variable „V_TE005M“ bezeichnet das Tagesmittel der Lufttemperatur in 5 m Höhe über Gelände. Man erkennt, dass die Frischwetter wärmer als die Umgebungsluft sind, und dass die Abwetter wärmer als die Frischwetter sind. Im Winter sind die jeweiligen Temperaturunterschiede größer als im Sommer. Im Abwetterstrom sind die jahreszeitlichen Temperaturunterschiede fast ausgeglichen.

Es sind mehrere Effekte zu unterscheiden:

- Adiabatische Zustandsänderung im Schwerfeld der Erde. Über die Grubentiefe von (hier z.B. 490 m) findet im einziehenden Wetterstrom eine Druckzunahme von ca. 1 hPa je 8 Höhenmeter statt (barometrische Höhenstufe). Durch die Druckerhöhung erwärmt sich die Luft.
- Auch der Grubenlüfter erzeugt eine Druckerhöhung von 10 bis 18 hPa und damit eine Temperaturzunahme.
- Wärmeübergang aus dem Nebengebirge in den Wetterstrom. Dieser ist begrenzt durch den natürlichen geothermischen Wärmefluss (ca. 60 – 80 mW/m²).
- Interne Wärmequellen (Maschinen etc.)

Die größere Temperaturzunahme der kälteren Umgebungsluft im Winter führt zu einer stärkeren „Trocknung“ der Grubenwetter (Untersättigung mit Wasserdampf).

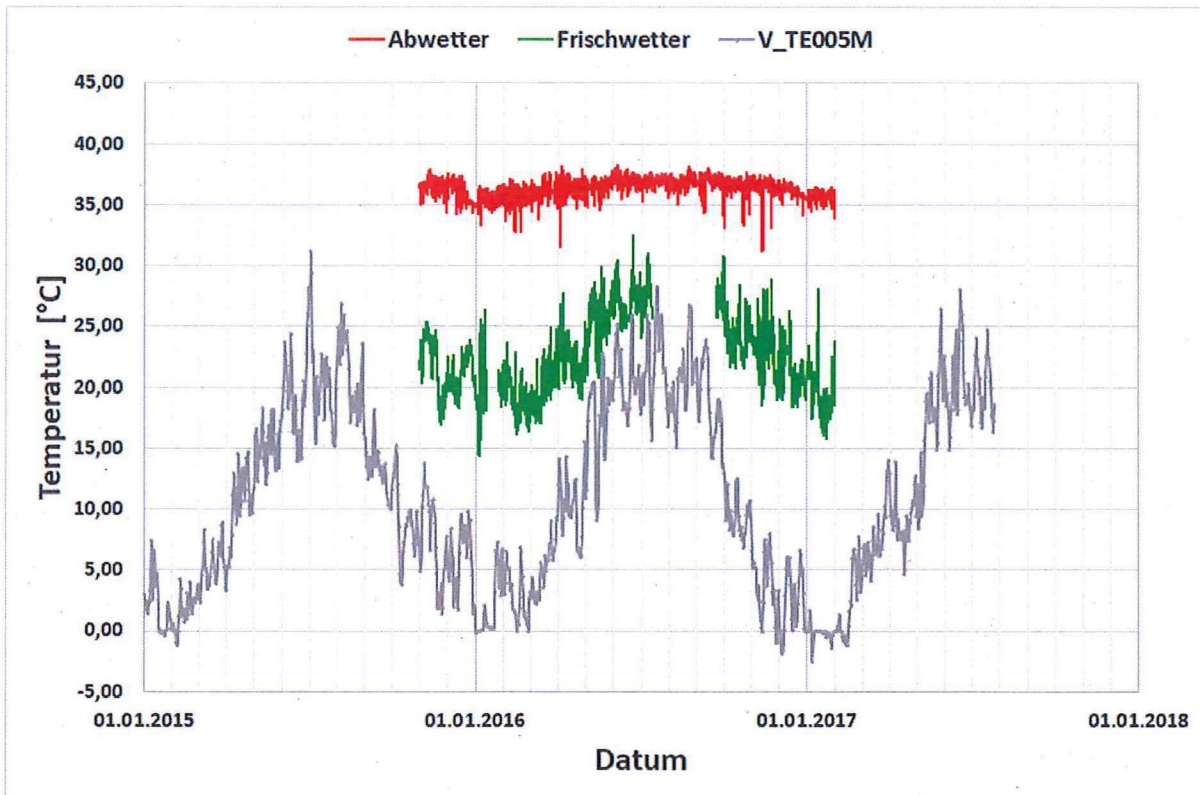


Abbildung 3 – Zeitliche Variation der Lufttemperaturen der ein- und ausziehenden Wetter und der Umgebungsluft.

In den Abbildungen 4 und 5 sind die relativen Feuchten und die modellierten absoluten Transportmengen von Wasserdampf in den Wetterströmen dargestellt. Aus Abbildung 4 ist zu entnehmen, dass die Wetterfeuchten in der ersten Hälfte des Beobachtungszeitraums etwa dem Trend der Luftfeuchte der Umgebungsluft folgen. In der zweiten Hälfte des Zeitraums fallen demgegenüber die Luftfeuchten (scheinbar) ab. Das gleiche Phänomen zeigt sich auch in Abbildung 5, insbesondere in der Differenz der Feuchtemengen. Eine physische Erklärung für dieses Verhalten kann nicht identifiziert werden, so dass vermutlich auch hier ein Abdriften der Messinstrumente anzunehmen ist. In diesem Fall würden die Messdaten keine Hinweise auf signifikante jahreszeitliche Einflüsse auf den Lösungshaushalt der Schachanlage liefern.

Unabhängig von dieser Aussage bedürfen die jahreszeitlichen Zyklen bei den Cs-137 und Tritium-Konzentrationen in einigen Messstellen einer weiteren Aufklärung. Auch die scheinbaren jahreszeitlichen Schwankungen bei den Gesamtfassungsmengen müssen näher betrachtet werden.

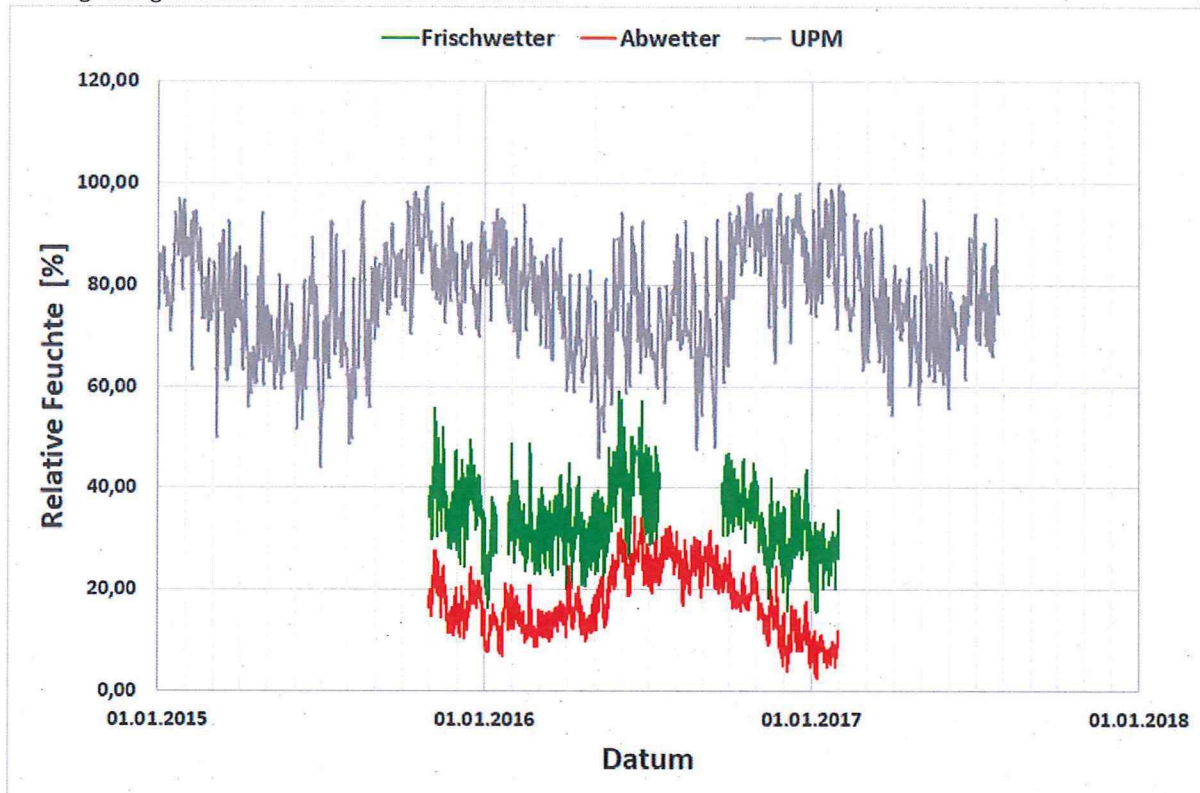


Abbildung 4 – Zeitliche Variation der relativen Luftfeuchte der ein- und ausziehenden Wetter und der Umgebungsluft (UPM = Tagesmittel der relativen Feuchte; Braunschweig)

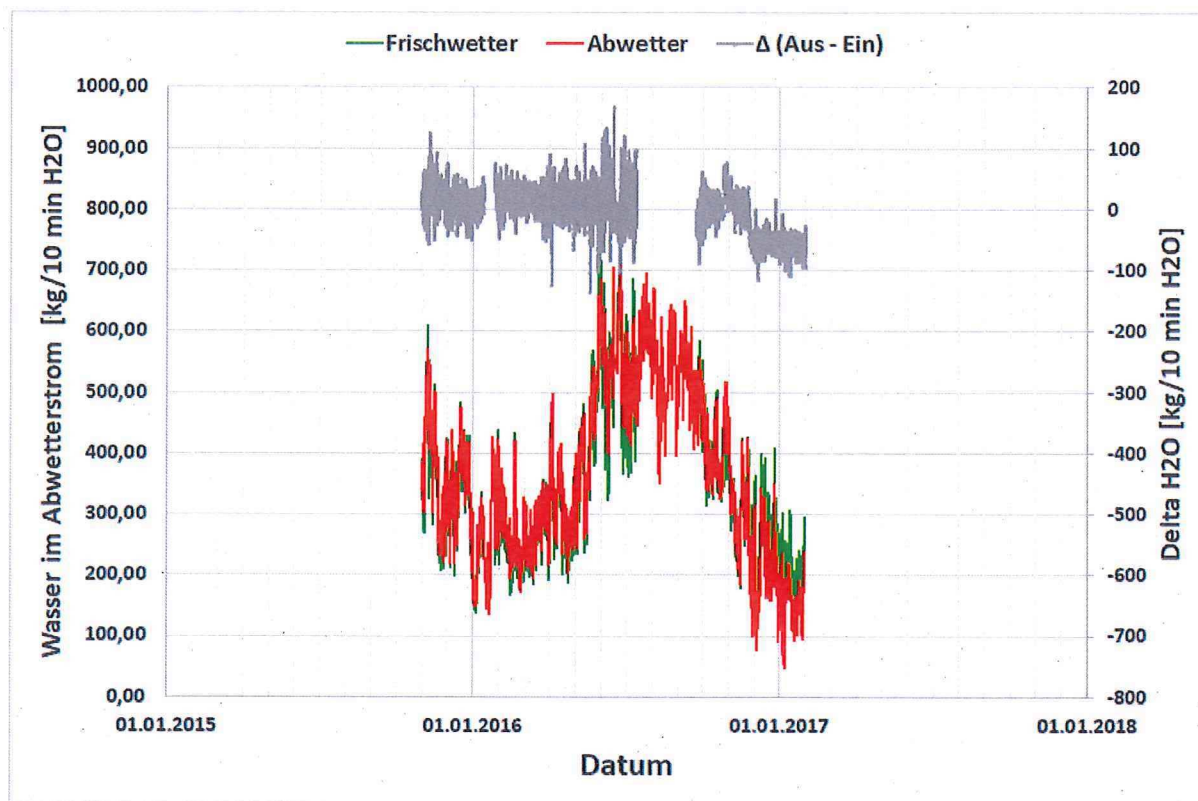


Abbildung 5 – Zeitliche Variation der modellierten **absoluten** Transportmengen der Luftfeuchte der ein- und ausziehenden Wetter und ihrer Differenz.

Insgesamt zeigt die Analyse, dass die zur Verfügung gestellten Rohdaten nur beschränkt aussagefähig sind. Insbesondere die vorrangig interessierende Frage, welchen möglichen Einfluss/Anteil die Wetterfeuchten auf die Lösungsmengen in der Schachanlage Asse II haben könnten, lässt sich auf dieser Grundlage nicht beantworten.

Wegen der grundlegenden Bedeutung der Lösungsvorkommen in der Asse empfiehlt die AGO daher die Wettermessungen weiter regelmäßig fortzuführen, mit redundanten und regelmäßig überprüften Messinstrumenten und an ggf. optimierten Aufstellungsorten vor und hinter dem Hauptlüfter. Es sollten parallel dazu und in gleicher zeitlicher Auflösung Daten über die Wetterströme erfasst werden, und diese sollten auch als Massenströme dargestellt werden.

Referenzen

Asse GmbH (2017) Feuchtebilanz der ein- und ausziehenden Wetter der Schachanlage Asse II. Sitzung 03/2017 der „Arbeitsgruppe Optionen – Rückholung“, Göttingen, 14. März 2017. Autoren: H. Meyer und H Schell

Asse GmbH (2014 – 2017) Quartalsberichte Emissions- und Immissionsüberwachung
<https://www.bge.de/de/asse/wesentliche-unterlagen/messergebnisse-analysen-umgebungsueberwachung/>

DWD (2017) DWD Climate Data Center (CDC): Historische tägliche Stationsbeobachtungen (Temperatur, Druck, Niederschlag, Sonnenscheindauer, etc.) für Deutschland, Version v005, 2017.
ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/observations_germany/climate/daily/