

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

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

Gutachten
zu den grenzüberschreitenden Auswirkungen einer Fortführung des
Abbaus der Braunkohlelagerstätte Turów (Polen) auf die Gewässer in
Deutschland

Auftraggeber:

Frank Bold Society, Údolní 33, Brno, 60200, Tschechische Republik
in Zusammenarbeit mit
Greenpeace Deutschland, Hongkongstraße 10, 220457 Hamburg

Bearbeitung:

Dr. habil. Ralf E. Krupp
(Dipl.-Geologe, Geochemiker)

Burgdorf, 17.09.2020


(Dr. Ralf Krupp)

Inhalt

Kurzfassung	3
Einführung	7
Veranlassung	7
Allgemeine Hinweise	7
Geographische Lage	8
Geologische Verhältnisse	
Regionalgeologischer Rahmen	10
Hydrogeologie	12
Tektonik	14
Bergbau	15
Oberflächengewässer	18
Lausitzer Neiße	18
Restsee Olbersdorf	34
Zukünftiger Tagebau-Restsee Turów	39
Grundwasser	43
Grundwasserkörper	43
Mengenmäßiger Zustand	46
Chemischer Zustand	51
Bergbaufolgen	54
Saure Grubenwässer	54
Standicherheit	54
Bodensenkungen, Altbergbau, Bauschäden	59
Vernässungen	62
Schutzgebiete	63
Schlussfolgerungen	65
Referenzen	74

Kurzfassung

Rahmenbedingungen

Der Tagebau Turów liegt in einem zu Polen gehörenden Zipfel im Dreiländereck Polen -- Tschechische Republik – Deutschland, so dass der Bergbaubetrieb von 3 Seiten unmittelbar an die Staatsgebiete der Tschechischen Republik und Deutschlands angrenzt. Auf deutscher Seite reicht das Stadtgebiet von Zittau bis an die Grenze, die von der Neiße gebildet wird.

Die Braunkohlenlagerstätte gehört zum Tertiär-Becken von Zittau-Turów und wurde auf deutscher Seite bis 1991 durch den Tagebau Olbersdorf ausgebeutet, in Polen bis heute durch den Tagebau Turów.

Das betrachtete Gebiet im Einflussbereich des Tagebaus Turów zählt administrativ zur „Internationalen Flussgebietseinheit Oder“, zu deren Einzugsgebiet auch die Lausitzer Neiße gehört. Aus administrativer Sicht sind die Flussabschnitte Lausitzer Neiße DESN_674-3 bis DESN_674-5, sowie der „Grundwasserkörper NE-2“ betroffen.

Aus hydrogeologischer Sicht ist allerdings die Lage innerhalb des Zittauer Beckens maßgeblich.

Grundwasserabsenkungen

Aufgrund der orohydrographischen Verhältnisse und ihrer geologischen Lage außerhalb des Tertiär-Beckens sind bestehende Trinkwasserschutzgebiete vom Tagebau Turów nicht betroffen. Die erheblichen Grundwasserabsenkungen im Tagebau-Umfeld betreffen im Wesentlichen nur die tieferen Tertiären Grundwasserleiter, die (bisher) nicht der Wassergewinnung dienen. Die Absenkungstrichter im Grundwasser reichen im Westen bis an den Rand des Tertiärbeckens und die Absenkungsbeträge erreichen an der Staatsgrenze zu Polen bis zu 100 m.

Bodensenkungen

Das gesamte Stadtgebiet von Zittau liegt innerhalb des Absenkungstrichters, mit der Folge von weitgehend irreversiblen Bodensenkungen, die bereits heute nahe der Staatsgrenze (Neiße) bis zu 1 m betragen könnten und nach Westen graduell auf null zurückgehen. Bergschäden an Gebäuden sind nicht auszuschließen. Für die Bodensenkungen auf deutschem Gebiet liegen (öffentlich) keine Überwachungsergebnisse (z.B. markscheiderische Nivellements, InSAR-Telemetrie) vor, wie sie im Bergbau üblicherweise vorgeschrieben sind. Durch weitere Absenkungen der Grundwasserspiegel der tiefen Tertiär-Grundwasserleiter werden auch die Bodensenkungen weiter zunehmen. Soweit die Modellrechnungen des Betreibers zutreffen, könnten sich die Bodensenkungen bis 2044 an der Staatsgrenze von derzeit ca. 1m auf bis zu 1,2 m aufsummieren. Beim Wiederanstieg des Grundwassers nach abgeschlossener Flutung des Tagebaus muss in den Senkungszonen mit geringeren (als den vorbergbaulichen) Grundwasserflurabständen und in Tieflagen mit Vernässungen gerechnet werden.

Saure Grubenwässer

Ein zentrales Problem des Braunkohlenbergbaus ist die Entstehung saurer Grubenwässer. Diese entstehen durch die Oxidation von Pyrit (FeS_2), der mit Gehalten von schätzungsweise (genaue Daten fehlen im UVP-Bericht) 0,5 bis 1 Prozent in den Braunkohleflözen und den Begleitsedimenten vorkommt und durch den Bergbau gegenüber Luftsauerstoff exponiert

wird. Bei der Oxidation bildet sich Schwefelsäure und Eisen geht in Lösung, so dass saure eisen- und sulfatreiche Grubenwässer (acid mine drainage) entstehen, die aufgrund der Dimensionen der Braunkohletagebaue in großen Mengen anfallen. Aufgrund des niedrigen pH-Wertes und der Komplexbildungseigenschaften der Sulfat-Ionen können geogene Spurenelemente wie Cadmium, Uran, Nickel und eventuell weitere Bestandteile aus den Sedimenten mobilisiert werden und in die Gewässer gelangen, wo sie auch nachgewiesen worden sind.

Besonders in Oberflächengewässern werden gelöste Eisengehalte durch Neutralisation und Luftoxidation in Form von Eisenoxidhydraten (Ocker) wieder ausgefällt. Als Folge der sauren Grubenwässer sind flussabwärts vom Tagebau Turów (Messstelle Kloster Marienthal) regelmäßig deutlich höhere Sulfat-Konzentrationen in der Neiße festzustellen als an den flussaufwärts gelegenen Stationen. Auch bei Cadmium, Uran und Nickel ist dieser Trend zu erkennen. Auch aufgrund dieser Einträge ist der Chemische Zustand der Lausitzer Neiße „nicht gut“. Zu diesem Ergebnis tragen insbesondere die hohen Sulfat-Belastungen durch den Braunkohlenbergbau bei, die beim Weiterbetrieb des Tagebaus in zunehmenden Mengen anfallen werden.

Auch das oberflächennahe Grundwasser, welches mit den Fließgewässern kommuniziert, ist mutmaßlich durch die Folgen der Pyritoxidation betroffen, doch fehlen jegliche Gütemessstellen im weiten Umfeld des Tagebaus, sodass keine Messergebnisse zum physikalisch-chemischen Zustand der Grundwässer (öffentlich) vorhanden sind und es offenbar vollkommen an einer Überwachung fehlt. Im gesamten „Grundwasserkörper NE-2“, der eine Fläche von 507 km² einnimmt, sind nur 6 Gütemessstellen vorhanden, die aber alle außerhalb des Zittauer Beckens liegen und aus hydrogeologischen Gründen somit für das Umfeld des Tagebaus Turów völlig irrelevant sind.

Die Oxidation von Pyrit findet nicht nur in den Tagebauen und Abraumkippen statt, sondern auch in den entwässerten und daher belüfteten Grundwasserleitern. Das Ausmaß der Pyritoxidation ist also proportional zum insgesamt exponierten Gesteinsvolumen. Wegen der relativ langsamen Kinetik der Pyritoxidation hängt die Bildung der sauren Grubenwässer auch vom Expositionszeitraum ab, so dass eine zeitnahe Flutung günstiger als eine späte Flutung ist. Nach der Flutung kann die Pyritoxidation nur noch durch gelösten Sauerstoff an der Sediment-Wasser-Grenzfläche erfolgen.

Wie sich die chemischen Verhältnisse in dem gefluteten Restloch des Tagebaus Turów einmal entwickeln könnten, kann am Beispiel des kleineren Olbersdorfer Sees studiert werden, der zwischen 1996 und 1999 durch Flutung des dortigen Braunkohlen-Tagebaus entstanden ist. Die geologischen Substrate des Olbersdorfer Sees sind denen des Tagebaus Turów gleich. Obwohl die Wasserqualität des heutigen Badesees auf den ersten Blick gut erscheint, sind auch dort die Folgen der Pyritoxidation unverkennbar.

Flutung des Tagebaus

Der vom Betreiber geschätzte Wasser- und Zeit-Bedarf für die Flutung des Tagebaus Turów von rund 1,5 km³ bzw. 35 bis 37 Jahre kann nicht nachvollzogen werden. Der Verfasser schätzt das flutbare Volumen etwa doppelt und die verfügbare Wassermenge aus der Neiße halb so hoch, womit sich die Flutungsdauer auf ca. 144 Jahre vervierfacht. Die

Versauerungsproblematik durch den Tagebau Turów wird also angesichts dieser divergierenden Zahlenverhältnisse wesentlich gravierender ausfallen und für lange Zeit bestehen, wenn nicht frühzeitig Konzepte gefunden und operativ umgesetzt werden, die dies vermeiden. All das hätte in der Umweltverträglichkeitsstudie untersucht werden müssen.

Bodenmechanische Probleme und Risiken

Gefährdungen, die auf deutsches Gebiet reichen, gehen auch von bodenmechanischen Instabilitäten des Tagebaus Turów aus. In dem UVP Bericht zur Tagebauerweiterung fehlen insbesondere Betrachtungen bezüglich des Böschungsbruchs von 1989 (südlich Drausendorf) innerhalb des Sicherheitspfeilers zur Neiße. Während der Flutungsphase des Tagebaus Turów werden kritische Zustände erreicht oder durchlaufen, welche eine Reaktivierung der latent weiter vorhandenen Gleitflächen des Böschungsbruchs, der unter der Neiße hinweg bis auf deutsches Gebiet reicht, bewirken können. An einem reaktivierten und abgleitenden Böschungsbruch könnte ein Durchbruch der Neiße in den Tagebau eintreten, mit katastrophalen Folgen. Es fehlen bodenmechanische Untersuchungen und Nachweise zur Stabilität der Tagebauböschungen und Kippenmassive unter Beachtung der veränderlichen hydraulischen Lasten während aller Phasen der Flutung (instationäre Berechnungsmodelle). Weiterhin fehlen Betrachtungen zu einem möglichen hydraulischen Grundbruch in der Tagebausohle bei ansteigendem Grundwasser. In diesem Zusammenhang fehlen auch Betrachtungen über mögliche Sekundärfolgen eines Grundbruchs, beispielsweise Böschungsbrüche und Rutschungen, oder Bodenverflüssigung in den Kippenmassiven.

Diesen bodenmechanischen Risiken kann man grundsätzlich durch eine angepasste Modellierung des Tagebaus noch während der aktiven Betriebsphase und vor der Flutung entgegen wirken. Die vom Antragsteller bevorzugte minimalistische „Variante 2“ ist in dieser Hinsicht die schlechteste Wahl.

Zeitliche Entwicklung bis 2020

Die heutige Situation ist Ergebnis eines seit 1904 immer weiter voranschreitenden Tagebaubetriebs in Turów, welcher immer tiefere Entwässerungsniveaus erfordert hat, in der Fläche und im Volumen stetig gewachsen ist und immer mehr pyrithaltige Gesteine gegenüber der Atmosphäre exponiert hat. An der deutsch-polnischen Grenze (Neiße) hat dies zu Grundwasserabsenkungen in den Tertiär-Grundwasserleitern von fast 100 m geführt, in deren Folge es auch zu Bodensenkungen kommt, die bis zu 10 Promille des Betrags der Grundwasserabsenkung, also bis 1 m ausmachen können, aber über die es keine öffentliche Informationen gibt. Die Grundwasser- und die Bodenabsenkungen setzen sich nach Westen unterhalb des Stadtgebietes von Zittau in abnehmendem Maß fort und laufen zum Westrand des Zittauer Beckens hin aus.

Aufgrund der Pyritoxidation entstehen saure Grubenwässer, die sich im Tagebau sammeln und nach Klärung in die Vorfluter eingeleitet werden. Im Ergebnis zeigt die Neiße eine deutliche Zunahme der Sulfatkonzentrationen sowie erhöhte Werte einiger mobilisierter Spurenelementen, insbesondere Cadmium, Nickel und Uran.

Die Neiße erreicht bisher nicht die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie, wie folgende Tabelle zeigt:

Lausitzer Neisse-3 (DE RW DESN 674-3) vom Pfaffenbach (Hartau) bis zur Mandau

Gewässerstruktur:	„erheblich verändertes Gewässer“
Ökologischer Zustand bzw. Ökologisches Potenzial:	„schlecht“
Chemischer Zustand;	„nicht gut“

Lausitzer Neisse-4 (DE RW DESN 674-4) von der Mandau bis zur Miedzianka (Küpper)

Gewässerstruktur:	„erheblich verändertes Gewässer“
Ökologischer Zustand bzw. Ökologisches Potenzial:	„schlecht“
Chemischer Zustand;	„nicht gut“

Lausitzer Neisse-5 (DE RW DESN 674-5) von der Miedzianka bis zur Pliessnitz

Gewässerstruktur:	„natürliches Gewässer“
Ökologischer Zustand bzw. Ökologisches Potenzial:	„unbefriedigend“
Chemischer Zustand;	„nicht gut“

Zu den Grundwasserbelastungen westlich des Tagebaus Turów liegen keine Messwerte vor, weil keine Gütemessstellen eingerichtet sind. Durch die bergbaubedingten Eingriffe hat sich der chemische Zustand aber sicher nicht verbessert. Der mengenmäßige Zustand ist zumindest für die tieferen Tertiär-Grundwasserleiter aufgrund der Entwässerung als „schlecht“ zu bezeichnen.

Entwicklung von 2020 bis 2027

Durch die Verlängerung der Betriebserlaubnis bis 2026 wird sich der Tagebau weiter in die Tiefe und in die Fläche ausdehnen, mit der Folge dass alle typischen bis 2020 verursachten schädlichen Entwicklungen (s.o.) sich in ihrem Ausmaß verstärken werden. Durch den längeren Sauerstoffkontakt wird mehr Pyrit verwittern und saure Grubenwässer entstehen lassen als bei einer frühzeitigen Beendigung des Braunkohlenbergbaus und anschließender Flutung.

Gegenüber den 2020 beobachteten Zuständen der Gewässer können daher keine Verbesserungen sondern nur Verschlechterungen erwartet werden, so dass die Frist der Wasserrahmenrichtlinie zur Erreichung eines guten chemischen und ökologischen Zustands der Fließgewässer bis 2027 nicht einzuhalten ist. Auch für das Grundwasser können keine Verbesserungen erwartet werden, nur Verschlechterungen, insbesondere des mengenmäßigen Zustands der Tertiär-Grundwasserleiter durch weitere Absenkungen des Grundwasserspiegels. Als Folge der fortdauernden Grundwasserentnahme werden auch die Bodensenkungen proportional zu den weiteren Grundwasserspiegelsenkungen zunehmen, mit einer Rate von ca. 1 cm Bodensenkung pro 1 m Grundwasserabsenkung.

Entwicklung von 2027 bis 2044

Bei einem Weiterbetrieb über 2026 hinaus werden sich die schädlichen Prozesse wie beschrieben weiter fortsetzen. Erst mit dem Wiederanstieg des Grundwassers und der Flutung werden sich die Verhältnisse grundlegend ändern, allerdings nicht nur positiv. So werden aufgrund veränderter Grundwasserströmungen die infolge Pyrit-Oxidation schädlich veränderten Grundwässer sich in den bergbaulich gestörten Aquifer-Systemen ausbreiten und letztendlich auch die Vorfluter erreichen.

Einführung

Veranlassung

Mit Datum vom 14. August 2020 wurde der Verfasser mit dem hier vorliegenden Gutachten vertraglich beauftragt. Wegen der kurzen zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeit ist eine Fokussierung im Wesentlichen auf die Auswirkungen des Turów-Tagebaus auf die deutschen Gewässer erfolgt. Die getroffenen Aussagen betreffen im Wesentlichen nur das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland, soweit nicht ausdrücklich etwas anderes mitgeteilt wird.

Anlass sind die Pläne der Firma *Polska Grupa Energetyczna (PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A., Oddział KWB Turów)* die Gewinnung von Braunkohle im Tagebau Turów und die anschließende Verstromung im Kraftwerk Turów (2000 MW) für einen Zeitraum von 6 bis 24 Jahre (also bis spätestens 2044) weiter fortzusetzen und zu diesem Zweck den Tagebau nach Südosten hin zu erweitern. Die bisherige Genehmigung des Braunkohlenabbaus lief zum 30. April 2020 aus, doch hat der Klimaminister Polens am 20. März 2020 die Konzession um zunächst sechs Jahre verlängert. Gegenstand des hier vorgelegten Gutachtens ist eine geologisch / geochemische Beurteilung möglicher Auswirkungen, insbesondere auf die Gewässer sowie auf die davon abhängigen Ökosystemen auf deutscher Seite.

Allgemeine Hinweise

Eine Beurteilung der Umweltauswirkungen des Braunkohlentagebaus Turów ist durch verschiedene Tatsachen erheblich erschwert.

- Substanz des UVP-Berichts. Der UVP-Bericht in der hier vorliegenden, ins deutsche übersetzten Fassung (*Fortführung des Abbaus der Braunkohlelagerstätte Turów. Die Umweltverträglichkeitsprüfung (kodifizierte Fassung)*) vom Juli 2019 entspricht in seiner Substanz in vielen Punkten nicht den Anforderungen an eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Eine solche Prüfung der Umweltverträglichkeit setzt zunächst eine fundierte Beschreibung des Ist-Zustands voraus, worauf sich dann Untersuchungen der Auswirkungen verschiedener Varianten auf die Umwelt anschließen um schließlich zu Prognosen zu gelangen. Die erste Stufe (Beschreibung des Ist-Zustands) fehlt weitgehend, oder reicht für eine Beurteilung nicht aus. Die Hinweise im UVP-Bericht auf fehlende Daten (z.B. Kapitel 23.2, 23.3) belegen nur, dass der Antragsteller es versäumt hat durch entsprechende Voruntersuchungen selbst eine geeignete Datenbasis für sein Projekt zu schaffen.
- Lücken im UVP-Bericht. Der hier vorliegende UVP-Bericht in deutscher Übersetzung (*Fortführung des Abbaus der Braunkohlelagerstätte Turów. Die Umweltverträglichkeitsprüfung (kodifizierte Fassung) vom Juli 2019*) enthält auch wesentliche inhaltliche Lücken, dergestalt dass nur die Überschriften der Kapitel enthalten sind, bei fortlaufender Seitennummerierung. Insbesondere die vorenthaltenen Kapitel 6, 17, 20, 25 erschweren bzw. verhindern eine umfassende fachliche Beurteilung des Vorhabens und seiner Umweltauswirkungen.
- Die zahlreichen Veröffentlichungen der Internationalen Kommission zum Schutz der Oder gegen Verunreinigung sind als Informationsquelle für eine wissenschaftliche Bearbeitung

konkreter Fragestellungen ungeeignet. Sie verstellen den Blick auf die relevanten Zusammenhänge.

- Ausweislich der online Umweltinformationen des Datenportals des Freistaats Sachsen (<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/>) finden sich auf sächsischem Gebiet selbst im weiteren Umfeld des Tagebaus Turów keine Grundwasser-Gütemessstellen mit Angaben zur Wasserbeschaffenheit. Solche Messstellen hätten im Rahmen eines Umweltmonitorings für den Tagebau Turów längst eingerichtet werden müssen. Nicht anders verhält es sich mit Oberflächen-Nivellements zur Dokumentation von Bodensenkungen.

Geographische Lage

Die geographische Lage des Tagebaus in einem zu Polen gehörenden Territorium im Länderdreieck Polen -- Tschechische Republik – Deutschland führt dazu, dass der Bergbaubetrieb von 3 Seiten unmittelbar an die Staatsgebiete der Tschechischen Republik und Deutschlands (Bundesland Sachsen) angrenzt (Siehe Abbildung 1). Die Nachbarländer sind somit unmittelbar durch das Vorhaben auf polnischer Seite betroffen.



Abbildung 1 – Lage des Tagebaus Turów und der zugehörigen Außenkippe (nordwestlich davon) in dem territorialen Zipfel zwischen den Staatsgrenzen (gelbe Linien) zu Tschechien und Deutschland. Die Staatsgrenze zu Deutschland wird durch die Lausitzer Neiße (tschechisch: *Lužická Nisa*; polnisch: *Nysa Łużycka*) definiert. Westlich davon liegen die Stadt Zittau (tschechisch: *Žitava*, polnisch: *Żytawa*) und das Zittauer Becken. (Bildquelle: Google Earth)



Abbildung 2 – Blick von Ost nach West. Lage des Tagebaus Turów (Bildmitte) und der zugehörigen Außenkippe (rechts davor); im Hintergrund das Zittauer Becken und links davon die Zittauer Berge. (Staatsgrenzen: gelbe Linien) (Bildquelle: Google Earth)



Abbildung 3 – Blick von West nach Ost. Vordergrund: Olbersdorfer See und Kreisstadt Zittau mit Grenzfluss Neiße; Bildmitte: Tagebau Turów, mit großflächig abgerutschter Innenkippe (links) und voranschreitendem Abbau (rechts). Hintergrund rechts: Stadt Bogatynia, links: Abraum-Außenkippe und Aschenhalde sowie Kraftwerk Turów (links davor).

(Aufnahme, 8. Dezember 2016 : Julian Nyča - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=56441887>)

Geologische Verhältnisse

Regionalgeologischer Rahmen

Das Zittauer Becken (poln. *Niecka Żytawska*) ist zunächst eine geomorphologische Senke, die sich in Polen unter der Bezeichnung Türchauer Talkessel (poln. *Kotlina Turoszowska*) nach Osten fortsetzt. Im Süden grenzt das Becken an das Zittauer Gebirge, das den nördlichen (deutschen) Teil des Lausitzer Gebirges (tschechisch: *Lužické hory*) bildet. Der Untergrund des Zittauer Beckens gehört geologisch zur Lausitzer Scholle und wird hauptsächlich vom proterozoischen und altpaläozoischen Ostlausitzer Granodiorit gebildet, der entlang der bedeutenden Lausitzer Verwerfung auf die Oberkreide-Sandsteine des Sächsisch-Böhmischen Kreidesandsteingebirges bzw. der Elbezone auf- bzw. überschoben worden ist. (Vgl. Abbildung 4).

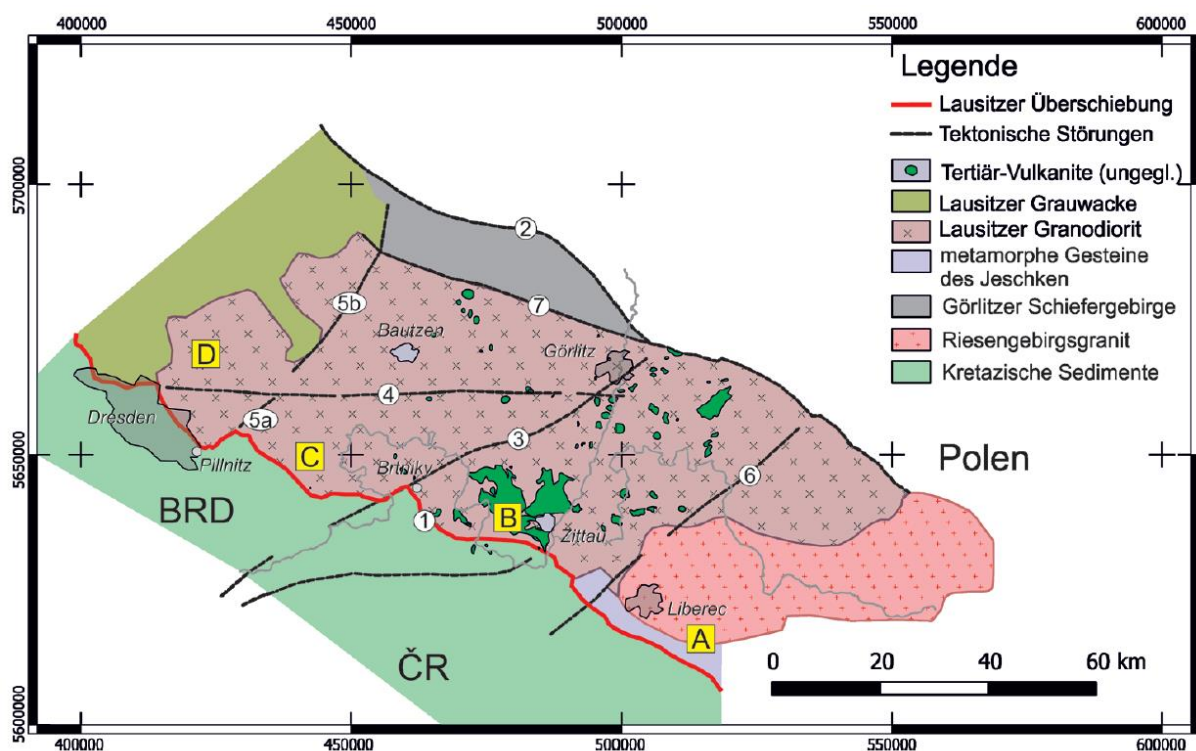


Abb. 1: Vereinfachte geologische Übersichtskarte des Lausitzer Blocks und der Lausitzer Überschiebung (Störungen: 1 = Lausitzer Überschiebung, 2 = Lausitzer Hauptabbruch, 3 = Ebersbacher Störung, 4 = Klotzsche–Cunewalde-Störung, 5a = Borsberg-Störung, 5b = Hoyerswerdaer Querstörung, 6 = Fortsetzung der Stráž-Störung, 7 = Innerlausitzer Störung). Die Buchstaben A, B, C, D kennzeichnen die Blöcke in Abb. 9.

Abbildung 4 – Geologische Übersichtskarte mit Lausitzer Überschiebung (rote Linie). Südwestlich davon Kreidesedimente der Elbe-Zone; Nordöstlich davon Grundgebirge der Lausitzer Scholle. Aus Krenz und Stanek (2015, Abb. 1).

Im oberen Oligozän ist das Gebiet durch einen bimodalen, basaltisch-phonolitischen Vulkanismus mit zahlreichen Vulkanzentren, Effusivgesteinen, Intrusivkörpern und Tuffen gekennzeichnet.

Das Zittauer Kohlebecken als geologische Senke entstand durch tektonische Vorgänge vor etwa 20 Millionen Jahren. Es kann strukturell als nordöstliche Fortsetzung des Eger-Rifts gedeutet werden (Andreani et al., 2014). Die jüngsten (neo-)tektonischen Bewegungen reichen bis in das späte Miozän/Pliozän. Die hauptsächlich NE-SW und E-W streichenden tektonischen Störungen führten zu einer Zerblockung des Gebietes. Eine wichtige NE-SW-Störung, die zum tektonischen Inventar des Eger-Grabens zu rechnen ist, verläuft im Tal der Lausitzer Neiße, also zwischen dem westlichen Tagebaurand (Turów) und dem Stadtgebiet von Zittau (Stanek et al., 2016). Diese Störung könnte für eine Reihe von hydrogeologischen und bodenmechanischen Fragen relevant sein (s.u.), wird aber in PGE (2019) nicht adressiert.

Das einsinkende Zittauer Becken wurde ab dem oberen Oligozän-Miozän von einer 300 bis 350 m mächtigen lakustrinen bis alluvial-fluviatilen Sedimentfolge aus Kiesen, Sanden, Schluffen und Tonen mit eingelagerten Braunkohleflözen aufgefüllt (Abbildung 5), die bis heute Gegenstand des Braunkohlenbergbaus Turów sind.

Ein kleinerer und weniger tiefreichender Braunkohleabbau westlich des Zittauer Stadtgebietes wurde bis 1991 durch den Tagebau Olbersdorf betrieben. Das Zittau-Turów-Braunkohle-Becken erstreckt sich über eine Fläche von 110 km². Die durchschnittliche Flözmächtigkeit beträgt 80 bis 100 m (LMBV, 1999; Stanek et al., 2016; Bartholomäus, 2018; Kraśnicki, 2020).

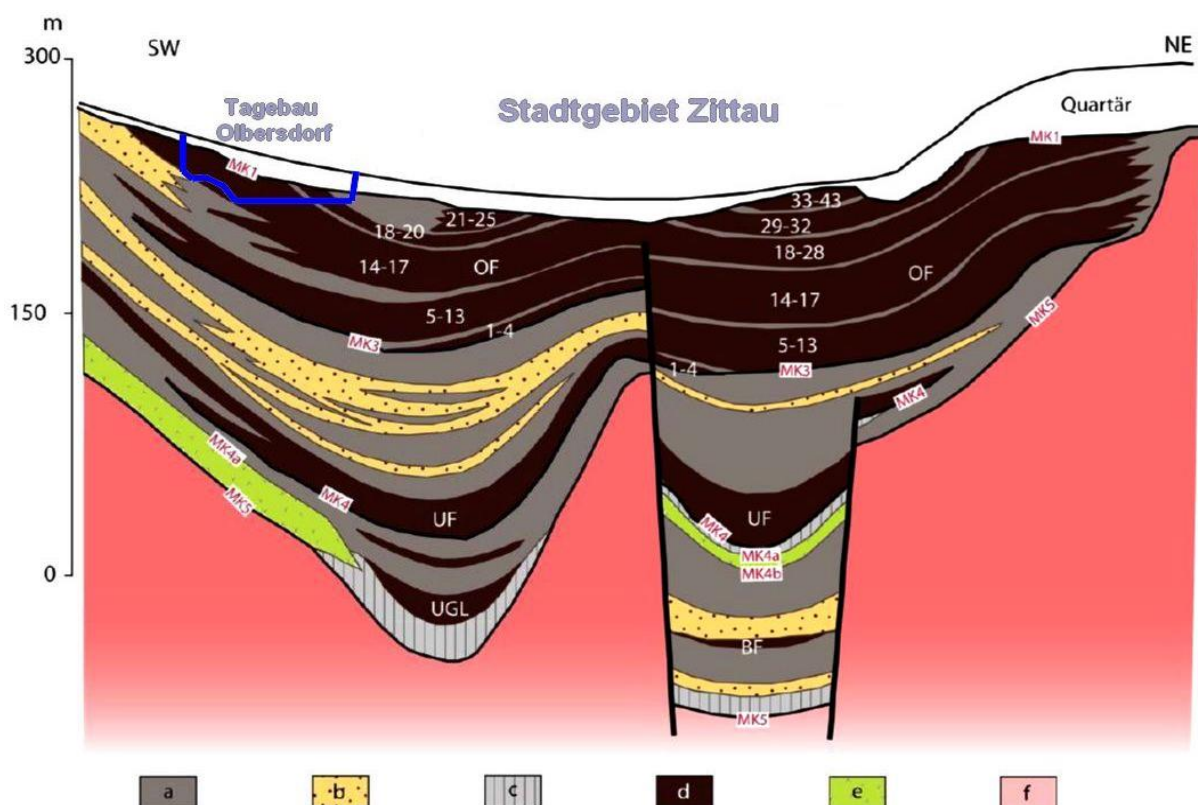


Abbildung 4: Schematisches Normalprofil des Zittauer Beckens (aus HIRSCH et al. 1989)

Rote Abkürzungen: 3D-Modell-Flächen; dicke schwarze Linien: Störungen.

Oligo-Miozän: a - Schluff, b - Sand, c - Ton, d - Braunkohle mit Nummerierung der Flözbänke (OF - Oberflöz, UF - Unterflöz, UGL - Unterbegleiter Unterflöz, BF - Basalföz), e - Tuff, Tuffit. Cadomisches Basement: f - Granodiorit

Abbildung 5 – Schichtabfolge mit Braunkohleflözen im Becken von Zittau. (Aus Stanek et al., 2016. Mit Ergänzungen nach LMBV, 1999)

Über den Tertiären Beckensedimenten lagern diskordant Quartäre Sande und Kiese, die in den Talauen und in örtlichen Muldenstrukturen mehrere 10er Meter mächtig werden können, aber im Übrigen ausdünnen oder ganz fehlen. Mit der kontinuierlichen Hebung der Oberlausitz während des Eiszeitalters kam es zum Einschneiden des Neißeals. Die ältesten Fluss-Terrassen finden sich auf den Anhöhen bis ca. 30 m über der Neiße und die jüngste Terrasse der Nacheiszeit liegt 1-2 m über dem heutigen Neißenniveau.

Detaillierte und moderne geomorphologisch-tektonisch-stratigraphische Untersuchungen sind in Stanek et al. (2016) beschrieben.

Hydrogeologie

Der Tagebau Turów, mit einer Tiefe von mehr als 300 m, greift massiv in alle Grundwasserstockwerke des suprakristallinen Deckgebirges, hier des Zittau-Turów-Beckens, ein. Hydrogeologisch unterscheidet man folgende Grundwasserstockwerke, die in den drei betroffenen Ländern, wohl auch aufgrund Fazies-bedingter Variationen und lokaler Erosionsdiskordanzen unterschiedliche Bezeichnungen tragen. Aufgrund des thematischen Bezugs zum Tagebau Turów werden hier nachfolgend die polnischen Bezeichnungen verwendet (s.u.):

Quartäre Deckschichten:

Der Quartäre Poren-Grundwasserleiter ist ungespannt und besteht im Wesentlichen aus bis 20 m mächtigen Sanden und Kiesen, mit kf-Werten von $6E-05$ m/s und $3E-04$ m/s. Das Grundwasser ist mittelhart bis hart, schwach säuerlich, mit einer Mineralisation bis zu 1000 mg/L (Kraśnicki, 2020).

Tertiäre Grundwasserleiter:

Die Tertiären Ablagerungen bestehen aus mehreren Sedimentationszyklen und beinhalten die aus vielen Bänken bestehenden Braunkohlenflöze, die durch grob- bis feinklastische Sedimente unterteilt sind. Die Sand- und Kiesschichten bilden gespannte Poren-Grundwasserleiter, die durch geringdurchlässige Tone und Schluffe unterteilt werden. Die Braunkohleflöze sind überwiegend grundwasserstauend. Die Mächtigkeit der einzelnen Grundwasserleiter reicht von einigen Metern bis zu mehreren 10er Metern.

Technisch werden in Polen die Grundwasserleiter entsprechend ihrer Position zu den selektiv gewinnbaren Flözen unterteilt (deutsche Entsprechungen in Klammern):

- oberer Abraum-Horizont (Ng)
- unterer Abraum-Horizont (Nd) (HM)
- zwischen den Flözen liegend (Mw) (Zittau C)
- unter dem Flöz liegend (Pw) (Zittau B)

Die Tertiär-Grundwässer sind schwach säuerlich, mit einem Mineralisierungsgrad bis zu 500 mg/L. (Kraśnicki, 2020).

Proterozoisch-paläozoisches Grundgebirge:

Das im Tertiär verwitterte und tektonisch stark zerblockte kristalline Grundgebirge ist ein Kluft-Grundwasserleiter mit örtlich stark wechselnden hydraulischen Leitfähigkeiten und geringem Speichervermögen. In dem Kurort Opolna-Zdrój (deutsch: Bad Oppelnsdorf; am Südrand der geplanten Tagebau-Erweiterung) wird eisenhaltiges Mineralwasser mit Sulfat, Calcium und Magnesium mit erhöhtem Kohlensäure- (10-130 mg/L) und Eisengehalt (bis zu 25 mg/L) gefördert, und aus einem Verwerfungsschlitz im Tagebau Turów tritt Natrium-Bikarbonat- Wasser mit einem Mineralisierungsgrad von 4,2 g/L und Temperaturen von 24-27°C aus (Kraśnicki, 2020).

Normalprofil Zittau, standardní profil Žitava

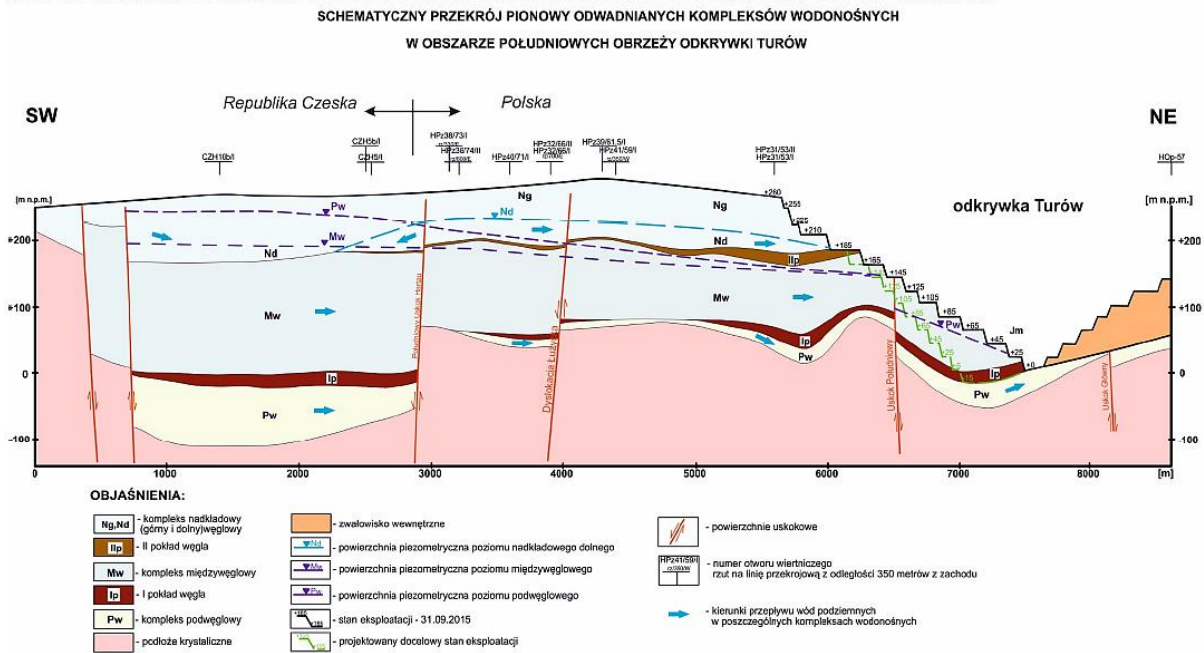
Messnetz Zittau (Randbereiche)	Messnetz Oibersdorf	Messnetz Zittau (Zentrum)	Messnetz Turow	Grundwasser- stockwerk
weichselkaltzeitlicher Gehängelehm mit Sandlinsen				G 1e nur Sandlinsen
elsterkaltzeitlicher Geschiebemergel/-lehm mit Sandlinsen	Auelehm			G 1
	saalekaltzeitliche Mandau- und Neiße Kies			
Oberflöz-Oberbank				OO
Hauptmittel				HM
Oberflöz-Unterbank				OU
Schicht Zittau C				ZiC
Zittauer Unterflöz				ZU
Schicht Zittau B (Tuffite, Basalt-, Phonolithzersatz)				ZiB, VBa-Z, VPh-Z
		Schicht Zittau A		ZiA
Granodioritzersatz				PGD-Z
Granodiorit				PGD

Quelle: Dr. Peter Börke (LfULG Sachsen): Wasserwirtschaftliche Besonderheiten des Zittauer Beckens (Vodohospodářské zvláštnosti Žitavské pánve); Konferenz Zittau 16.05.2018

Abbildung 6 – Normalprofil Zittau mit Grundwasserstockwerken. (Nach Börke, 2018, aus Bartholomäus, 2019)

Der schematische Schnitt (Abbildung 7) zeigt die Grundwasserstockwerke mit den in Polen verwendeten Bezeichnungen (Kürzel).

Rysunek 22 Schematyczny przekrój hydrogeologiczny odwadnianych kompleksów wodonosnych w obszarze południowych obrzeży odkrywki Turów



Źródło: opracowanie własne

Abbildung 7 – Hydrogeologische Stockwerke und Bezeichnungen für die Grundwasserleiter in Polen. (Nach PGE, 2019)

Tektonik

Das Zittauer Becken ist durch bruchtektonische Prozesse entstanden und die Miozäne Lagerstätte selbst wird von jüngeren, neotektonischen Störungen mit teilweise markanten Sprunghöhen durchzogen (Abbildungen 7, 8). Diese Störungen haben auch eine hydrogeologische Relevanz, indem sie teilweise abdichtend, teilweise grundwasserleitend wirken. Leider fehlt in dem UVP-Bericht eine adäquate Darstellung der bruchtektonischen Elemente, die ja aus dem fortschreitenden Bergbau bestens bekannt und dokumentiert sein müssten.

Abbildung 8 zeigt auch eine deutliche Korrespondenz des Zittauer Beckens mit dem Störungsmuster und unterstreicht die bruchtektonischen Ursachen seiner Entstehung.

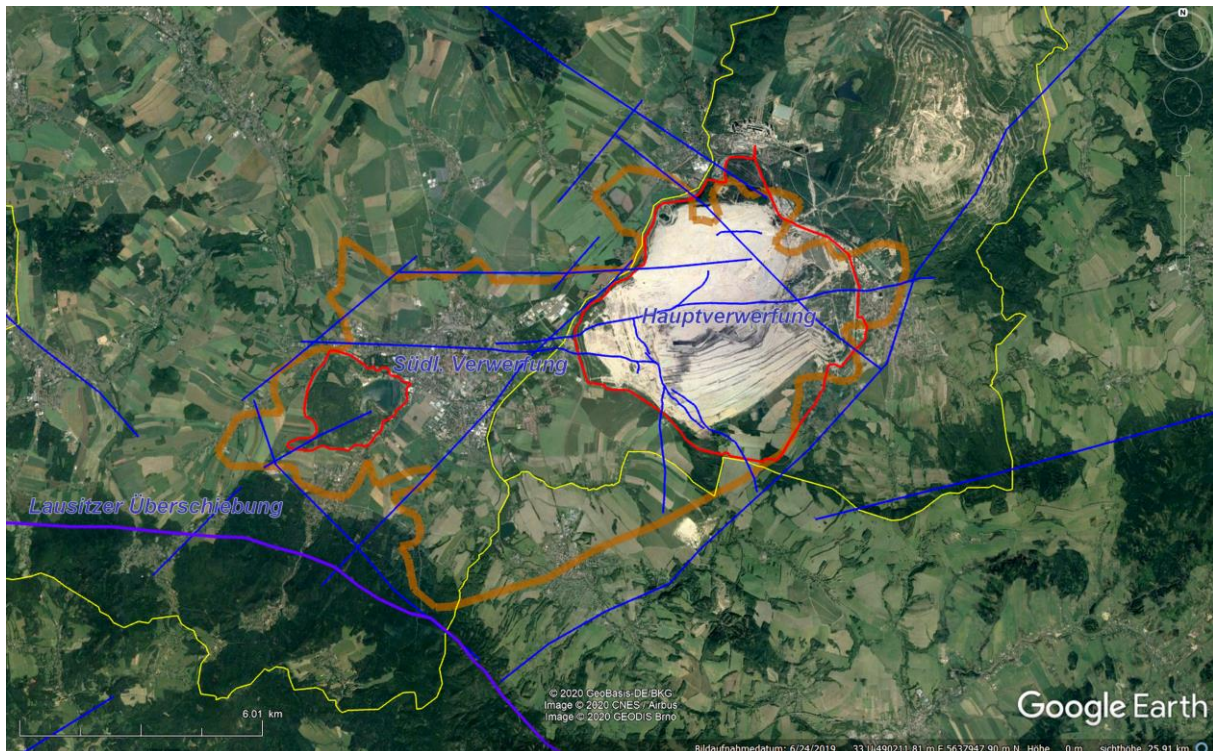


Abbildung 8 – Zittauer Becken (braun) und tektonische Störungen (blau), aus diversen Quellen zusammengestellt. (Kartengrundlage: Google Earth)

Bergbau

Im Zittauer Becken wurde Braunkohle (Lignit) bereits im 19. Jahrhundert unter Tage, später dann in den Tagebauen „Kristyna“ bei Hradek (1952-1969), „Glückauf“ bei Olbersdorf (1910-1991) sowie Hirschfelde/Turów (1916-heute) gewonnen. Informationen zur historischen Entwicklung finden sich z.B. in Bartholomäus (2018).

Der nahe dem Dreiländereck in Tschechien gelegene Tagebau Kristyna ist heute noch durch einen kleinen Restsee erkennbar.

Auf deutscher Seite hat der Tagebau Olbersdorf insgesamt 21,5 Millionen Tonnen Braunkohle gefördert. Anlässlich der 2. Sächsischen Landesgartenschau 1999 wurde das Gelände saniert und das Restloch geflutet. Seit Erreichung des Stauziels von +236,5m NHN im Februar 1999 fließt das Wasser über das Auslaufbauwerk in den Neiße-Nebenfluss Mandau ab. Der 60 ha große See wird seither für Freizeit-Aktivitäten genutzt (LMBV, 1999). – Der Olbersdorfer See kann als Prototyp für den später entstehenden Restsee im Tagebau Turów gelten, weshalb er im nächsten Kapitel bei den Oberflächengewässern mit betrachtet wird.

Auf polnischer Seite wird der Tagebau Turów (vor dem 2. Weltkrieg „Herkules“) betrieben. Der Braunkohlenabbau begann in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts untertage und ab 1904 als Tagebau. Der Tagebau Turów ist heute einer der vier größten Braunkohletagebaue in Polen. Die Reserven würden eine Braunkohleförderung bis 2044 ermöglichen. Zu diesem Zweck plant man, den südöstlichen Teilbereich der Lagerstätte in der Region Opolna-Zdrój zu erschließen (PGE, 2019; Kraśnicki, 2020). Der Tagebau umfasst derzeit eine Fläche von 26 km² und soll bis 2044 auf ca. 30 km² anwachsen. Die Geländehöhen um den Tagebau herum liegen zwischen ca. +225 und +300m NHN, die Tagebausohle liegt bei ca. -10m NHN.

Tabelle 1 – Kennzahlen Tagebau Turów, Stand 2020 *	
Kumulative Braunkohlen-Förderung seit 1947	925 Mio. t
Jährliche Braunkohlen-Förderung (2020)	ca. 11 Mio. t/a
Reserven (2020)	244 Mio. t
Kumulative Abraumbewegung seit 1947	ca. 2 250 Mio. m ³
Außenkippe	1 700 Mio. m ³
Jährliche Abraumbewegung (2020)	ca. 50 Mio. m ³
Abraumbewegung von 2020-2044	776 Mio. m ³
*) Schätzungen nach Angaben von PGE (2019) und Bartholomäus (2018)	

Die Braunkohlelagerstätte besteht aus drei Hauptflözen, die ihrerseits aus vielen einzelnen Braunkohlebänken mit geringmächtigen Zwischensedimenten bestehen. Die Lagerung der Flöze folgt der Beckengestalt und ist flach muldenförmig, so dass im nördlichen Teil des Tagebaus die Flöze mit wenigen Grad Neigung nach Süden (SSE) einfallen, im südlichen Teil der Grube nach Norden (NNW) fallen, oder flach liegen. Siehe Abbildung 9 a,b.

Der Abbau der Braunkohle erfolgt selektiv und zeitgleich in dem Oberflöz und Unterflöz. Die Tagebauarbeiten werden hauptsächlich mit fächerartigem Fortschritt der Arbeiten in südöstlicher Richtung geführt. Infolge des Abbaus wird sukzessive der südliche Abhang des Tagebaus geformt (PGE, 2019). Zur Gewinnung der Braunkohle werden derzeit 45 bis 55 Millionen m³ pro Jahr Abraum abgetragen, über Bandförderanlagen verfrachtet und auf der Innenkippe über Absetzer abgeworfen. (PGE, 2019). Zukünftig soll der Tagebau nach SW bis zur Grenze nach Tschechien erweitert werden und maximal bis 2044 betrieben werden.

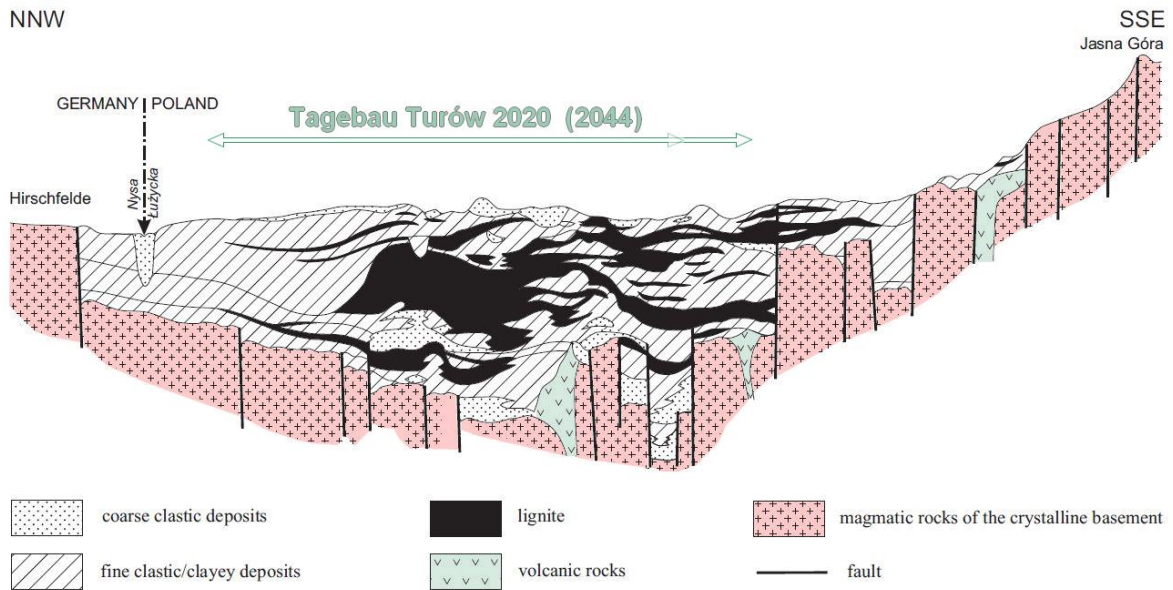
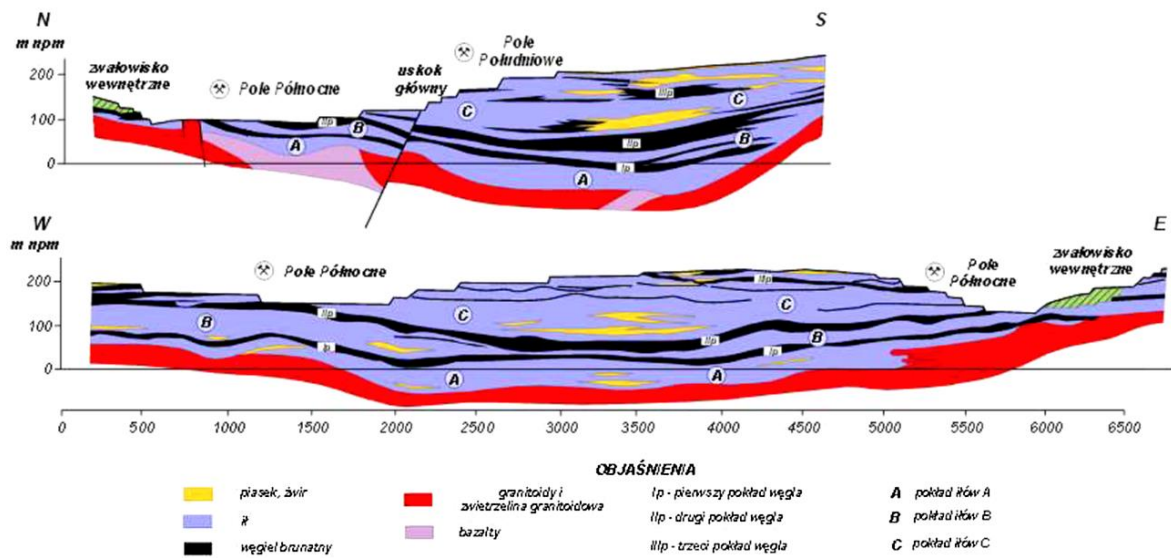


Fig. 5. Geological cross-section of the Turów deposit (after Kasiński, 2000) — an example of tectonic subsidence with allocyclic control of sedimentation

a



Rysunek 4. Przekroje geologiczne przez złożę węgla brunatnego „Turów”.

Źródło: Borecka A.: Właściwości gruntów zwałowych z KWB „Turów” oraz próba ich oceny na podstawie sondowań statystycznych.

b

Abbildung 9 – Querprofile (überhöht) durch die Braunkohlenlagerstätte Turów. a) Nach Kasinski und Piwocki (2002); b) Nach Borecka A. (2006)

Oberflächengewässer

Lausitzer Neiße

Das betrachtete Gebiet im Einflussbereich des Tagebaus Turów gehört administrativ in die „Internationale Flussgebietseinheit Oder“ (IFGE Oder), zu deren Einzugsgebiet auch die Neiße gehört. Die Lausitzer Neiße (polnisch: Nysa Łużycka) mit ihren Nebenflüssen ist das wichtigste Fließgewässer in der Region (Abbildung 10).

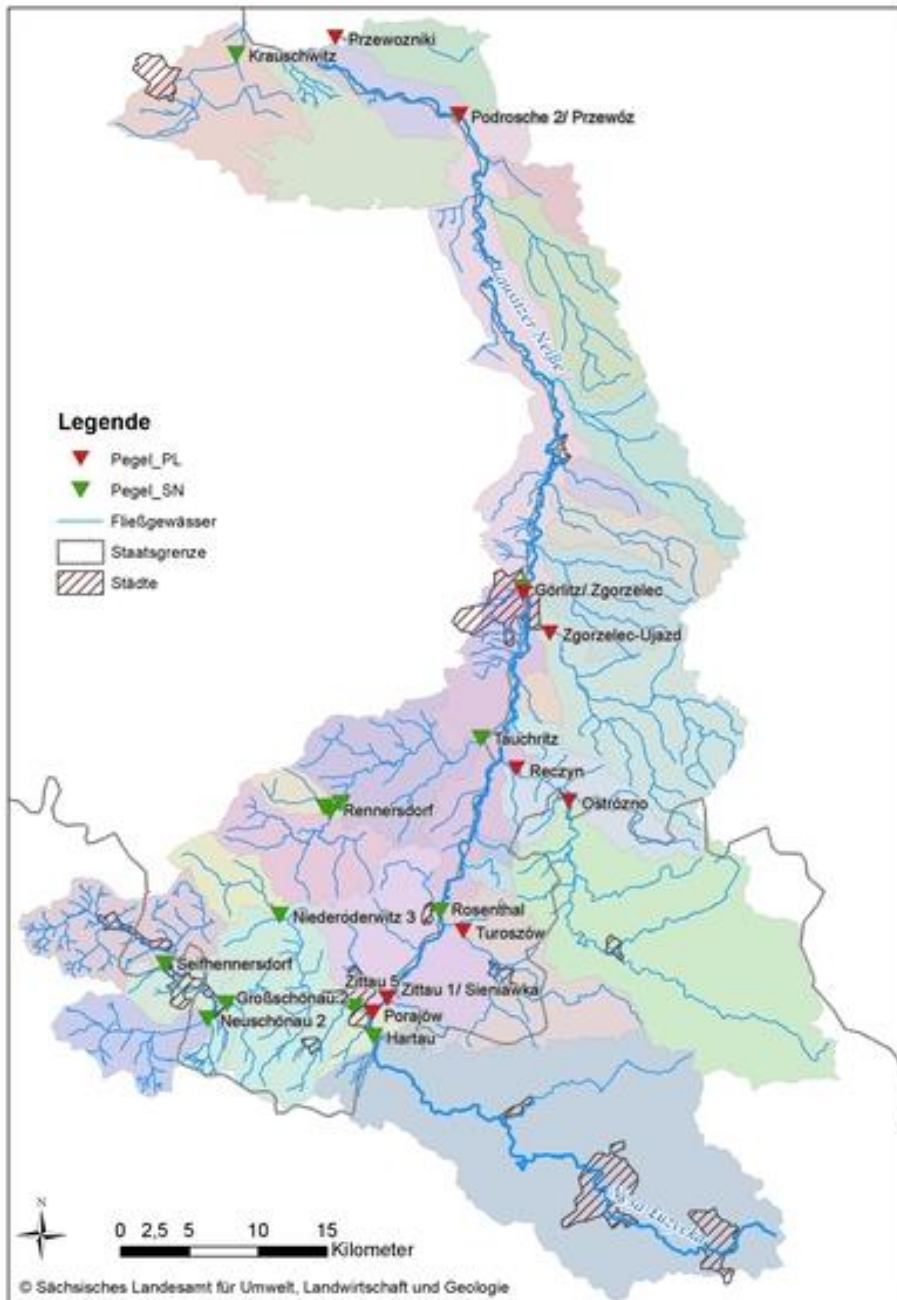


Abbildung 10 – Hydrologische Messpegel im Bereich der Lausitzer Neiße und ihren Nebenflüssen, sowie Teil-Einzugsgebiete. Quelle: LfULG (2020)

Aus hydrologischer Sicht hat die Lausitzer Neiße folgende Mittlere Abflusswerte (MQ):

- Pegel Hartau (Dreiländereck) MQ = 5,99 m³/s
- Pegel Rosenthal (unterhalb Einmündung der Miedzianka) MQ = 10,6 m³/s
- Pegel Gubin (vor Einmündung in die Oder) MQ = 28,8 m³/s

(Weitere Details, siehe Indexkarte mit Einzugsgebieten (Abbildung 10) und Tabelle (hier Abbildung 11). Quelle: LfULG (2020).

Pegel	Gewässer	Fläche [km ²]	Zeitreihe von bis	MQ [m ³ /s]	MNQ [m ³ /s]	MHQ [m ³ /s]
Hartau	Lausitzer Neiße	378	1958-2010	5,99	1,68	68,7
Porajów	Lausitzer Neiße	388	1971-2010	6,06	1,28	71,0
Neuschönau 2	Lausur	47	1986-2005	0,7	0,04	8,2
Großschönau 2	Mandau	162	1964-2010	2,14	0,47	44,6
Seiffhennersdorf	Mandau	75	1968-2010	0,94	0,10	20,2
Zittau 5	Mandau	296	1913-2010	3,06	0,44	73,8
Zittau 1	Lausitzer Neiße	694	1956-2010	9,03	2,31	128
Sieniawka	Lausitzer Neiße	693	1956-2010	8,94	2,06	137
Niederoderwitz 3	Landwasser	29	1987-2010	0,27	0,05	12,2
Turoszow	Miedzianka	72	1971-2010	0,83	0,13	10,5
Rosenthal	Lausitzer Neiße	879	1958-2010	10,6	3,08	123
Rennersdorf 1	Petersbach	63	1961-2010	0,44	0,09	15,5
Rennersdorf 2	Berthelsdorfer W.	13	1961-2010	0,13	0,04	4,7
Rennersdorf 3	Pließnitz	78	1967-2010	0,55	0,18	11,0
Ostroszno	Witka	266	1966-2010	4,26	0,67	72,6
Reczyn	Witka	318	1971-2010	3,52	0,33	98,9
Tauchritz	Pließnitz	63	1965-2010	1,12	0,35	29,4
Zgorzelec Ujazd	Czerwona Woda	127	1961-2010	0,79	0,17	12,8
Görlitz	Lausitzer Neiße	1633	1913-2010	17,2	4,92	181
Zgorzelec	Lausitzer Neiße	1630	1913-2010	15,5	3,47	180
Podrosche 2	Lausitzer Neiße	2074	1985-2010	17,4	5,27	154
Przewóz	Lausitzer Neiße	2108	1985-2010	19,3	5,43	185
Krauschwitz	Legnitzka	73	1980-2010	0,23	0,09	0,79
Gubin	Lausitzer Neiße	4080	1971-2010	28,8	9,27	179

Abbildung 11 – Verzeichnis der Messpegel im Bereich der Lausitzer Neiße und ihren Nebenflüssen, mit hydrologisch wichtigen Angaben zu den Einzugsgebieten und Durchflusswerten. Quelle: LfULG (2020)

Entsprechend der administrativen Festlegung und Bezeichnung von Gewässern durch die Internationale Kommission zum Schutz der Oder (IKSO) gegen Verunreinigung sind auf deutschem Gebiet folgende Fließgewässer von dem Vorhaben berührt und gemäß WRRL (Richtlinie 2000/60/EG) hydromorphologisch klassifiziert:

- Lausitzer Neisse-3 (DE_RW_DESN_674-3) vom Pfaffenbach (Hartau) bis zur Mandau – „erheblich verändertes Gewässer“
- Lausitzer Neisse-4 (DE_RW_DESN_674-4) von der Mandau bis zur Miedzianka (Küpper) – „erheblich verändertes Gewässer“
- Lausitzer Neisse-5 (DE_RW_DESN_674-5) von der Miedzianka bis zur Pließnitz – „natürliches Gewässer“

Bei den „erheblich veränderten“ Wasserkörpern bedingt die anthropogene Nutzung, dass als Umweltziel statt des „guten ökologischen Zustands“ das „gute ökologische Potenzial“ gilt (s.u.). Das Ziel der WRRL ist der „gute ökologische Zustand“ und der „gute chemische Zustand“ aller Oberflächenwasserkörper bis spätestens 2027. Ein natürlicher Oberflächenwasserkörper ist in einem guten Zustand, wenn der ökologische Zustand und der chemische Zustand als „gut“ beurteilt werden. Erheblich veränderte und künstliche Oberflächenwasserkörper sind in einem guten Zustand, wenn das ökologische Potenzial mindestens als „gut“ und der chemische Zustand als „gut“ beurteilt werden (Umweltbundesamt, 2017).

Die weitere administrative Unterteilung der Lausitzer Neiße in „Wasserkörper“ ist in Abbildung 12 dargestellt.

JEDNOLITE CZĘŚCI WÓD NA POLSKO-NIEMIECKICH WODACH GRANICZNYCH

Wasserkörper auf polnisch-deutschen Grenzgewässern

JCW/Wasserkörper_PL

- Odra od Odry Zachodniej do Parnicy, PLRW6000211971
- Odra od Warty do Odry zachodniej, PLRW60002119199
- Odra od Nysy Łużyckiej do Warty, PLRW60002117999
- Nysa Łużycka od Lubszy do Odry, PLRW600019174999
- Nysa Łużycka od Chwaliszówki do Lubszy, PLRW600019174799
- Nysa Łużycka od Skrody do Chwaliszówki, PLRW60001917475
- Nysa Łużycka od Żółtej Wody do Skrody, PLRW600019174599
- Nysa Łużycka od Żareckiego Potoku do Żółtej Wody, PLRW600019174579
- Nysa Łużycka od Pliessnitz do Żareckiego Potoku, PLRW60001917453
- Nysa Łużycka od Miedzianki do Pliessnitz, PLRW60001017431
- Nysa Łużycka od Mandau do Miedzianki, PLRW60008174159
- Nysa Łużycka od Pfaffenbach Hartau do Mandau, PLRW60008174139

JCW/Wasserkörper_DE

- DEBB696_71
- DEBB6_2
- DEBB6_3
- DEBB674_70
- DEBB674_1739
- DESN_674-10
- DESN_674-9
- DESN_674-8
- DESN_674-6
- DESN_674-5
- DESN_674-4
- DESN_674-3



Abbildung 12 – Lage und (deutsche bzw. polnische) Bezeichnungen der Wasserkörper der Fließgewässer entlang der Lausitzer Neiße. Nach einer Abbildung in Arbeitsgruppe W2 (2018).

Chemischer Zustand der Lausitzer Neiße

Für den chemischen Zustand gibt es zwei Klassen. Wenn die Normen eingehalten sind, ist der Zustand „gut“, sonst „nicht gut“. Der „gute chemische Zustand“ als Umweltziel gilt sowohl für „natürliche“ als auch für „künstliche“ und „erheblich veränderte“ Gewässer (Umweltbundesamt, 2017).

Die auf deutschem Gebiet liegenden Messstellen für die Oberflächengewässer sind in Abbildung 13 dargestellt. Nur an wenigen davon wird auch die Grundwasserbeschaffenheit überwacht.

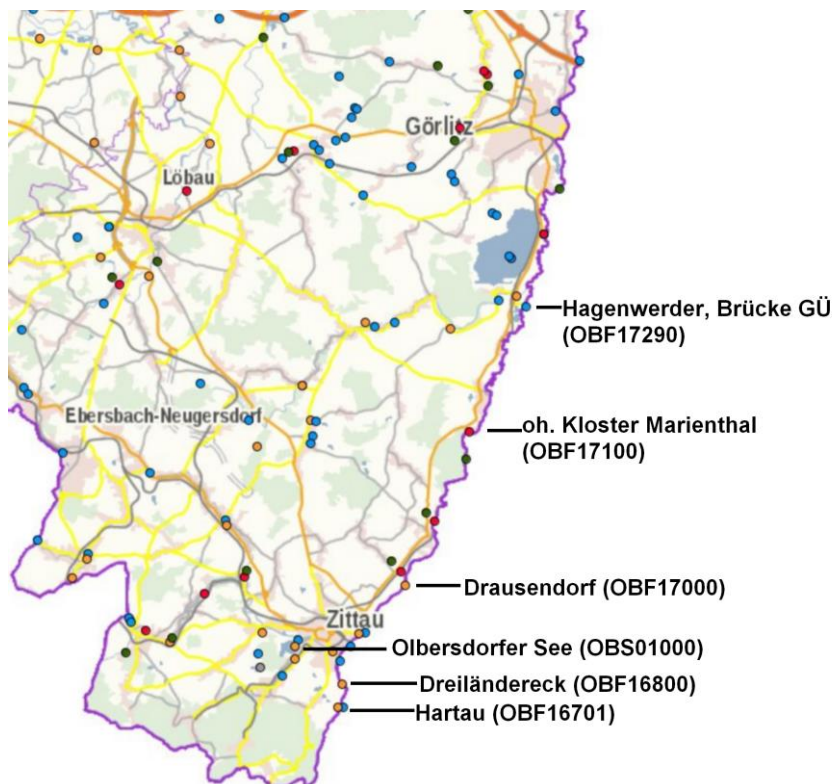


Abbildung 13 – Oberflächengewässer-Messstellen an der Lausitzer Neiße und im Olbersdorfer See. Rote und orangefarbene Punkte bezeichnen Messstellen mit chemischer Überwachung der Wasserqualität. Nach LfULG (2020c).

Im Jahr 2016 haben sich die deutschen und polnischen Bewertungskriterien erheblich geändert. 2016 wurde in Deutschland die Oberflächenwasserverordnung (OGewV) geändert. Daher sind zum ersten Mal deutsche Standards für die meisten sogenannten „unterstützenden Parameter“ zur Beurteilung des „ökologischen Zustands“ verfügbar. Die polnischen Bewertungskriterien sind in der Verordnung des Umweltministers geregelt. Auf polnischer Seite gab es 2016 erhebliche Änderungen bei den Bewertungskriterien. Alle Normen sind jetzt an einen bestimmten Typ angepasst und werden im Vergleich zu den vorherigen regelmäßig verschärft. Infolgedessen sind die polnischen Standards für

Leitfähigkeit, BSB₅, Nitritstickstoff, Nitratstickstoff, Chloride und insgesamt suspendierte Feststoffe strenger als die deutschen Standards.

Nach dem *Bericht über die Beschaffenheit der deutsch – polnischen Grenzgewässer 2016* der Arbeitsgruppe W2 (2018) bestehen in der Lausitzer Neiße folgende Überschreitungen von Normen, die unterschiedliche Verursacher haben:

Im Jahr 2016 überschritten die Parameter **Temperatur** und **Orthophosphate** an allen Kontrollpunkten die Bewertungskriterien.

Die Werte einiger weniger Parameter in der Lausitzer Neiße überschritten die Bewertungskriterien, z. B.:

BSB₅ - deutsche und polnische Standards überschritten in Abschnitt DESN_674-3.

Ammoniumstickstoff erfüllte nicht den deutschen Standard in den Abschnitten DESN_674-3 und DESN_674-5.

Nitritstickstoff überschritten in DESN_674-3 und DESN_674-5.

Nitratstickstoff - polnischer Standard überschritten in DESN_674-5.

Der Gehalt an **Sulfaten** überschritt den deutschen Standard in Abschnitt DESN_674-5.

Der polnische **Chloridparameter** wurde überschritten in DESN_674-3.

Die mehrjährige Datenpräsentation belegt, dass sich sowohl die Phosphor- als auch die Stickstoffbelastung nahezu unverändert zeigen.

Die jüngsten verfügbaren administrativen Bewertungen (ohne Datengrundlage) entstammen dem *Bericht über die Beschaffenheit der deutsch – polnischen Grenzgewässer 2017* der Arbeitsgruppe W2 (2019). Demnach wurden in 2017 in den Grenzoberflächenwasserkörpern der Lausitzer Neiße und der Oder erneut Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen für die PAK (Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) und Fluoranthen im Wasser festgestellt. Darüber hinaus wurden Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen für Bromierte Diphenylether, Quecksilber, sowie Heptachlor/Heptachlorepoxyd in Biota ermittelt. Für PFOS (Perfluoroktansulfonsäure) kam es sowohl in Biota als auch im Wasser zu Umweltqualitätsnormüberschreitungen. In einzelnen Oberflächenwasserkörpern traten im Wasser Überschreitungen für Blei und Nickel auf.

Diese referierten Aussagen aus den offiziellen Berichten gelten allgemein für die Lausitzer Neiße. Hier nachfolgend soll der Fokus auf dem Einfluss des Tagebaus Turów liegen.

Bezüglich des Braunkohletagebaus Turów schreibt die Internationale Kommission zum Schutz der Oder gegen Verunreinigung (IKSO) in ihrem aktuellen *Bewirtschaftungsplan für die Internationale Flussgebietseinheit Oder im Bewirtschaftungszeitraum 2016–2021* (IKSO, 2015):

„Infolge der Tagebau-Tätigkeit verändert sich das Wasserregime in dem Auswirkungsbereich des Betriebes. Diese Veränderungen betreffen hydrogeologische Merkmale im Flussgebiet, Wassergüte, Nutzungen, Umgestaltung des hydrographischen Netzes. In den letzten Jahren hat der Tagebau „Turów“ eine ganze Reihe von Anlagen gebaut, die die Auswirkungen auf das Wasserregime mildern. Unter anderem wurden Speicher für das Auffangen von

Geschiebeabfluss sowie Speicher mit einer entsprechenden Rückhaltekapazität zur Abflussreduzierung bei hohen Wasserständen eingerichtet.“

In Abbildung 14 ist die zeitliche Entwicklung der Sulfatkonzentrationen in der Neiße dargestellt. Flussabwärts vom Tagebau Turów (Messstelle Kloster Marienthal) sind regelmäßig deutlich höhere Sulfatkonzentrationen festzustellen als an den flussaufwärts gelegenen Stationen.

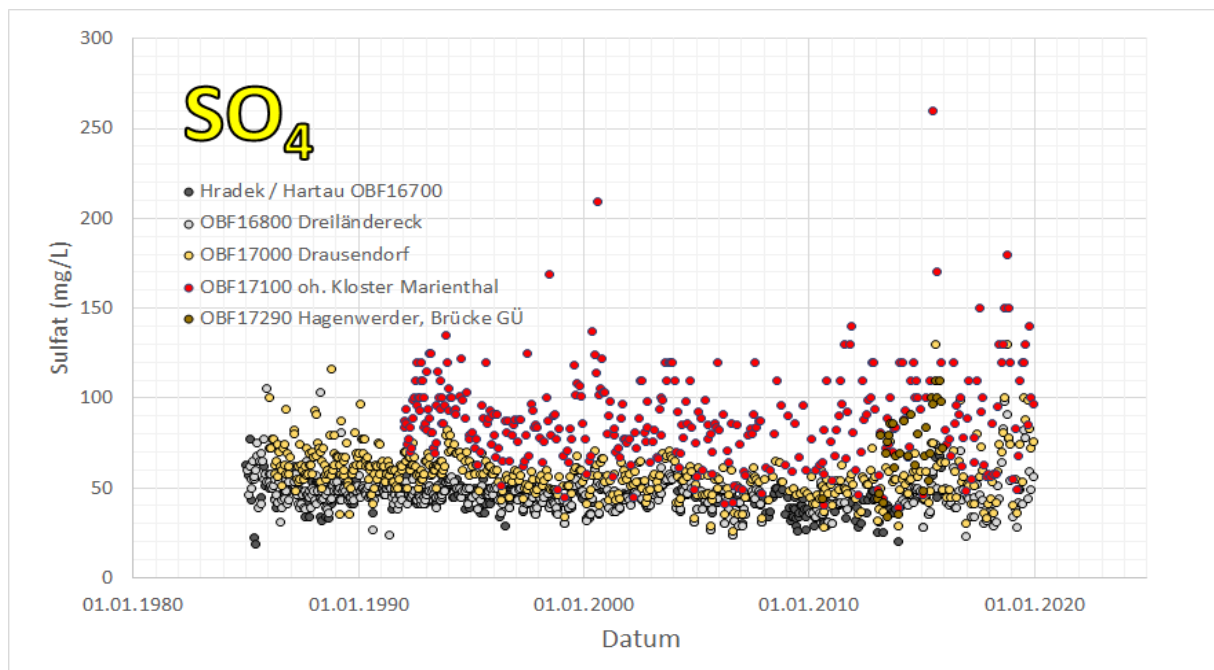


Abbildung 14 – Sulfatkonzentrationen an fünf Messstellen der Lausitzer Neiße.
Datenquelle: LfULG (2020c)

Der sprunghafte Anstieg der Sulfatkonzentrationen auf Höhe des Tagebaus Turów ist auch in Abbildung 15 anhand der Jahresmittelwerte von Sulfat an den jeweiligen Messstationen deutlich zu erkennen.

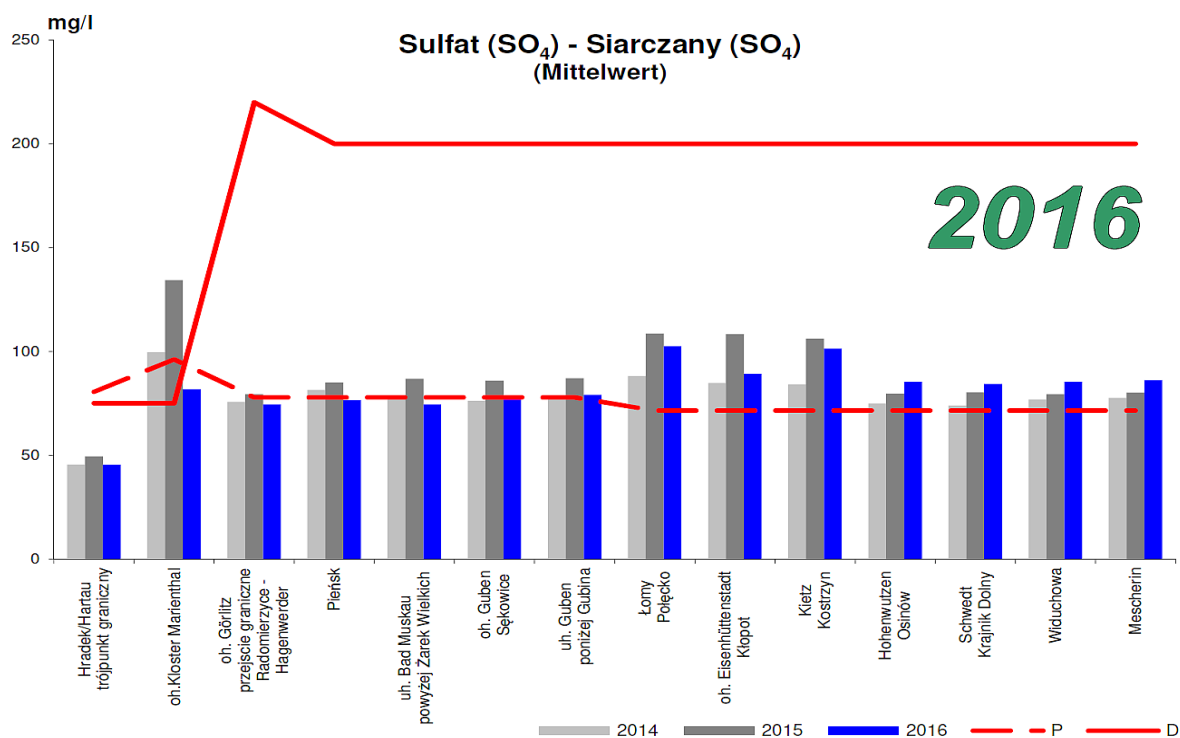


Abb. / Rys. 2.2-19

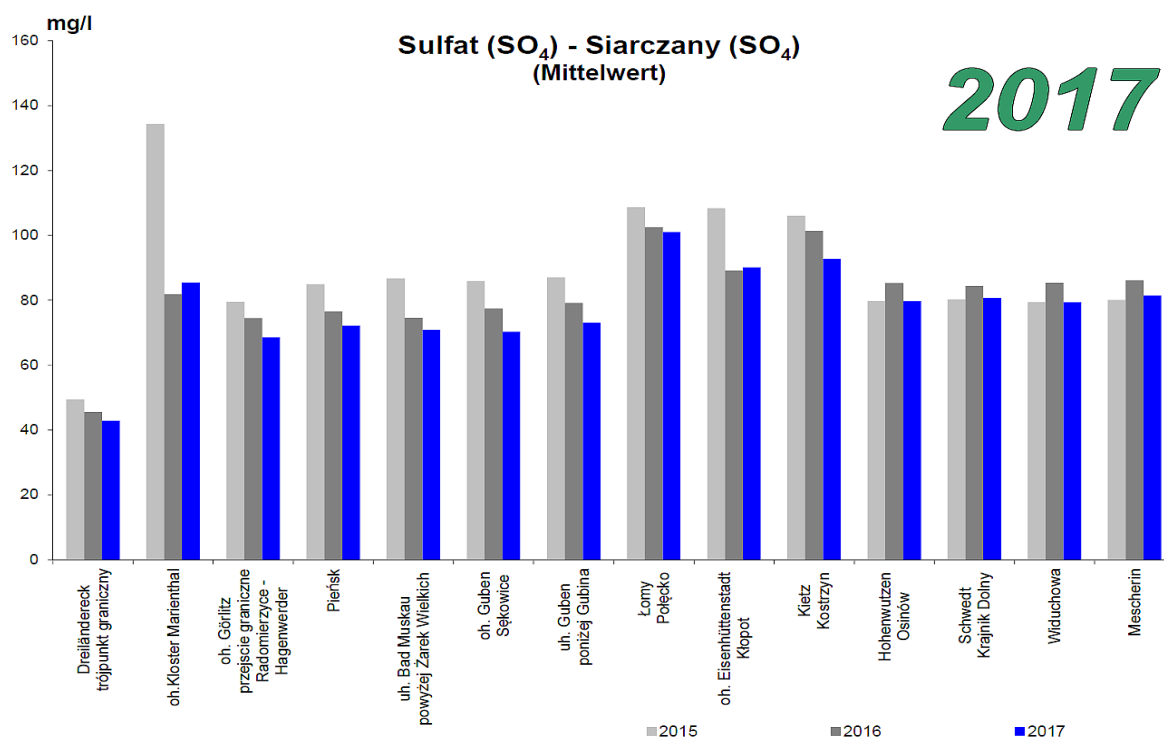


Abb. / Rys. 2.2-19

Abbildung 15 – Sulfatkonzentrationen in der Lausitzer Neiße und Oder an den jeweiligen Messstellen, von Hartau/Hradek (links) über Kloster Marienthal, Görlitz ... bis Mescherien/MV (rechts), von 2014 bis 2017, mit Überlappungen (Berichtsjahre 2016 und 2017). Rote Linien: Nationale Umweltqualitätsnormen. (Nach Arbeitsgruppe W2, 2018, 2019)

Trotz der von IKSO (2015) genannten, bis dahin durchgeführten Maßnahmen ist die Lausitzer Neiße also nach wie vor stark belastet. Das Problem der sauren Grubenwässer, die als Ursache für die hohen Sulfatkonzentrationen zu sehen sind, besteht jedenfalls unverändert. Auch aufgrund dieser Grenzwertüberschreitungen ist der Chemische Zustand der Lausitzer Neiße „nicht gut“. Zu diesem Ergebnis trägt insbesondere der Braunkohlenbergbau Turów bei.

Weitere „chemisch-physikalische Qualitätskomponenten“ werden (der administrativen Sichtweise entgegen kommend) im nächsten Unterkapitel behandelt.

Es ist befremdlich, dass die deutschen und polnischen Umweltqualitätsnormen nicht identisch sind und dass die deutsche Norm für Sulfat (Abbildung 15) auf unnatürlich hohem Niveau liegt und vermutlich auf einer falschen Zuordnung des Gewässertyps beruht.

Ökologischer Zustand der Lausitzer Neiße

Die Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG (WRRL) bewertet die Oberflächengewässer im ökologischen Zustand integrativ, d. h. in der Hauptsache nach dem Vorhandensein der naturraumtypischen Lebensgemeinschaften. Anhang V der WRRL zählt für die Gewässerkategorien die biologischen Qualitätskomponenten (Abbildung 16) auf, die bei der Bewertung des ökologischen Zustands zu berücksichtigten sind. Hydromorphologische und physikalisch-chemische Merkmale werden dabei unterstützend zur Bewertung verwendet (Umweltbundesamt, 2017).

Qualitätskomponenten des ökologischen Zustands nach WRRL

Qualitätskomponente	Fließgewässer	Seen	Übergangsgewässer	Küsten-gewässer
Biologische Qualitätskomponenten				
Phytoplankton	X	X	X *	X
Großalgen/Angiospermen			X	X
Makrophyten/Phytobenthos	X	X		
Makroinvertebraten	X	X	X	X
Fische	X	X	X	
Hydromorphologische Qualitätskomponenten				
Durchgängigkeit	X **			
Wasserhaushalt	X	X		
Morphologie	X	X	X	X
Tideregime			X	X
Chemisch-physikalische Qualitätskomponenten				
allgemeine chemisch-physikalische Komponenten	X	X	X	X
flussgebietspezifische Schadstoffe	X	X	X	X

* nicht verfügbar, aufgrund hoher Trübung ist dieser Parameter in deutschen Übergangsgewässern der Nordsee nicht bewertbar.
 ** Ein Bewertungsverfahren für den Fischaufstieg, den Fischabstieg und die Durchgängigkeit für Sedimente ist in der Entwicklung.

Quelle: Umweltbundesamt nach OGewV

Legende: Bewertung nicht erforderlich; X Bewertungsverfahren vorhanden; X Bewertungsverfahren in Erprobung; X Bewertungsverfahren steht aus

Abbildung 16 - Qualitätskomponenten des ökologischen Zustands nach WRRL (Nach Umweltbundesamt, 2017, Tabelle 5)

Das am schlechtesten bewertete biologische Element bestimmt die Klassifizierung in einen bestimmten Zustand. Die Gesamtbewertung des ökologischen Zustands von Gewässern erfolgt unter Berücksichtigung der Ergebnisse national festgelegter Tests chemischer Bestandteile. Die nationalen Regelungen unterscheiden sich in beiden Ländern (Arbeitsgruppe W2, 2018).

Für die chemisch-physikalischen Komponenten sind Grenzwerte festgesetzt, die als Umweltqualitätsnormen (UQN) bezeichnet werden und in Deutschland in der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV) vom 20.06.2016 administrativ geregelt sind. Die Verordnung legt auch fest, dass zum Erreichen des guten Zustands der Jahresmittelwert der Messwerte die „Jahresdurchschnitt-Umweltqualitätsnorm“ (JD-UQN) und der Maximalwert der Messwerte die „zulässige Höchstkonzentration“ (ZHK-UQN) nicht überschreiten dürfen (Umweltbundesamt, 2017).

Tabelle 2.1-2 Stoffe mit Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen 2016

Kod JCWP OWK-ID	Nazwa JCWP OWK-Name	Substancje, których stężenia przekraczają normę jakości środowiska Stoffe, deren Konzentrationen die Umweltqualitätsnorm überschreiten
PLRW_6000_19174999/ BB_674_70	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-12	- BDE (Biota), - Blei (AV, MAC), - Nickel (AV), - Heptachlor/Heptachlorepoxyd (Biota)
PLRW_6000_19174799/ BB_674_1739	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-11	- Fluoranthen (AV), - Hg-Quecksilber (MAC und Biota), - Benzo(a)pyren (AV), - Benzo(g,h,i)perylene (MAC), - PFOS (AV und Biota)
PLRW_6000_1917475 / SN-674-10	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-10	- Fluoranthen (AV), - Blei (AV), - Nickel (AV), - Benzo(a)pyren (AV), - Benzo(b)fluoranthen (MAC), - Benzo(k)fluoranthen (MAC), - Benzo(ghi)perylene (MAC) - PFOS (AV)
PLRW_6000_19174599/ SN-674-9	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-9	- Benzo(ghi)perylene (MAC)
PLRW_6000_19174579/ SN-674-8	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-8	- Blei (AV), - Nickel (AV), - Benzo(ghi)perylene (MAC)
PLRW_6000_1917453/ SN-674-6	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-6	- Fluoranthen (AV), - Benzo(a)pyren (AV), - Benzo(b)fluoranthen (MAC), - Benzo(k)fluoranthen (MAC), - Benzo(ghi)perylene (MAC), - PFOS (AV)
PLRW_6000_1017431/ SN-674-5	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-5	brak pomiarów
PLRW_6000_8174159 / SN-674-4	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-4	brak pomiarów
PLRW_6000_8174139/ SN-674-3	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-3	- Fluoranthen (AV, MAC), - Benzo(a)pyren (AV), - Benzo(b)fluoranthen (MAC), - Benzo(k)fluoranthen (MAC), - Benzo(ghi)perylene (MAC), - Tributylzinn (AV, MAC) - PFOS (AV)

Uwaga: AV = stężenie średnie w wodzie, MAC = wartość maksymalna w wodzie

Abbildung 17 - (Nach: Arbeitsgruppe W2 (2018) Bericht über die Beschaffenheit der deutsch – polnischen Grenzgewässer 2016)

In der Tabelle (hier Abbildung 17) fällt auf, dass in den Fluss-Abschnitten 4 und 5, also in dem für den Tagebau Turów entscheidenden Abschnitt der Neiße, keine Untersuchungen (polnisch: *brak pomiarów*) vorliegen. Auch im Folgejahr hat im Abschnitt SN_674-4 kein Monitoring stattgefunden. (Abschnitt 7 scheint nicht zu existieren.) Man könnte dieses Fehlen von Untersuchungen so interpretieren, dass man schlechten Ergebnissen beim Fließgewässer-Monitoring proaktiv aus dem Weg gehen möchte, wie auch beim Grundwassermonitoring in diesem Bereich (s.u.).

Nicht alle oben genannten, aus den Berichten der Flussgebietsgemeinschaft referierten Überschreitungen sind jedoch auf den Braunkohlenbergbau Turów (und Olberdorf) zurückzuführen. Der Braunkohlenbergbau ist aber mit Sicherheit die Hauptursache für die überhöhten Sulfatkonzentrationen, insbesondere im „Wasserkörper“ DESN_674-5 (und vermutlich auch schon im nicht überwachten Abschnitt DESN_674-4) aufgrund der bekannten Problematik der Bildung saurer Grubenwässer durch Pyritoxidation. Durch die Versauerung und die damit verbundenen erhöhten Gehalte an Sulfat (Komplexbildner) können auch Schwermetalle mobilisiert werden.

Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) kommen auch als natürliche Bestandteile von Kohlen vor, und mit Einträgen aus dem Braunkohlenbergbau muss daher grundsätzlich gerechnet werden. Allerdings hat eine Überprüfung der zahlreichen Messwerte in der Datenbasis des LfULG (2020c) gezeigt, dass z.B. das Benzo(a)pyren sowohl an der Messstation Dreiländereck flussaufwärts wie auch beim Kloster Marienthal flussabwärts des Tagebaus Turów die Umweltqualitätsnormen fast immer um 1 bis 2, teilweise 3 Größenordnungen (Faktor 10 bis 1000) überschreitet. Diese Umweltqualitätsnormen liegen für Benzo(a)pyren (gesamt) bei 0,00017 µg/L (0,17 ng/L), die Analysenwerte im Bereich 1 bis 100 ng/L. Ob diese Verhältnisse real sind, oder ob irgendwo ein Fehler im System vorliegt, kann von hier aus nicht beurteilt werden. Sie stellen auf jeden Fall unter den betrachteten Parametern die höchsten Grenzwertüberschreitungen dar und erfordern dringend eine Klärung der Ursachen.

Kraśnicki (2020, Tabelle 1) listet in seiner Tabelle eine Reihe von Elementen auf, die in Braunkohlen oft angereichert gegenüber der Erdkruste vorkommen. Die Konzentrationen einiger dieser Elemente (**Cd, Zn, Hg, Pb, Cu, Ni, As, U**) konnten anhand der Daten des LfULG (2020) näher betrachtet werden.

Bei **Cadmium** (Abbildung 18) kann im Ergebnis festgestellt werden, dass in der Lausitzer Neiße die Umweltqualitätsnorm (UQN JD < 0,15 µg/L für gelöstes Cd, für Wässer der Härteklasse 4), trotz mehrerer höherer Einzelwerte, knapp eingehalten wird, was aber anhand einer höheren Probenahmehäufigkeit (mindestens wöchentlich) zu validieren wäre. Allerdings zeigt sich auch, dass gerade die höheren Cadmium-Werte flussabwärts des Braunkohletagebaus Turów (bei Kloster Marienthal) sowie in der Mandau (vor Abschluss der Flutung des Tagebau-Restlochs Olbersdorf), gemessen wurden (Abbildung 18). Dies weist auf die Braunkohletagebaue als signifikante Cadmiumquellen hin. Da Cadmium-Ionen mit Sulfat sehr stabile Komplexe bilden, handelt es sich wahrscheinlich um dadurch mobilisiertes geogenes Cadmium.

Die Konzentrationen von gelöstem **Arsen** (Abbildung 19) liegen in der Neiße konstant unter 2 bis 3 µg/L As. Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung ist 10 µg/L As. Allerdings fällt der

Olbersdorfer See (s.u.) durch häufig höhere As-Werte auf. Für gelöstes As gibt es keine UQN, aber für Schwebstoffe/Sediment liegt der JD-UQN bei 40 mg/kg As. Dieser Wert wird in Schwebstoffen an der Messstelle Kloster Marienthal regelmäßig unterschritten.

Bei **Nickel** (Abbildung 20) wird die Umweltqualitätsnorm von 4 µg/L Ni meist überschritten, und zwar besonders an der Messstelle Kloster Marienthal, also flussabwärts des Tagebaus Turów. Häufigere Überschreitungen sind auch im Olbersdorfer See zu beobachten. Dort wird auch der Grenzwert der Trinkwasserverordnung (20 µg/L Ni) teilweise überschritten.

Aus gegebenem Anlass wurden auch die **Thallium**-Konzentrationen (ohne Abbildung) in der Lausitzer Neiße recherchiert und bewertet, denn in einem Artikel von Bojakowska und Paulo (2013) wird berichtet:

„The thallium content in Polish brown coals oscillates from <0,2 to 2.4 mg/kg. The coals from the Bełchatów deposit and small deposits from the Adamów-Konin region, i.e. Koźmin, Lubstów, Adamów, and Kazimierz are typically low in thallium; its content does not exceed 0.4 mg/kg, and the average is below 0.2 mg/kg. The coals from the Turów deposit distinguish themselves with a significantly higher thallium contents; their average equals to 0.7 mg/kg.“

Im Ergebnis der Überprüfung wurde festgestellt, dass die Analysenwerte für die Neiße unter den jeweiligen Nachweisgrenzen liegen, die bis zum Jahr 2001 mit 0,2 µg/L und ab 2002 mit 0,1 µg/L für gelöstes Thallium angegeben werden. Die Umweltqualitätsnorm liegt bei JD-UQN = 0,2 µg/L. In diesem Punkt müsste die Analytik also weiter verbessert werden um signifikante Messwerte zu erzielen.

Die **Uran**-Konzentrationen (Abbildung 21) in der Neiße liegen unter 1,5 µg/L (Grenzwert der Trinkwasserverordnung: 10 µg/L U) und ergeben ein etwas diffuses Bild, doch besteht eine Tendenz zu erhöhten Werten unterhalb des Tagebaus Turów (Messstelle Kloster Marienthal).

Für **Quecksilber** (ohne Abbildung) (UQN(ZHK) Hg(gelöst) < 0,07 µg/l) liegen seit Ende der 1990er Jahre die Konzentrationen unter 0,04 µg/L Hg. Ein Zusammenhang der Quecksilbergehalte mit dem Braunkohlenbergbau ist nicht erkennbar.

Die unten dargestellten **Blei**-Konzentrationen (Abbildung 22) erreichten bis Mitte der 1990er Jahre Werte von fast 100 µg/L Pb (außerhalb des Diagrammbereichs der Abbildung 22), allerdings nur an den Messstellen Hradek/Hartau und Dreiländereck (flussaufwärts der Braunkohletagebaue). In der Folgezeit hat sich die Analytik verbessert, und heute liegt die Nachweisgrenze bei 0,2 µg/L Pb. Die Umweltqualitätsnormen werden demnach eingehalten.

Seit Mitte der 1990er Jahre werden bei **Kupfer** und **Zink** (ohne Abbildungen) konstant niedrige Konzentrationen gemessen, die keine bedenklichen Werte erreichen.

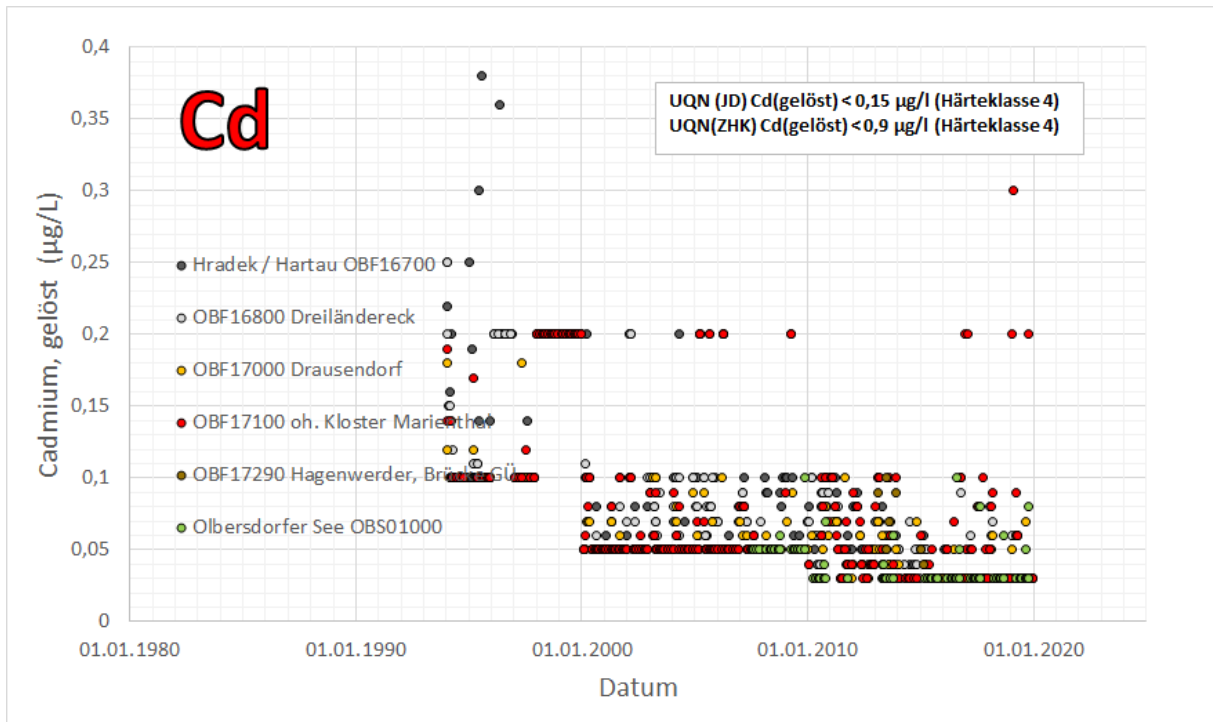


Abbildung 18 – Konzentrationen von gelöstem Cadmium an verschiedenen Gütemessstellen.
 Datenquelle: LfULG (2020c)

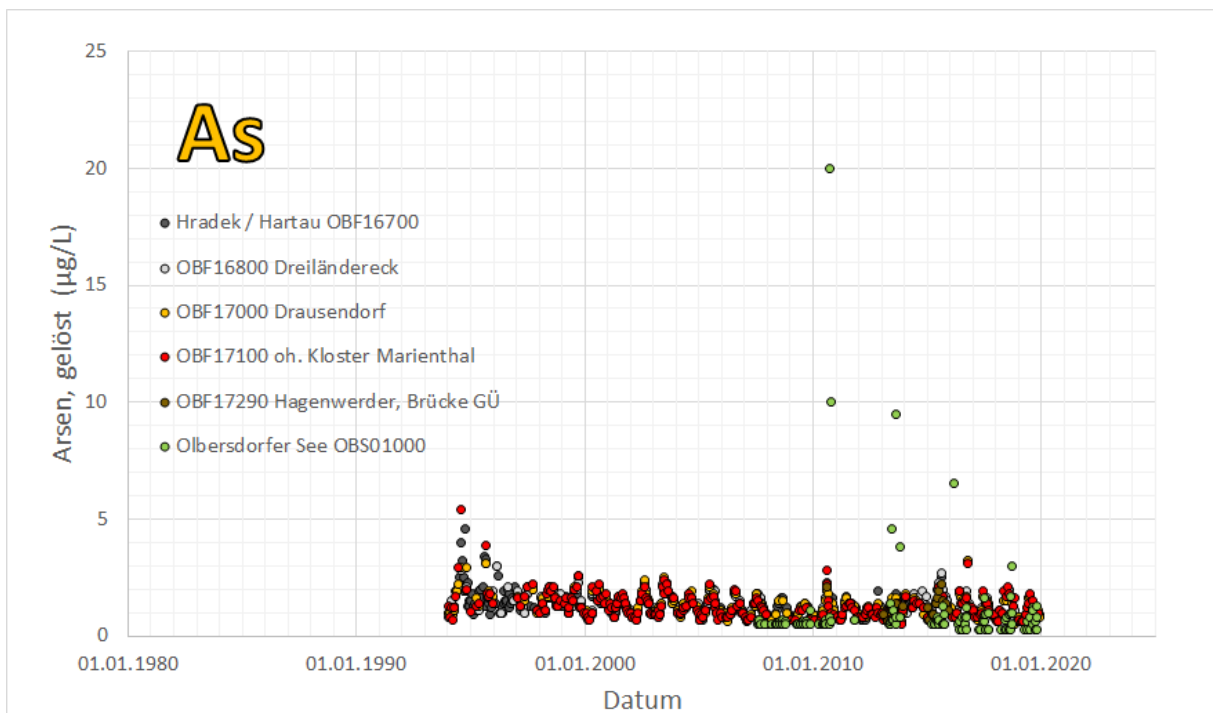


Abbildung 19 – Konzentrationen von gelöstem Arsen an verschiedenen Gütemessstellen.
 Datenquelle: LfULG (2020c)

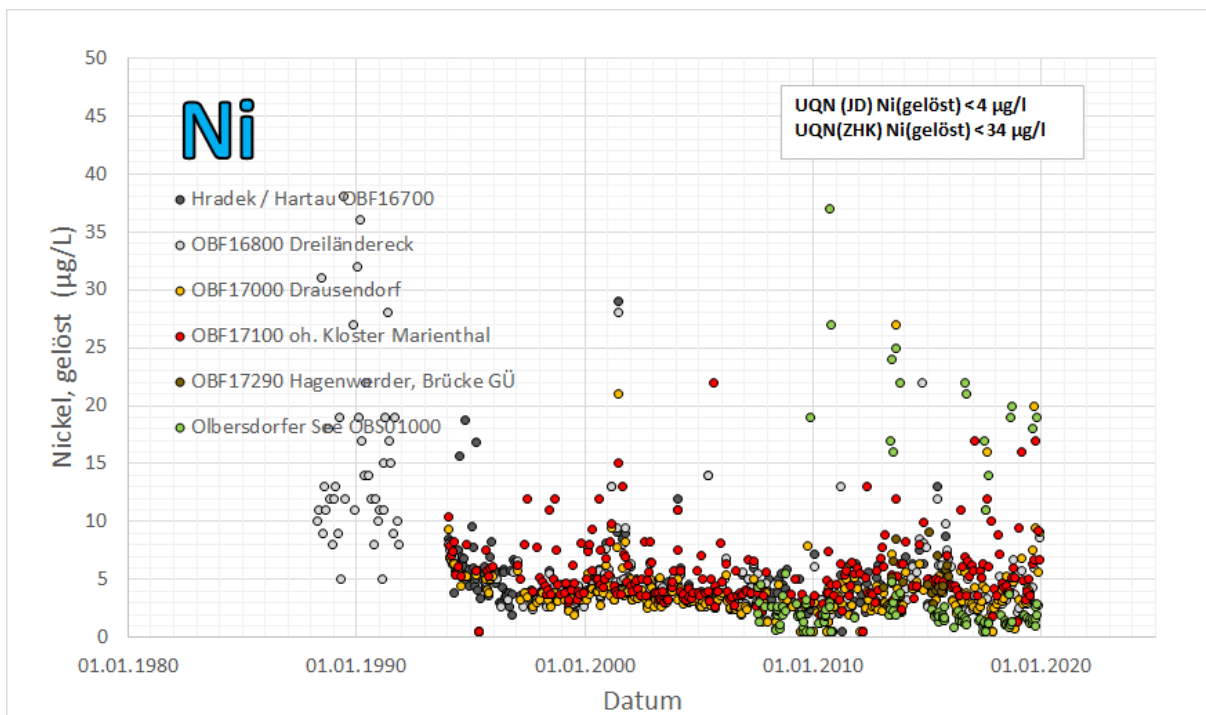


Abbildung 20 – Konzentrationen von gelöstem Nickel an verschiedenen Gütemesstellen.
 Datenquelle: LfULG (2020c)

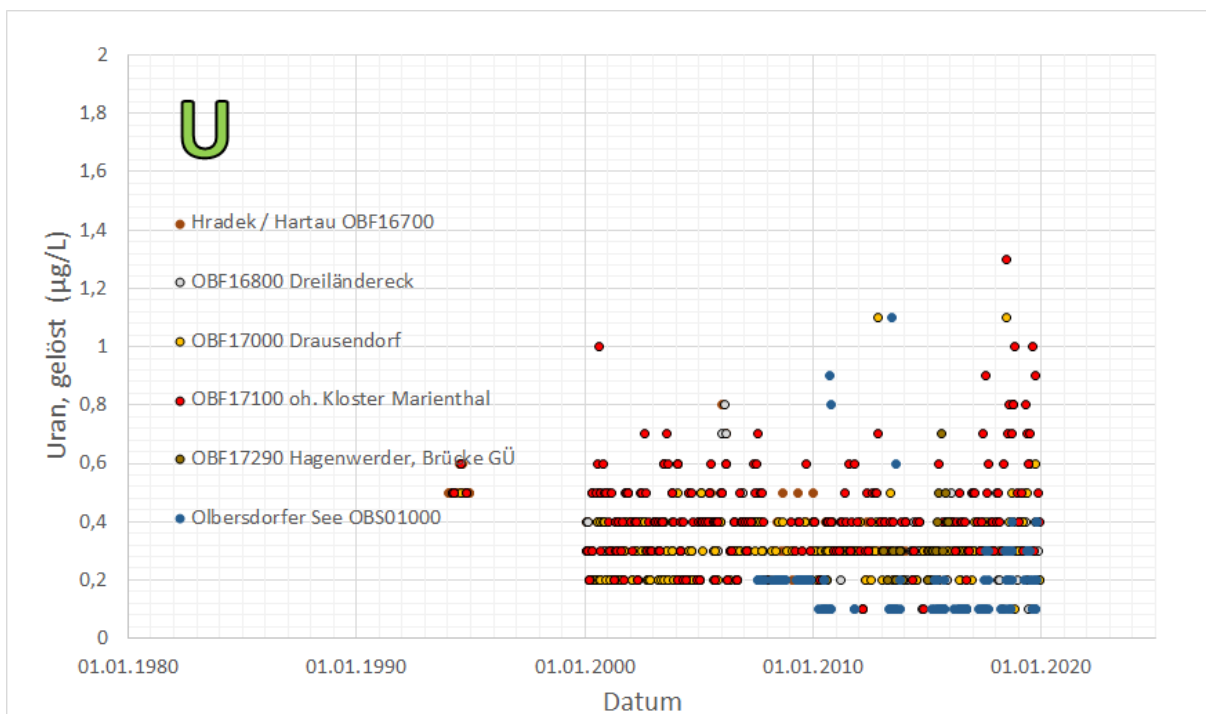


Abbildung 21 – Konzentrationen von gelöstem Uran an verschiedenen Gütemesstellen.
 Datenquelle: LfULG (2020c)

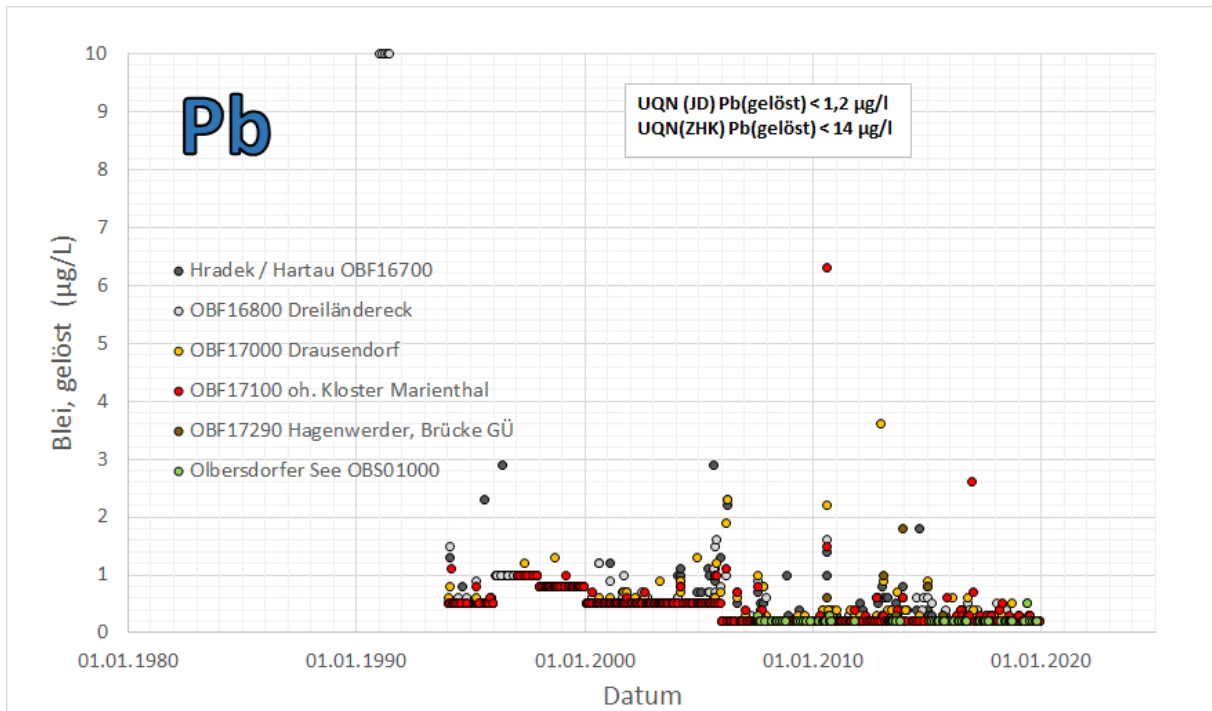


Abbildung 22 – Konzentrationen von gelöstem Blei an verschiedenen Gütemessstellen. (Vor 1995 viele Werte außerhalb des Diagrammbereichs.) Datenquelle: LfULG (2020c)

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Arbeitsgruppe W2 (2018) im *Bericht über die Beschaffenheit der deutsch – polnischen Grenzgewässer 2016* sowie der IKSO (2015) referiert.

Aus der Tabelle (Abbildung 23) geht hervor, dass das Ökologische Potential „schlecht“ bzw. „unbefriedigend“ ist, am schlechtesten im Abschnitt SN-674-4 unmittelbar westlich des Tagebaus Turów (wo kein Monitoring stattfindet, aber ein Zusammenhang mit dem Tagebau naheliegend ist!). Es ist ziemlich auffällig, wie hier durch „aggressives Zuwarten“ keine unliebsamen Tatsachen ermittelt werden.

Tabelle 2.1-3 Qualitätskomponenten zur Beschreibung des ökologischen Zustand (Potenzials) – schlechtestes Ergebnis 2016

Kod JCWP OWK-ID	Nazwa JCWP OWK-Name	Najgorsza ocena biologicznych elementów jakości Schlechteste Bewertung einer biologischen Qualitätskomponente	Decydujący biologiczny element jakości Maßgebliche biologische Qualitätskomponente	Przekroczenie Überschreitung
PLRW6000211739	Odra od Czarnej Strugi do Nysy Łużyckiej	brak badań/ Keine Untersuchung	brak badań/ Keine Untersuchung	brak przekroczeń/Keine Überschreitungen
PLRW_6000_19174999/ BB_674_70	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-12	„slaby” (4)/ „unbefriedigend” (4)	Benthische Invertebrate, Phytobenthos	- AI (AV)
PLRW_6000_19174799/ BB_674_1739	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-11	„umiarkowany” (3)/ "mäßig" (3)	Makrozoobenthos, Fische	brak przekroczeń/Keine Überschreitungen
PLRW_6000_1917475 / SN-674-10	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-10	„slaby” (4)/ „unbefriedigend” (4)	Benthische Invertebrate, Makrophyten/Phy- tobenthos (Diathomeen)	brak przekroczeń/Keine Überschreitungen
PLRW_6000_19174599/ SN-674-9	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-9	„slaby” (4)/ „unbefriedigend” (4)	Benthische Invertebrate, Makrophyten/Phy- tobenthos (Diathomeen)	brak przekroczeń/Keine Überschreitungen
PLRW_6000_19174579/ SN-674-8	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-8	„slaby” (4)/ „unbefriedigend” (4)	Makrophyten/ Phytobenthos (Diathomeen)	brak przekroczeń/Keine Überschreitungen
PLRW_6000_1917453/ SN-674-6	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-6	„slaby” (4)/ „unbefriedigend” (4)	Benthische Invertebrate	- Imidacloprid (AV)
PLRW_6000_1017431/ SN-674-5	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-5	„slaby” (4)/ „unbefriedigend” (4)	Benthische Invertebrate	brak przekroczeń/Keine Überschreitungen
PLRW_6000_8174159 / SN-674-4	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-4	„zły” (5)/ „schlecht” (5) /	Benthische Invertebrate	brak przekroczeń/Keine Überschreitungen
PLRW_6000_8174139/ SN-674-3	Nysa Łużycka/ Lausitzer Neiße-3	„slaby” (4)/ „unbefriedigend” (4)	Benthische Invertebrate	- Imidacloprid (AV), - Cu(S), - PCB-138 (S), - PCB-153 (S)

Abbildung 23 – Tabellarische Übersicht zum Ökologischen Zustand bzw. zum Ökologischen Potenzial in den „Oberflächenwasserkörpern“ (administrativ festgelegten Flussabschnitten) der Lausitzer Neiße (Anm.: ~~Diathomeen~~ lies Diatomeen) (Aus: Arbeitsgruppe W2 (2018), Bericht über die Beschaffenheit der deutsch – polnischen Grenzgewässer 2016)

Die Beurteilung der hier betrachteten Fließgewässer durch die IKSO (2015) im Bewirtschaftungszeitraum 2016–2021 (nach unterschiedlichen polnischen, tschechischen und deutschen Maßstäben) geht aus nachfolgender Tabelle (Abbildung 24) hervor:

Lfd. Nr	EU-Wasserkörpercode	Name	Natürlich (NWB)/ Erheblich verändert (HMWB)	Typ	Ökolog. Zustand / Potenzial	Chemischer Zustand
24.	PLRW60001017431	Nysa Łużycka od Miedzianki do Plessnitz	NWB	PL_10		
	DE_RW_DESN_674-5	Lausitzer Neiße-5	NWB	DE_9		
25.	PLRW60008174159	Nysa Łużycka od Mandau do Miedzianki	HMWB	PL_8		
	DE_RW_DESN_674-4	Lausitzer Neiße-4	HMWB	DE_9		
26.	PLRW60008174139	Nysa Łużycka od Pfaffenbach Hartau do Mandau	HMWB	PL_8		
	DE_RW_DESN_674-3	Lausitzer Neiße-3	HMWB	DE_9		
27.	CZXX_LNO_0170	Mandava/Mandau od pramene po státní hranici	HMWB	CZ_2212		
	DE_RW_DESN_67414-1	Mandau 1	HMWB	DE_5		
	CZXX_LNO_0180	Mandava/Mandau od státní hranice po státní hranici	HMWB	CZ_2222		

Ökologischer Zustand	Ökologisches Potenzial	Chemischer Zustand
sehr gut	gut und besser	gut
gut	mäßig	nicht gut
mäßig	unbefriedigend	
unbefriedigend	schlecht	
schlecht		

Abbildung 24 – Administrative Bewertungen der Oberflächengewässer (Nach IKSO, 2015)

Es überrascht, dass die Einstufungen durch die drei EU-Mitgliedstaaten gemäß europäischem Recht für die gleichen Gewässer zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

Zeitliche Entwicklung bis 2020

Die heutige Situation ist Ergebnis eines seit 1904 immer weiter voranschreitenden Tagebaubetriebs in Turów, welcher immer tiefere Entwässerungsniveaus erfordert hat, in der Fläche und im Volumen stetig gewachsen ist und immer mehr pyrithaltige Gesteine gegenüber der Atmosphäre exponiert hat.

Aufgrund der Pyritoxidation entstehen saure Grubenwässer, die sich im Tagebau sammeln und nach Klärung in die Vorfluter eingeleitet werden. Im Ergebnis zeigt die Neiße eine deutliche Zunahme der Sulfatkonzentrationen sowie erhöhte Werte einiger mobilisierter Spurenelemente, insbesondere Cadmium, Nickel und Uran. Die Neiße erreicht bisher nicht die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie, wie folgende Tabelle zeigt:

Lausitzer Neisse-3 (DE RW DESN 674-3) vom Pfaffenbach (Hartau) bis zur Mandau

Gewässerstruktur:	„erheblich verändertes Gewässer“
Ökologischer Zustand bzw. Ökologisches Potenzial:	„schlecht“
Chemischer Zustand;	„nicht gut“

Lausitzer Neisse-4 (DE RW DESN 674-4) von der Mandau bis zur Miedzianka (Küpper)

Gewässerstruktur:	„erheblich verändertes Gewässer“
Ökologischer Zustand bzw. Ökologisches Potenzial:	„schlecht“
Chemischer Zustand;	„nicht gut“

Lausitzer Neisse-5 (DE RW DESN 674-5) von der Miedzianka bis zur Pliessnitz

Gewässerstruktur:	„natürliches Gewässer“
Ökologischer Zustand bzw. Ökologisches Potenzial:	„unbefriedigend“
Chemischer Zustand;	„nicht gut“

Entwicklung von 2020 bis 2027

Durch die Verlängerung der Betriebserlaubnis bis 2026 wird sich der Tagebau weiter in die Tiefe und in die Fläche ausdehnen, mit der Folge dass alle bis 2020 verursachten schädlichen Entwicklungen (s.o.) sich in ihrem Ausmaß verstärken werden. Durch den längeren Sauerstoffkontakt wird mehr Pyrit verwittern und saure Grubenwässer entstehen lassen als bei einer frühzeitigen Beendigung des Braunkohlenbergbaus und anschließender Flutung.

Gegenüber den 2020 beobachteten Zuständen der Gewässer können daher keine Verbesserungen sondern nur Verschlechterungen erwartet werden, so dass die Frist der Wasserrahmenrichtlinie zur Erreichung eines guten chemischen und ökologischen Zustands der Fließgewässer bis 2027 nicht einzuhalten ist.

Entwicklung von 2027 bis 2044

Bei einem Weiterbetrieb über 2026 hinaus werden sich die schädlichen Prozesse wie beschrieben weiter fortsetzen. Erst mit dem Wiederanstieg des Grundwassers und der Flutung werden sich die Verhältnisse grundlegend ändern, allerdings nicht nur positiv. So werden aufgrund veränderter Grundwasserströmungen die infolge Pyrit-Oxidation schädlich veränderten Grundwässer sich in den bergbaulich gestörten Aquifer-Systemen ausbreiten und letztendlich auch auf diesem Weg die Vorfluter erreichen.

Restsee Olbersdorf (Olbersdorfer See; ID-Nummer: DESN_PR_0023)

Größere natürliche Seen sind im Zittauer Becken nicht vorhanden, doch besteht wenige Kilometer westlich vom Tagebau Turów, bei Olbersdorf ein Restsee (gefluteter Braunkohle-Tagebau) (Abbildung 25). Der Tagebau Turów muss nach planmäßiger Beendigung der Braunkohlengewinnung ebenfalls geflutet werden. Dabei wird dort ein weiterer großer Tagebau-Restsee entstehen, dessen Einwirkungen abgeschätzt werden sollen (s.u.).

Der Restsee Olbersdorf, der aus dem Grundwasser und vom Grundbach gespeist wird, fließt über den linken Nebenfluss Mandau in die Neiße ab. Die Flutung erfolgte im Zeitraum 15.09.1996 bis 02.03.1999. Der Tagebausee hat einen Endpegel von +236,5 m NHN, eine Fläche von 60 ha (0,6 km²) und ein Volumen von 6,2 Millionen m³, bei einer maximalen Wassertiefe von 39 m.

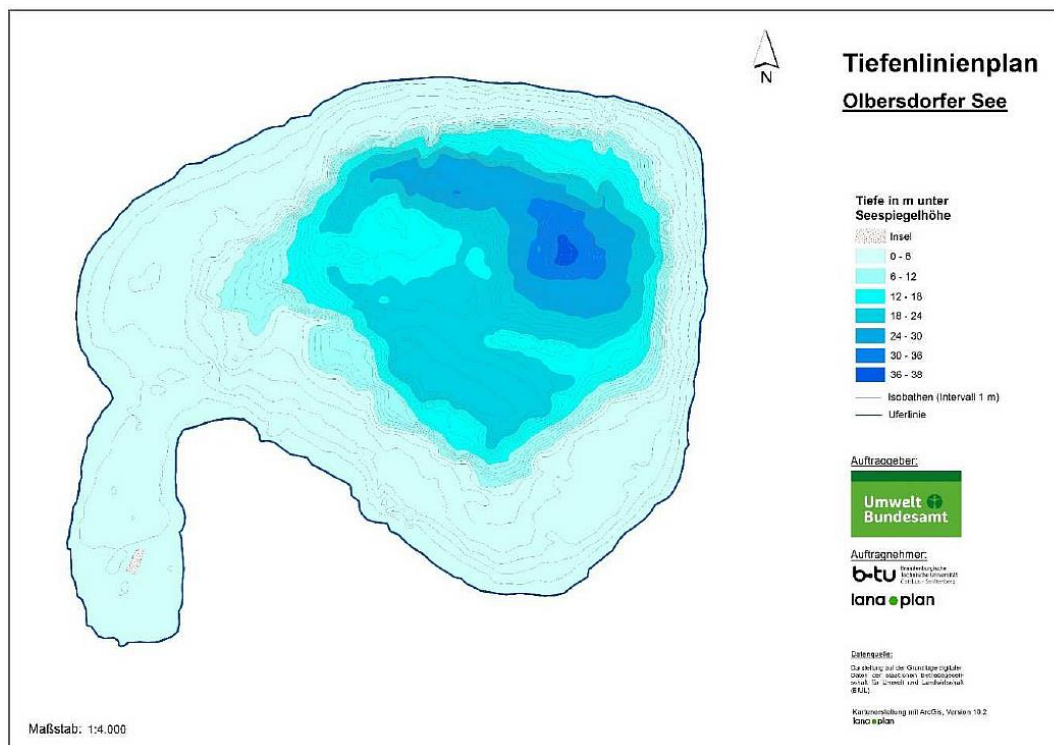


Abbildung 25 – Olbersdorfer See, Tiefenlinien (Nixdorf und Ramm (2016))

Prognosen über die Entwicklung der Wasserqualität aus dem Jahr 1996 (Nixdorf et al., 2000) scheinen im Wesentlichen eingetreten zu sein. Im Olbersdorfer See wird die Wasserbeschaffenheit zum Großteil von dem eingeleiteten und durchfließenden Wasser aus dem Grundbach bestimmt.

Nach neueren Untersuchungen wird der Olbersdorfer Tagebausee in die ökologische Zustandsklasse gemäß WRRL ÖKZ=3 („mäßig“) eingeordnet, und die Trophiestufe wird mit „oligotroph“ angegeben. Die Bewertung des chemischen Zustandes nach OGewV (2011, Anlage 7) ist „nicht gut“ aufgrund einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Quecksilber und Quecksilberverbindungen. (Diese und weitere Angaben aus: Nixdorf und Ramm, 2016, S. 131ff.). Die Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Quecksilber konnten allerdings anhand der Daten des LfULG (2020c) seit 2005 nicht mehr bestätigt werden. Dafür sind die Konzentrationen von Nickel und Arsen erhöht und überschreiten Umweltqualitätsnormen. – Die Einstufung des Olbersdorfer Sees als Badegewässer nach EU-Badegewässerrichtlinie ist „ausgezeichnet“ (LfULG, 2020b). Eigene Überprüfungen anhand der Datenbestände des LfULG (2020c) haben gezeigt, dass der pH-Wert innerhalb des Wasserkörpers zwischen 4,5 und 8,5 (also um 4 Größenordnungen bezogen auf die Wasserstoffionen-Konzentration) variiert und die niedrigsten pH-Werte mit den geringsten Wassertemperaturen korrelieren. Die Sauerstoffsättigung überstreicht den

vollen Wertebereich von null bis (teilweise über) 100 Prozent (Abbildung 26). Dieses Verhalten deutet darauf hin, dass die Messwerte aus Tiefenprofilen stammen und der Wasserkörper eine deutliche Tiefenzonierung aufweist, mit niedrigen Temperaturen, pH-Werten und reduzierenden Bedingungen am Seeboden.

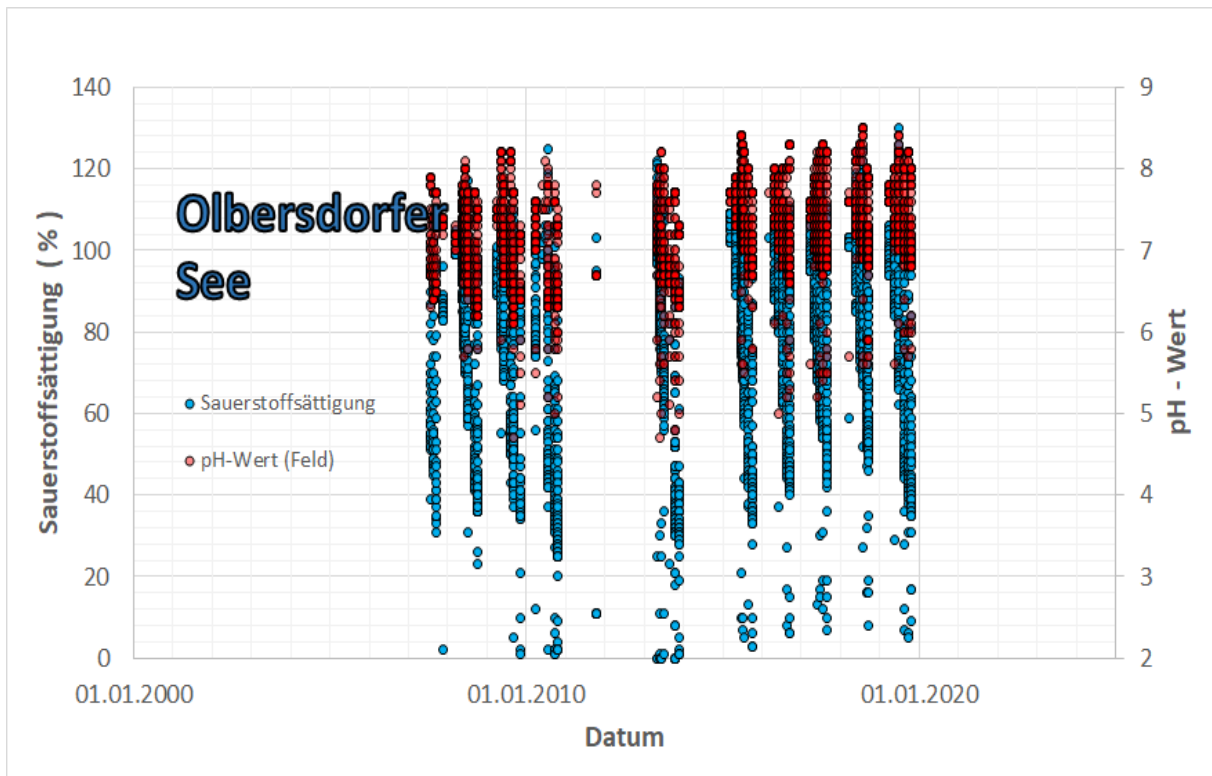


Abbildung 26 – Variation des pH-Werts und der Sauerstoffsättigung im Wasserkörper des Olbersdorfer Sees.

Auch jahreszeitliche Muster scheinen vorhanden zu sein, können aber wegen der fehlenden Probenahmen in der kalten Jahreszeit nicht eindeutig belegt werden. Leider ist auch aufgrund der schlecht angelegten digitalen Datenstruktur im Datenportal des LfULG (2020c) (fehlende Zuordnung von Messwerten zur gleichen Wasserprobe) eine Betrachtung von statistischen Korrelationen zwischen den Parametern nicht möglich.

Die Abbildungen 27 bis 30 zeigen deutlich den Einfluss der Pyrit-Oxidation auf die Wasserqualität. Die Konzentrationen von Sulfat, gelöstem Eisen und auch von gelöstem Calcium des Olbersdorfer Sees liegen weit oberhalb der Werte des Flusswassers der Neiße. Die pH-Werte sind teilweise etwas alkalischer, teilweise aber erheblich saurer als in der Neiße. Interessant sind auch die erhöhten Calcium-Konzentrationen, die auf Neutralisations-Reaktionen der gebildeten Säure mit Kalk (CaCO_3) zurückzuführen sind. Da Kalk von Natur aus kein wesentlicher Bestandteil der Tertiären Sedimente des Zittauer Beckens ist, ist zu vermuten, dass die Wasserqualität im Olbersdorfer See durch Kalkzugaben künstlich kontrolliert werden muss. Allerdings konnten hierzu keine expliziten Angaben recherchiert werden. In dem Gebiet finden jedoch Kalkungen der Waldgebiete statt (saechsische.de, 2019).

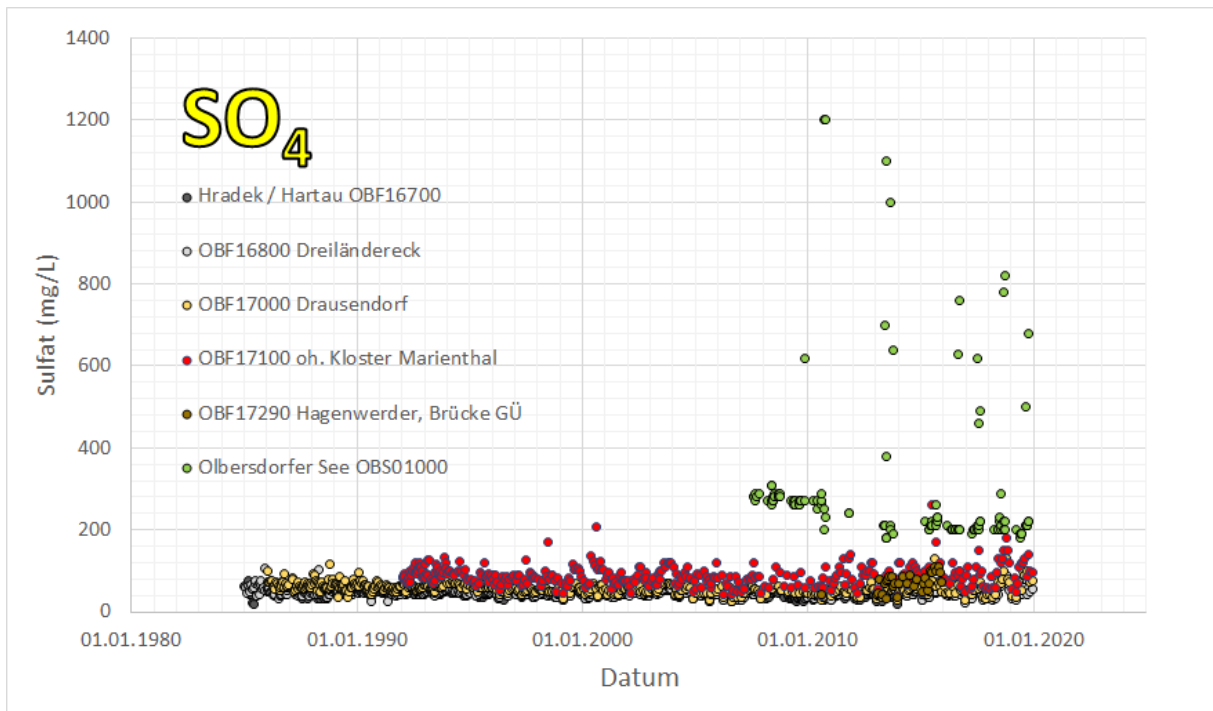


Abbildung 27 – Sulfatkonzentrationen im Olbersdorfer See und an fünf Messstellen der Lausitzer Neiße. (Vgl. auch Abbildung 14). Datenquelle: LfULG (2020c)

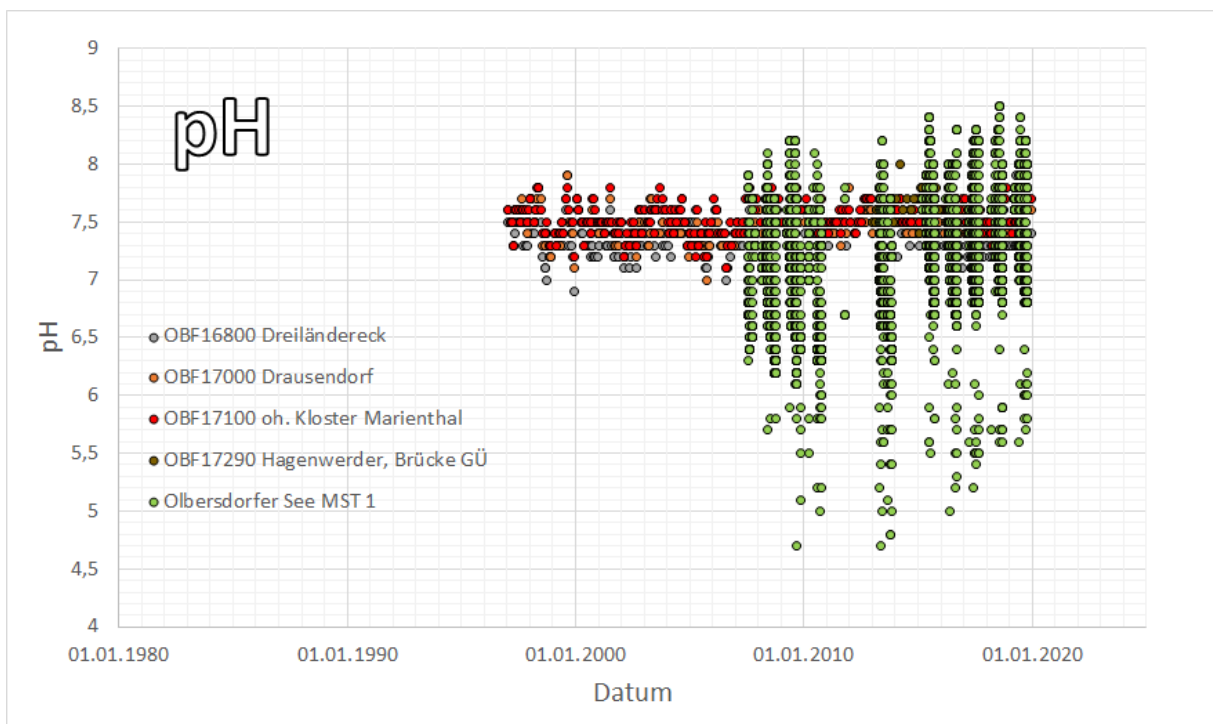


Abbildung 28 – pH-Werte (Feldmessungen) im Olbersdorfer See und an fünf Messstellen der Lausitzer Neiße. (Vgl. auch Abbildung 25). Datenquelle: LfULG (2020c)

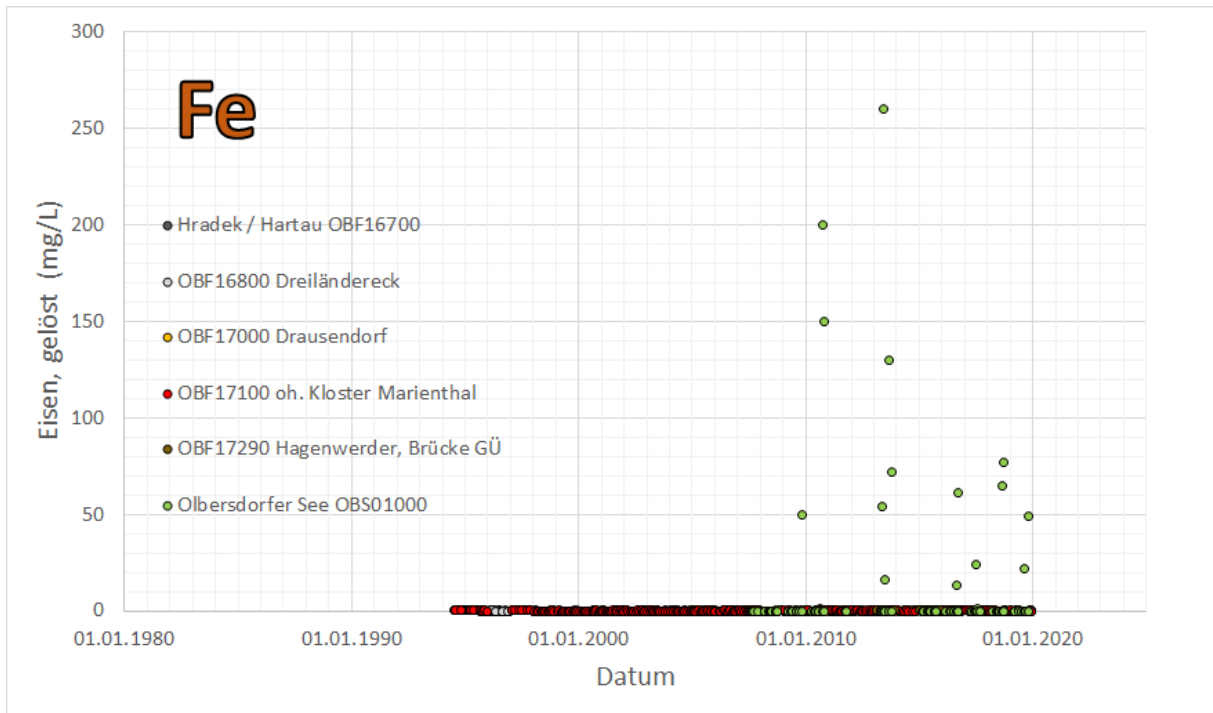


Abbildung 29 – Eisen-Konzentrationen im Olbersdorfer See und an fünf Messstellen der Lausitzer Neiße. Datenquelle: LfULG (2020c)

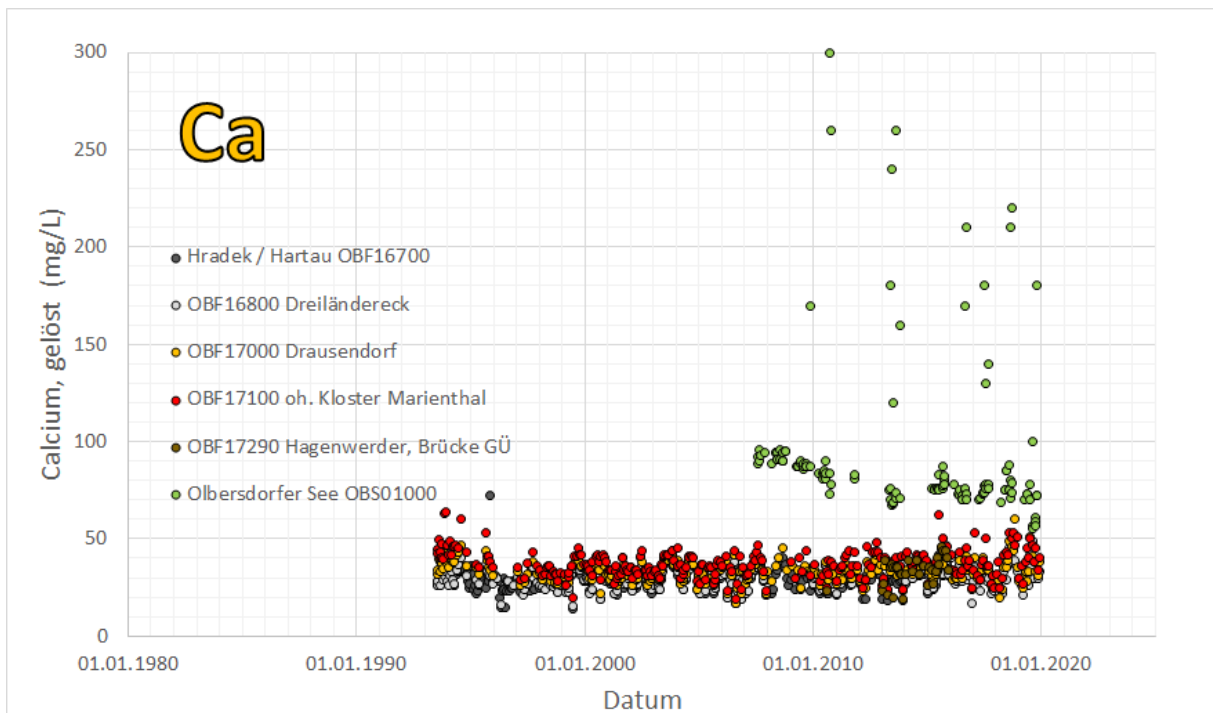


Abbildung 30 – Calcium-Konzentrationen im Olbersdorfer See und an fünf Messstellen der Lausitzer Neiße. Datenquelle: LfULG (2020c)

Die geologischen Substrate des Olbersdorfer Sees dürften sich nicht wesentlich von denen des Tagebaus Turów unterscheiden. Der Olbersdorfer See kann insofern als Modell für die Entwicklung eines zukünftigen Restsees im Tagebau Turów in Betracht gezogen werden, auch wenn seine Dimensionen wesentlich kleiner sind und seine Entfernung zur Neiße größer ist.

Andererseits sind die Frachten (Sulfat, Ca, Fe) aus dem Olbersdorfer See in die Neiße eher gering und stellen keinen dominierenden Anteil an den beobachteten Grenzwertüberschreitungen dar. Insbesondere die Sulfat-Einträge sind mengenmäßig dem Turów-Tagebau zuzuschreiben.

Zukünftiger Tagebau-Restsee Turów

Die (offenbar durch Kläranlagen behandelten) Abwässer des Tagebaus Turów sowie (zumindest teilweise) von der Außenkippe und Aschendeponie fließen über den rechten Nebenfluss Miedzianka (deutsch: Küpper/Kipper) gegenüber Hirschfelde der Lausitzer Neiße zu. Nach Beendigung der Braunkohlegewinnung soll das Restloch des Tagebaus maschinell modelliert und anschließend mit Wasser aus der Lausitzer Neiße und der Miedzianka geflutet werden, wofür vom Betreiber ein Zeitraum von 35 bis 37 Jahren veranschlagt wird (Krasnicki, 2020).

Die folgende Tabelle 2 ist eine Gegenüberstellung einiger Merkmale des Olbersdorfer Sees mit dem zukünftig gefluteten Tagebau Turów (Restsee):

Tabelle 2 – Kennzahlen zur Flutung der Tagebaue Olbersdorf und Turów		
	Turów	Olbersdorf
Flutungsziel (m NHN)	+225	+236,5
Oberfläche (km ²)	19,6	0,60
Volumen (m ³)	1.556,5 Mio. (?)	6,2 Mio.
Maximaltiefe (m)	230 (-5m NHN)	39
Speisung	Neiße, Miedzianka	Grundbach (0,11 m ³ /s)
Flutungsdauer (a)	35 bis 37 (?)	2,5

Im Ergebnis der Betrachtung verschiedener Varianten für die Stilllegung des Tagebaus bevorzugt der Betreiber seine Variante 2. Die aus dem Polnischen übersetzten Beschreibungen (PGE, 2019; S. 66) sind wie folgt verstanden worden:

Die Variante 2 sieht keine Auffüllung der Grubensohle vor und geht von einer Standsicherheit der angelegten Böschungen mit einer Neigung von 1:8 aus. Dadurch soll sich der untere Teil des Restlochs ab Sohlenniveau (-5 m NHN) bis +25 m NHN nach Abbau-Ende zunächst mit ca. 10 Millionen m³ Wasser füllen. Der künftige Seeboden soll demnach Höhenordinaten von ca. -5m NHN in der Mitte bis ca. +65m NHN im östlichen Teil haben. Die Tiefe des Sees wird ca. 230 m, das Fassungsvermögen ca. 1 556,5 Mio. und die Oberfläche des Wasserspiegels ca. 1.960 ha betragen.

Die Plausibilität dieser Angaben zum Fassungsvermögen muss aber in Frage gestellt werden, denn bei einer kumulierten Braunkohlenförderung von 1.170 Mio. t (ca. 975 Mio. m³) und einem Volumen der Außenkippe von (1.700 Mio. m³ abzüglich ca. 20 % Porenraum =) 1.360 Mio. m³ ergibt sich in Summe bereits ein äquivalentes Hohlraum-Volumen von 2.335 Mio. m³. Zuzüglich der insgesamt entzogenen Grundwassermenge aus den Aquiferen (mehrere hundert Mio. m³) ergibt sich ein wieder aufzufüllendes Volumen von nahezu 3.000 Mio. m³, also etwa doppelt so viel wie das von PGE (2019) angegebene Volumen des Seekörpers.

Auch die Flutungsdauer von 35 bis 37 Jahre ist unrealistisch. Selbst wenn man unterstellt, dass das Seevolumen von 1 556,5 Millionen m³ korrekt wäre und man die anderen genannten Faktoren außer Acht lässt, so müssten bei einer Flutungsdauer von 36 Jahren im Mittel 1,37 m³/s Flutungswasser zur Verfügung stehen. Die Neiße führt aber, je nach Entnahmeort höchstens rund 10 m³/s (MQ) und die Miedzianka 0,83 m³/s (Vgl. Abbildung 11), so dass die Entnahmemenge zu hoch und die Flutungsdauer zu kurz angegeben sind. Geht man also vom doppelten Wasserbedarf und (z.B.) von der halben Entnahmemenge aus, würde sich eine vier mal längere Flutungsdauer von ca. 144 Jahren ergeben.

Die geplante Flutung hat auch auf deutscher Seite Auswirkungen für alle Anrainer flussabwärts von der Entnahmestelle. Während der gesamten Flutungsdauer, die mehrere/viele Jahrzehnte dauern wird, ist die Wasserführung der Neiße reduziert, und damit werden die Möglichkeiten der Entnahme von Brauchwasser, z.B. für die Landwirtschaft, oder der Stromgewinnung aus Wasserkraft beeinträchtigt.

Infolge des Klimawandels muss ohnehin mit häufigeren Perioden von Niedrigwasser gerechnet werden. Andererseits könnte der Tagebau während der Flutungsphase helfen, Hochwasserspitzen der Neiße zu kappen.

Nach Abschluss der Flutung und nachfolgender Durchleitung der Neiße (oder eines Teilstroms) muss auch in der Neiße mit Veränderungen im Chemismus gerechnet werden, die sich durch höhere Sulfat-Konzentrationen, aber auch durch Verockerungen (ähnlich wie in der Spree infolge des Niederlausitzer Braunkohlenbergbaus) manifestieren können. Auch bei den mobilisierten geogenen Spurenelementen (Cd, Ni, As, U) (s.o.) könnten Verschlechterungen eintreten.



Abbildung 31 – Lage und Ausdehnung eines möglichen Sees nach Flutung und Rekultivierung des Tagebaus Turów. Aus Bartholomäus (2018)

Nixdorf et al. (2000) schreiben: „Die Flutung von Tageauseen in der Oberlausitz unterscheidet sich in einigen Aspekten von den Bedingungen, wie sie in der Niederlausitz herrschen. Der Anfangschemismus wird nur in geringem Umfang von niedrigen pH-Werten und hohen Eisen- und Sulfatkonzentrationen bestimmt. Dadurch wird die künftige Wasserqualität durch die Nährstoffbelastungen dominiert. Weiterhin sind die Klimabedingungen anders ausgeprägt. Es treten höhere Niederschlagsmengen, niedrigere Temperaturen und größere zufällige Schwankungen im Abflussgeschehen auf. Durch eine höhere Besiedlungsdichte ist sowohl die Nährstoffbelastung im Einzugsgebiet als auch die Intensität der Folgenutzung höher als in der Niederlausitz.“

Diese Einschätzung (Nixdorf et al., 2000) ist in der Tendenz sicher plausibel, doch zeigen die chemischen Parameter sowohl für den Obersdorfer See als auch für die Lausitzer Neiße, die als Vorfluter für die Grubenwässer aus dem Tagebau Turów fungiert, dass es zu Belastungen beim pH-Wert, bei Sulfat und bei einigen Schwermetallen (vornehmlich Cd, U, Ni) und As kommt.

Eine zentrale Frage für die zukünftige Entwicklung der Umweltbelastungen, auf die der UVP-Bericht (PGE, 2019) keine Antwort gibt, sind demnach die ursächlichen Pyritgehalte in den exponierten Sedimenten, einschließlich der belüfteten Zonen in den entwässerten Grundwasserleitern, sowie in den internen und externen Abraum-Kippen. Die einzige diesbezügliche Aussage in (PGE, 2019; Kap. 18.2.4; deutsche Übersetzung) ist sprachlich wie inhaltlich unverständlich und ohnehin durch keine Fakten belegt.

In PGE (2019, polnische Langfassung, Tabelle 8) werden die Gesamt-Schwefelgehalte für die Braunkohlenflöze 1 bis 3 mit 0,28; 0,71; 0,62 Prozent angegeben. Für die Abraumschichten werden keine Angaben zum Schwefelgehalt gemacht. Kraśnicki (2020) nennt, mutmaßlich für die Braunkohle von Turów, „(Gesamtschwefel durchschnittlich 1%, brennbarer Schwefel durchschnittlich 0,73%)“, wobei „brennbar“ wahrscheinlich oxidierbaren (Sulfid-) Schwefel meint. Für den Tagebau Olbersdorf schreibt Bartholomäus (2018): „Einzelne Partien der Kohle enthalten erhebliche Pyritanteile“. Somit würden die Pyritgehalte der braunkohlenführenden Serien im Zittau-Turów-Becken ähnlich wie im Rheinischen Braunkohlenrevier (Deutschland) (Wisotsky, 2008; Krupp, 2015) und in der Niederlausitz (Landesumweltamt Brandenburg, 1995) liegen und den oben zitierten Aussagen von Nixdorf et al. (2000) gegenüber stehen.

Eine Klärung dieser zentralen Frage kann nur durch entsprechende repräsentative Untersuchungen an Sedimenten aus dem Tagebau Turów erfolgen und wäre eine wesentliche Beurteilungsgrundlage im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung gewesen. In diesem Zusammenhang müsste auch das pH-Pufferungsvermögen der Sedimente (also im Wesentlichen deren Kalkgehalte) bestimmt werden, um ein Gesamtbild zu bekommen. Ohne entsprechende verlässliche Erkenntnisse über das Säurebildungsvermögen sind zuverlässige und präzise Prognosen über den Umfang der in Zukunft zu erwartenden sauren Grubenwässer und deren Sekundärwirkungen auf die Umwelt und auf Sachgüter nicht möglich. Dass diese Problematik besteht, kann in Anbetracht der bisherigen Auswirkungen nicht ignoriert werden. Von einer langfristigen Grubenwasser-Problematik ist aufgrund bestehender Befunde auszugehen.

Der Olbersdorfer See verdankt seinen vergleichsweise guten Zustand der Tatsache, dass er in nur 2,5 Jahren mit dem Grundbach (0,11 m³/s) vollkommen geflutet werden konnte und seither vom Grundbach durchflossen wird. Das Restloch des Tagebaus Turów wird aber ein rund 250-fach größeres Volumen und eine 30-fach größere Oberfläche haben und die Flutung wird vermutlich 100 bis 150 Jahre dauern (Siehe Kritik an den Zahlenangaben weiter oben). Zur Flutung des Tagebaus Turów werden aber sicher nicht mehr als 10 Prozent der Wasserführung der Neiße abgezweigt werden können, also höchstens ca. 1 m³/s, oder das 10-fache der Wasserführung des Grundbachs. Die Versauerungsproblematik wird also angesichts dieser divergierenden Zahlenverhältnisse wesentlich gravierender ausfallen und für lange Zeit bestehen, wenn nicht frühzeitig Konzepte gefunden und operativ umgesetzt werden, die dies vermeiden. All das hätte in der Umweltverträglichkeitsstudie untersucht werden müssen.

Grundwasser

Grundwasserkörper

Für administrative Zwecke wird das Einzugsgebiet der Oder und ihrer Nebenflüsse in sogenannte „Grundwasserkörper“ (GWK) aufgeteilt (Abbildung 32). Die hier durchgeführten Betrachtungen betreffen ausschließlich den Grundwasserkörper mit der Bezeichnung NE-2, der im Westen bis zur Wasserscheide zum Elbe-Einzugsgebiet reicht und im Osten (rein administrativ!) bis an die Neiße. Im Süden grenzt er an den Grundwasserkörper NE-3 des Sächsisch-Böhmischen Kreidesandsteingebirges an, im Norden an die Moränenlandschaft des Muskauer Faltenbogens.

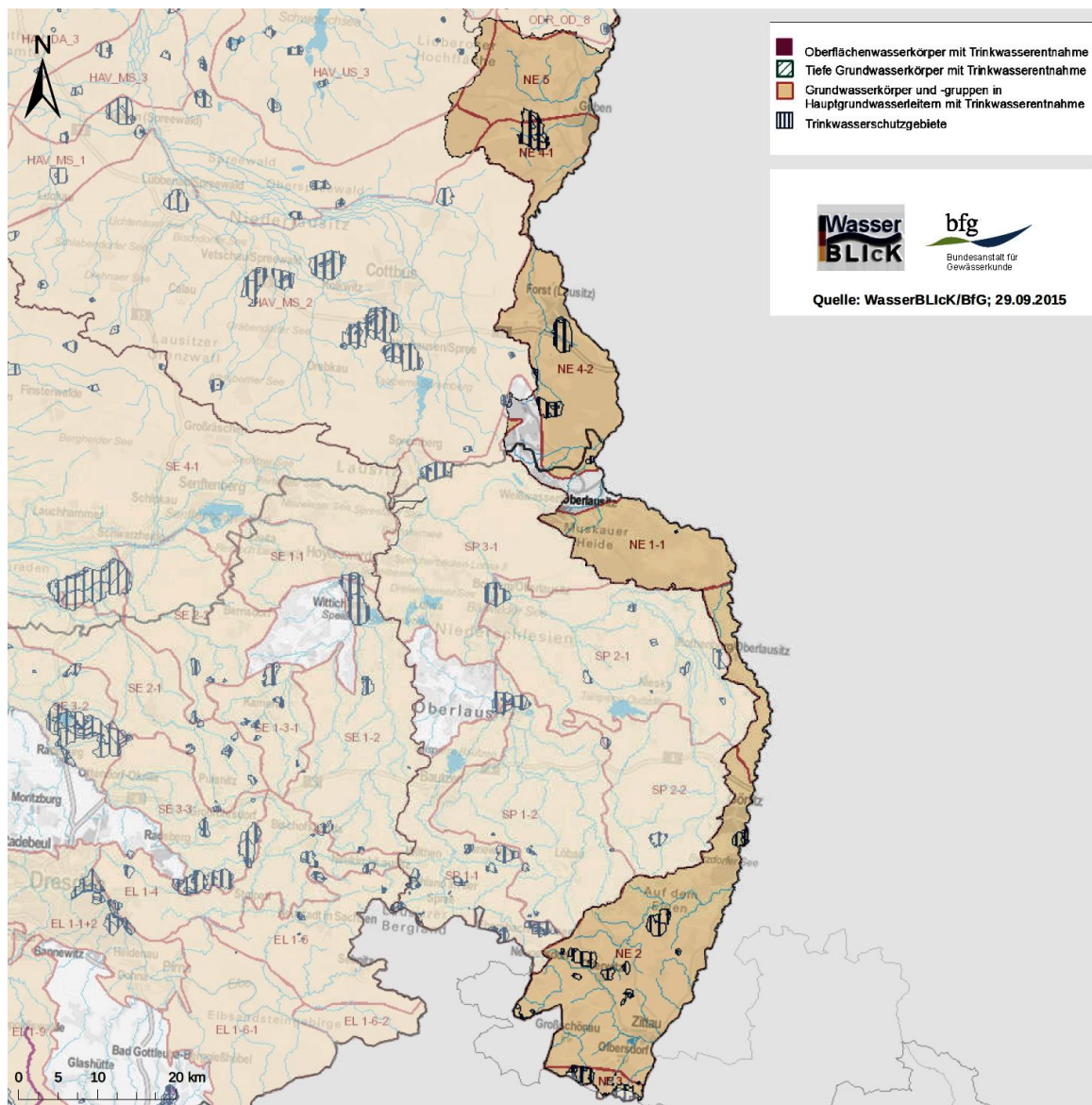


Abbildung 32 – Grundwasserkörper NE-2 in der Oberlausitz. Im Süden grenzt dieser an NE-3 (Zittauer Berge) und im Norden an NE-1 (Muskauer Heide) an. (Nach Anlage 1.5 zu IKSO, 2015)

In der realen physischen Welt (Vgl. Abbildung 33) ist das Grundwasser ein Kontinuum und strömt vom Ort seiner Neubildung zu einem Vorfluter, unter dem Einfluss der Schwerkraft entlang hydraulischer Gradienten, den hydraulischen Durchlässigkeiten der Gesteine folgend, entsprechend dem Gesetz von Darcy. Während die administrativen „Grundwasserkörper“ als umrandete Flächen festgesetzt sind, kann man real in der Vertikalen meistens mehrere Grundwasserstockwerke unterscheiden, die regional unterschiedlich mehr oder weniger miteinander in hydraulischer Verbindung stehen und vom geologischen Schichtenaufbau und von der geologischen Struktur bestimmt sind.

Im betrachteten Gebiet ist daher (real) hauptsächlich das Tertiär-Becken von Zittau-Turów mit seinen Umgrenzungen, seinem Schichtenaufbau und seiner strukturellen Ausprägung hydrogeologisch relevant. Man unterscheidet dort 5 Grundwasserstockwerke (s.o.).

Der obere, Quartäre Grundwasserleiter (Q) ist ungespannt und gewöhnlich mit den Fließgewässern kommunizierend, insbesondere mit der Neiße und teilweise mit ihren Zubringern. Bedeutendere hydraulische Verbindungen zu den tieferen Tertiären Grundwasserleitern bestehen von Natur aus im Allgemeinen nicht, mit möglichen Ausnahmen an den Beckenrändern. Allerdings werden solche vertikalen Verbindungen durch die Braunkohlentagebaue geschaffen, die ja großflächig sämtliche grundwasserstauenden Schichten abbaggern und im Bereich der Innenkippen durch abgeworfene Abraummassen weitgehend ersetzen. Diese Kippenmassive haben eine chaotische Struktur, verbunden mit mehr oder weniger hohen hydraulischen Leitfähigkeiten.

Durch die bisherigen Sumpfungsmaßnahmen des Tagebaus Turów wird zwar auch dem Quartär-Grundwasserleiter Wasser entzogen, jedoch ist ein Absenkungstrichter in diesem Niveau und auf deutschem Gebiet (nach Einbau einer Dichtwand entlang der Neiße, s.u.) fast nicht erkennbar. Dies liegt an der relativ starken Wasserführung der Neiße ($MQ \text{ ca. } 10 \text{ m}^3/\text{s}$), welche Grundwasserverluste in Richtung Tagebau wieder ausgleicht. Aus diesem Grund sind die zeitlich konstanten Ganglinien im Quartär ungeeignet, um Grundwasserverluste durch den Bergbau zu quantifizieren. Dies ist nur durch Wasserbilanzen möglich, die aber nicht vorliegen.

Um den Grundwasserverlusten entgegen zu wirken und den Aufwand für die Wasserhaltung zu begrenzen, wurde um 1997 auf polnischer Seite, zwischen Neiße und westlichem Tagebaurand, in zwei Abschnitten von 0,5 km und 3,8 km Länge, die oben bereits erwähnte Dichtwand eingebaut (Siehe Abbildung 33), welche die Grundwasserabflüsse deutlich reduziert (Wirtschaft-in-Sachsen, 2019). (Vereinfacht gesagt, werden Dichtwände hergestellt, indem man bis zu 100 m tiefe und 1 m breite Schlitze ausbaggert und diese mit dichtenden Tonmischungen füllt.)

Im Süden des Tagebaus, nahe der tschechischen Grenze, soll bis 2021 eine weitere, bis 100 m tiefe Dichtwand fertiggestellt werden (Wirtschaft-in-Sachsen, 2019), welche besonders den Tertiär-Grundwasserleiter *Mw* lokal absperren soll um die Wasserverluste zu minimieren.

Die Auswirkungen des Tagebaus Turów betreffen hauptsächlich und mit weitreichenden Folgen die tieferen, gespannten Grundwasserleiter des Tertiärs (*Ng*, *Nd*, *Mw* und *Pw*), die im Gebiet des Zittauer Beckens zwischen bzw. unter den Braunkohleflözen lagern. Diese werden im Tagebau bis herab zur Abbausohle (also zeitweise bis 20 m unter Meeresspiegel-Niveau)

leer gepumpt, wodurch sich ein noch weit ins Umfeld des Tagebaus erstreckender Absenkungstrichter ausgebildet hat (Abbildung 33). Durch die weitere Offenhaltung des Tagebaus bis 2044 und seine räumliche Erweiterung nach Südwesten wird sich dieser Absenkungstrichter weiter ausdehnen, wenngleich in geringerem Ausmaß als ohne den Bau der neuen Dichtwand. Dies scheinen auch die numerischen Modellrechnungen im UVP-Bericht zu belegen. Allerdings werden dadurch quer zur Dichtwand sehr hohe hydraulische Gradienten aufgebaut, die zu bodenmechanischen Risiken führen können (s.u.).

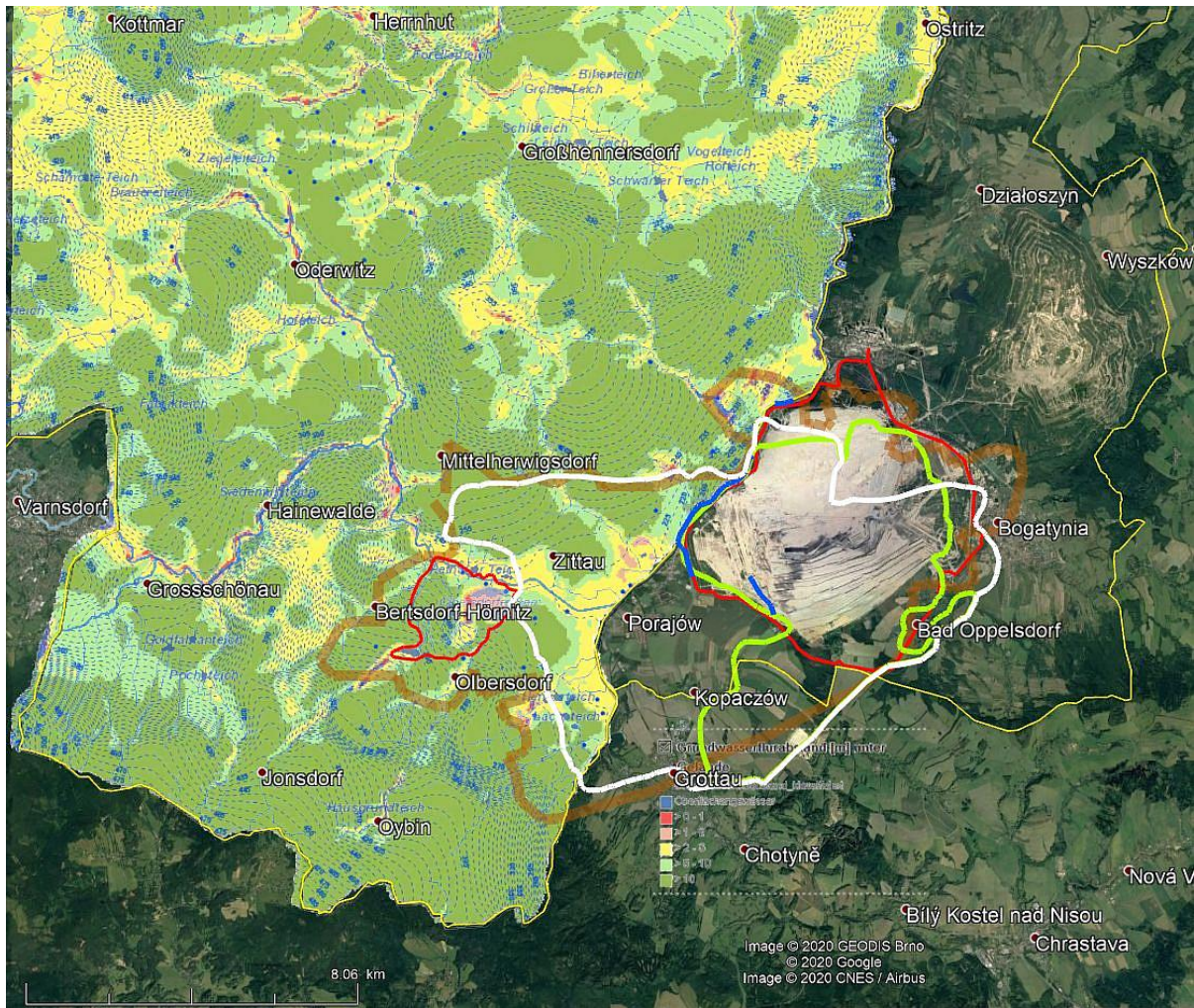


Abbildung 33 – Grundwasser-Hydroisohypsen (blaue Isolinien) und Grundwasser-Flurabstände (Farbtabelle) des Quartär-GWL, Ausdehnung des Zittauer Tertiärbeckens (braun), Umriss der Braunkohle-Tagebaue (rot), maximale prognostizierte Ausdehnung der Absenkungstrichter im Quartär (hellgrün) und Tertiär (weiß). Dichtwände (blau). Bildgrundlage: Google Earth, Grundwasserdaten: LfULG (2020c).

Mengenmäßiger Zustand

Der mengenmäßige Zustand der Grundwasser-Ressourcen wird durch zahlreiche Messpegel (Standrohre, Piezometer) ständig überwacht. Karten und Messwerte können auf dem Datenportal der Sächsischen Landesregierung (LfULG, 2020c) abgerufen werden. Eine Auswahl von Messstellen, die in Abbildung 34 hervorgehoben sind, wurde näher betrachtet.

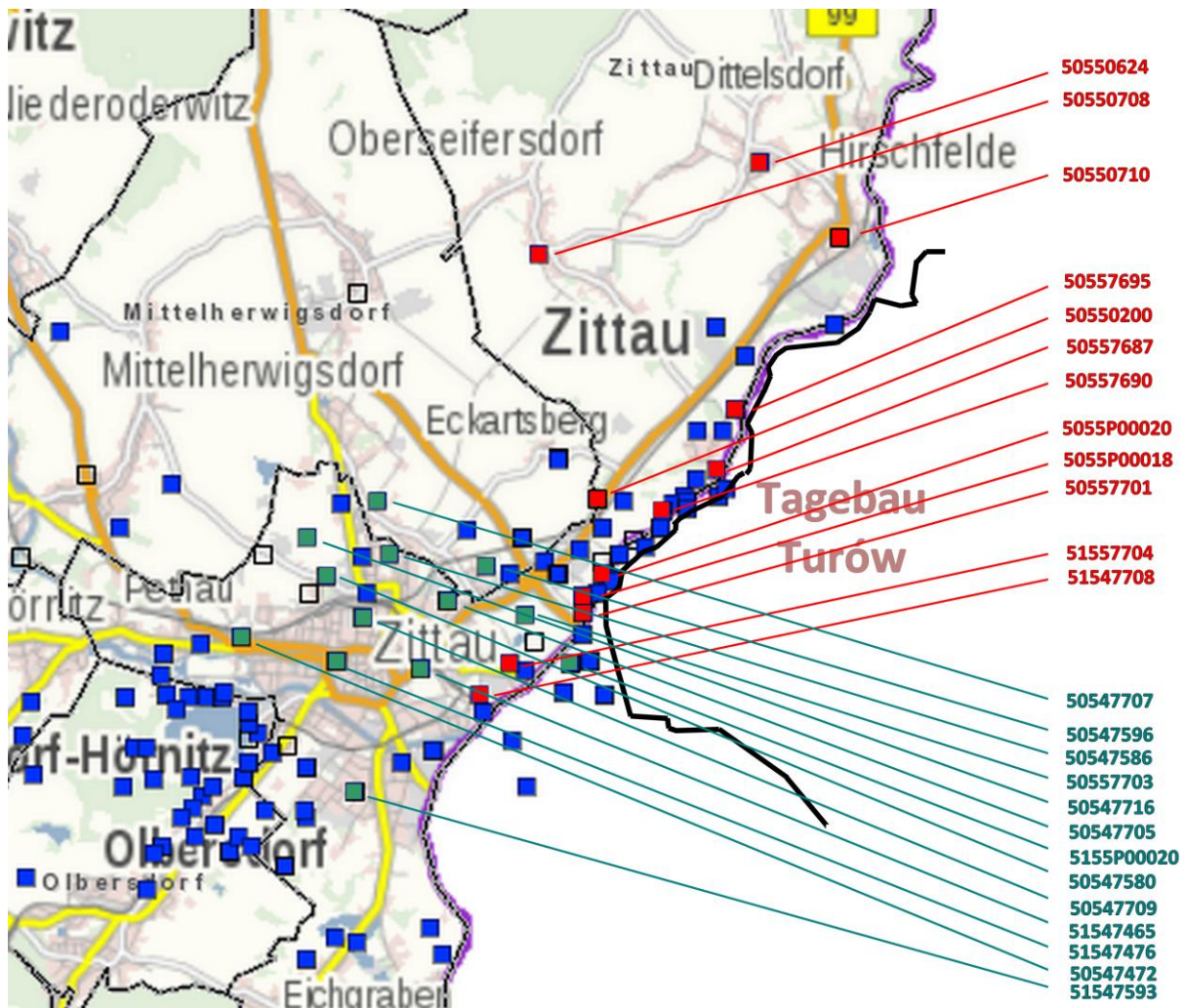


Abbildung 34 – Lage ausgewählter Grundwasser-Messpegel (Piezometer). Vgl. Abbildung 35 a, b. Grün: Stadtgebiet Zittau; Rot: links der Neiße. (Nach LfULG, 2020c)

Die ältesten Daten zu Grundwasserständen in den Quartären Grundwasserleitern reichen bis 1952 zurück. In den beiden Diagrammen in Abbildung 35 kann man deutliche Unterschiede im Verhalten der Ganglinien erkennen: Die oberen Ganglinien-Scharen repräsentieren entweder Quartärmessstellen (Q) oder gehören zu den obersten Tertiär-Grundwasserleitern (GWL 1; GWL OO). Sie weisen zeitlich konstante Pegelstände aus und sind von den Sumpfungsmaßnahmen nicht erkennbar betroffen. Unterschiedliche Höhen resultieren aus verschiedenen Entfernung zur Neiße, woraus auch die unterschiedlichen Ortshöhen resultieren.

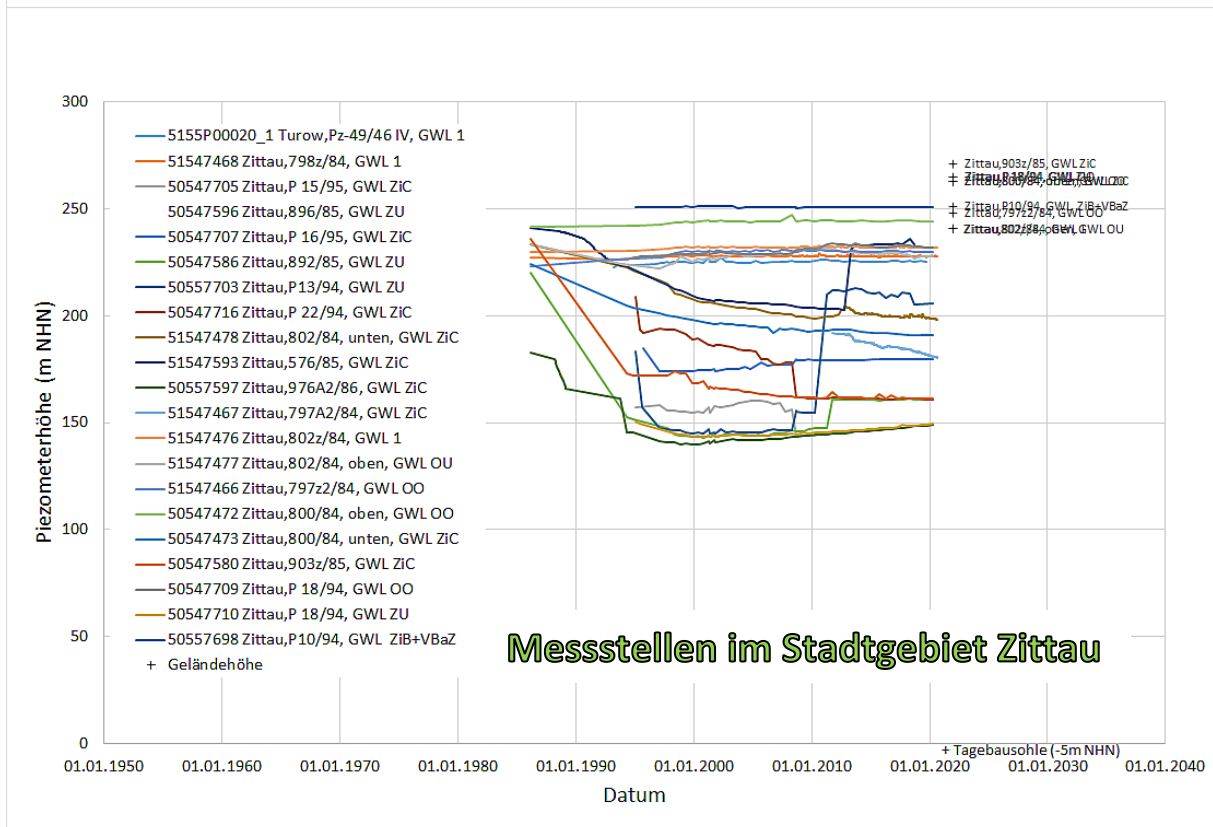
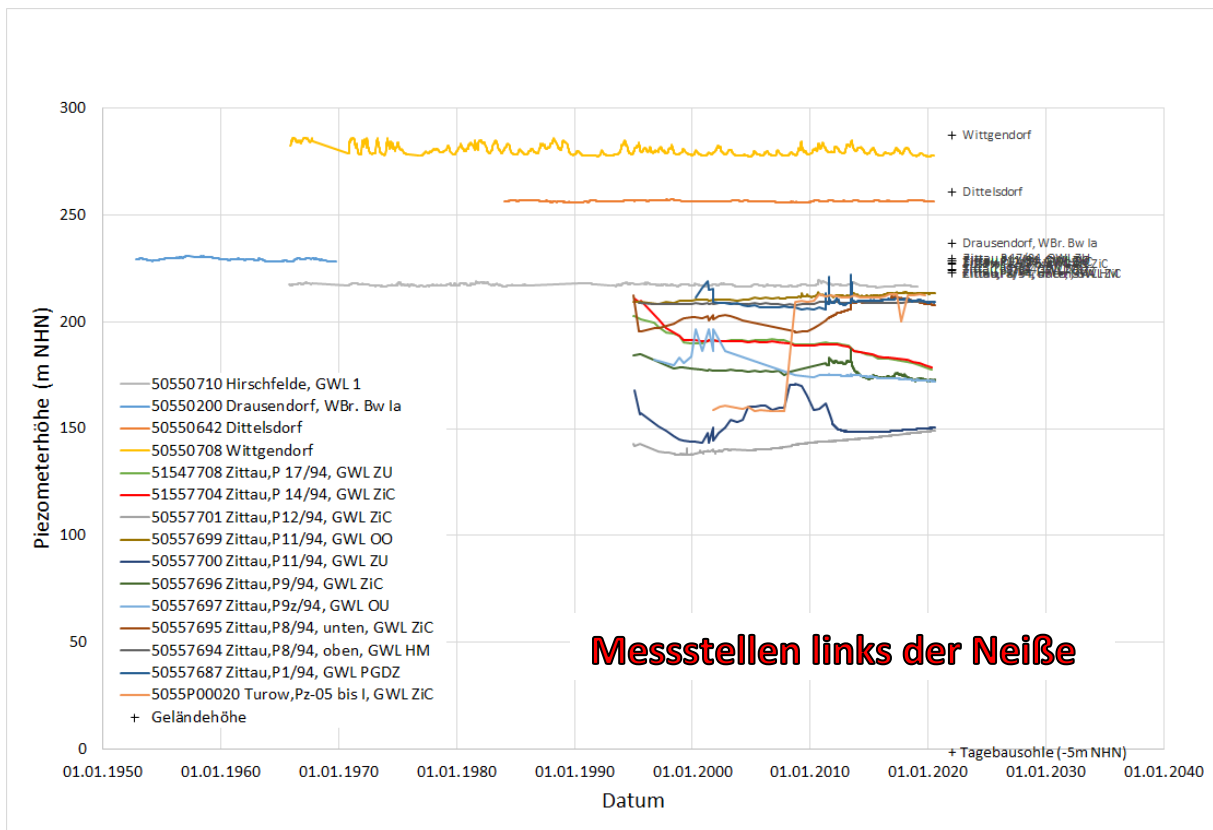


Abbildung 35 – Vergleich verschiedener Grundwasser-Ganglinien ausgewählter Piezometer, bezogen auf NHN. + Symbole bezeichnen die Ortshöhen. Ortslagen der Piezometer Vgl. Abbildung 34. (Nach LfULG, 2020c)

Die unteren Kurvenscharen (in beiden Diagrammen) gehören zu den tieferen Tertiären Grundwasserleitern (GWL OU; GWL ZiC; GWL ZU – Vgl. Abbildung 6) und zeigen ausgeprägte, aber je nach Ort unterschiedliche zeitliche Trends. Diese folgen der räumlichen und zeitlichen Entwicklung der Sümpfung des Tagebaus. Am Piezometer Zittau P12/94 beispielsweise, welches den Grundwasserleiter ZiC (entspricht Mw) beobachtet, waren um 1998 Absenkungen von rund 90 m zu verzeichnen. Während im Norden seit einigen Jahren bereits ein Wiederanstieg des Grundwassers beobachtet wird, findet im Süden eine weitere Absenkung statt, entsprechend dem Wandern des Tagebaus bzw. Absenkungstrichters von Nord nach Süd. Auch der Einbau der Dichtwand zwischen Neiße und Tagebaurand um 1997 macht sich in der Folgezeit durch geringere Absenkungsbeträge und teilweise auch Wiederanstiege des Grundwassers in den Tertiären Horizonten westlich der Dichtwand bemerkbar, ab 2009 zum Teil sogar sprunghaft (z.B. Turow Pz-05).

1982: Aus der DDR-Ära liegt ein hydrogeologisches Kartenwerk vor (VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, 1982), welches den damaligen Stand wiedergibt. Aus den Hydroisohypsen sind im Niveau des Zittauer Oberflözes Absenkungen des Druckspiegels von wenigen Metern abzulesen, die auf die nähere Umgebung des damals noch aktiven Tagebaus Olbersdorf begrenzt sind. Auswirkungen des Tagebaus Turów sind nicht erkennbar.

2015: Auf Messungen beruhende Hydroisohypsen-Karten sind auch im UVP-Bericht (PGE, 2019, Abbildungen 47-51) enthalten, für das Jahr 2015, allerdings nur in der polnischsprachigen Langfassung. In der deutschen Kurzfassung sind lediglich Kalibrierungsergebnisse des numerischen Strömungsmodells für 2015 abgebildet. Aus ersteren (empirischen Daten) kann man herleiten, dass der **Quartär-Grundwasserspiegel** kaum durch den Bergbau abgesenkt ist, in Übereinstimmung mit den Ganglinien (s.o.).

Im obersten Tertiären **Grundwasserleiter Ng** lassen sich im Nahbereich des Tagebaus Turów bei Drausendorf geringe Absenkungen erkennen. Ansonsten scheint dieser Grundwasserleiter wenig beeinflusst.

Im nächsten Tertiären **Grundwasserleiter Nd** findet bereits eine starke Absenkung des Druckspiegels statt, insbesondere im Bereich nördlich der Hauptverwerfung (polnisch: *Uskok Główny*, die in Deutschland mit der Süd-Störung, polnisch: *Uskok Południowy* zusammenläuft) und dem nördlichen Beckenrand, also in der Scholle unterhalb des Nordteils der Stadt Zittau. Der Absenkungsbetrag in der Größenordnung von 25 m zeigt, dass dieser Horizont bis hin zum Beckenrand weitgehend entwässert ist. Südlich der Hauptverwerfung, also unterhalb der Stadtmitte und des Südteils von Zittau, beträgt die Absenkung des Druckspiegels nur wenige Meter.

Der mächtige Tertiäre **Grundwasserleiter Mw** (zwischen den Flözen; Zittau C) ist auf deutschem Gebiet stark entwässert. In der südlichen Scholle reicht der Absenkungstrichter im Westen bis nahe an den Olbersdorfer See heran. In der Stadtmitte von Zittau liegt der Absenkungsbetrag bei 35 m und unterhalb der Neiße bei ca. 65m. In der nördlichen Scholle, zwischen der Hauptverwerfung und dem nördlichen Beckenrand, ist auch der Grundwasserleiter Mw bis zum westlichen Beckenrand größtenteils leer gepumpt. Im Bereich der Nordstadt Zittaus bis zur Staatsgrenze (Neiße) beträgt die Absenkung bis ca. 100 m.

Im **Liegendgrundwasserleiter Pw** verhält sich der Druckspiegel vom Verlauf her ähnlich wie im Mw-Horizont, in der südlichen Scholle ist die Entspannung etwas moderater, in der nördlichen Scholle entspricht sie etwa dem Mw-Horizont.

Die Bereiche, die von der Grundwasserabsenkung betroffen sind, wurden von Kraśnicki (2020, Abbildung 4) dargestellt und können durch die Auswertungen des Verfassers bestätigt werden.

2015 bis 2020 und 2015 bis 2044: Die Modellierungsergebnisse der Veränderungen der Grundwasserspiegel in den Abbildungen in der polnischen Langfassung des UVP Berichts (PGE, 2019, Abbildungen 96 - 122) sollten mit größter Vorsicht betrachtet werden, denn die Abbildungstexte, die Skalen und die Beschriftungen der Grundwassergleichen sind inkonsistent und suggerieren oft etwas anderes als dargestellt ist:

- So ist beispielsweise in Abbildung 98 eine „Karte des Anstiegs des Grundwasserspiegels im Q-Level (Schicht 1) in den Jahren 2015-2020 infolge des Betriebs der Dichtwand“ dargestellt, die Skala und die Beschriftungen sind aber negativ, so dass es sich um einen negativen Anstieg, also eine Absenkung handelt.
- Abbildung 100 soll eine „Karte der Höhe des Grundwasserspiegels in der Nd-Ebene (Schicht 3) in den Jahren 2015-2020 als Ergebnis der Dichtwand“ sein; dargestellt ist aber vermutlich die Änderung des Grundwasserspiegels, und die ist negativ.
- In Abbildung 106 „Karte des Anstiegs der Grundwasserdepression im MW-Bereich (Schicht 4) in den Jahren 2015-2020 unter Berücksichtigung der Dichtwand“ ist wohl der zusätzliche Absenkungsbetrag gemeint.
- Die wahlweisen Darstellungen der Grundwasserspiegel-Änderungen in der nördlichen und südlichen Scholle, bei denen die andere Scholle jeweils weiß bleibt, suggerieren, dass die weiße Scholle unbeeinflusst bleibt, was aber nicht zutrifft.
- Im Übrigen werden in den verschiedenen Abbildungen (Modellen) Störungen mal berücksichtigt, mal nicht berücksichtigt. Dadurch können die Ergebnisse beeinflusst werden, so dass grundsätzlich auch Manipulationen möglich sind.

Zusammengefasst betreffen die starken Entwässerungen hauptsächlich die tieferen Grundwasserleiter innerhalb des Zittauer Beckens, die bislang nicht für eine Trinkwassergewinnung benutzt worden sind. Schädliche Auswirkungen auf deutschem Gebiet werden eher durch induzierte Bodensenkungen erwartet, insbesondere nach dem Wiederanstieg des Grundwassers nach Bergbauende, sowie weitere Folgewirkungen (s.u.).

Aus administrativer Sicht liegt der deutsche Teil des Zittauer Beckens innerhalb des Grundwasserkörpers DESN_NE 2 Zittau-Görlitz mit der Fläche von 507,8 km². Die IKSO (2015) hat festgestellt:

„Für die Grundwasserkörper im Bearbeitungsgebiet Lausitzer Neiße, die durch Schadstoffbelastungen infolge des Braunkohlenbergbaus so beeinträchtigt sind, dass sie bis 2021 den guten chemischen Zustand voraussichtlich nicht erreichen werden, ist die Festlegung weniger strenger Umweltziele nach Artikel 4 WRRL vorgesehen.“ In den Anlagen dazu (insbesondere Karten A-14, A-15, A-18, A-19) werden allerdings für diesen Grundwasserkörper (DESN_NE 2) der „Chemische Zustand“ und „Mengenmäßige Zustand“ als „gut“ und bei den

Umweltzielen für den „mengenmäßigen Zustand“ und den „chemischen Zustand“ „Zielerreichungen bis 2021“ ausgewiesen.

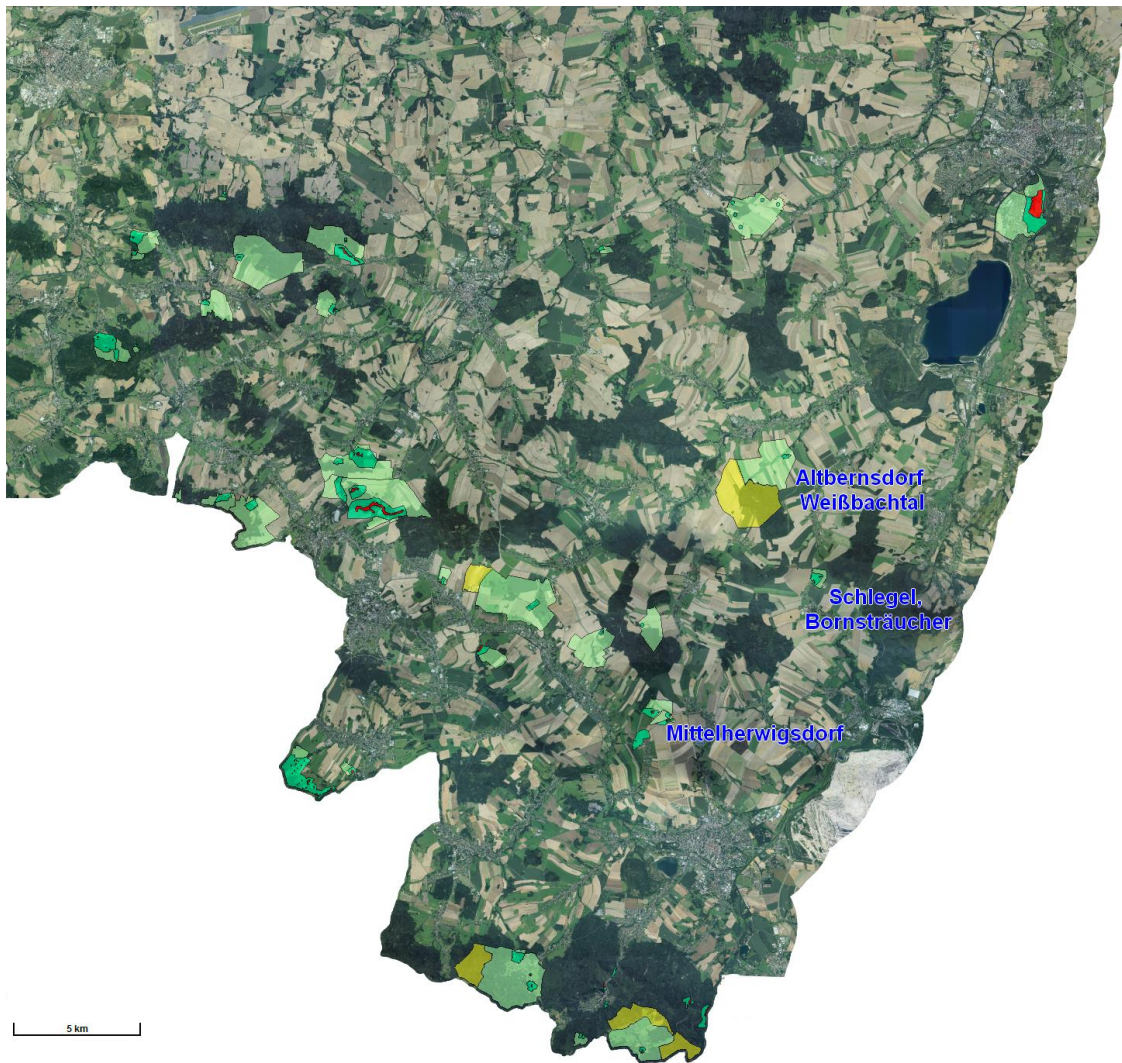


Abbildung 36 – Wasserschutzgebiete in SE-Sachsen. Nach Daten von (LfULG, 2020c)

Diese widersprüchlichen Aussagen sind nicht zuletzt auch darin begründet, dass die administrativen Gebilde der Grundwasserkörper ungeeignet sind, wissenschaftlich sinnvolle Aussagen zu treffen. Sie verstellen nur die Sicht auf die Fakten statt nach konkreten Ursachen zu suchen und Verursacher zu benennen und zur Sanierung zu verpflichten. Faktisch liegen für den chemischen Zustand des Grundwassers keine Messstellen und daher keine Messwerte zur Beurteilung vor. Faktisch sind auch große Wasservolumina aus den Tertiären Aquiferen abgepumpt worden und haben die darin gespeicherte Wassermenge erheblich verringert. Eine natürliche Regeneration der entnommenen Mengen durch Grundwasserneubildung (ca. 100 mm/a) würde bei einer Absenkung von 100 m rund 1000 Jahre dauern, so dass im Absenkungsgebiet von einer massiven Übernutzung und nachhaltigen Störung der Grundwasserressource gesprochen werden kann. Der mengenmäßige Zustand kann bezogen auf das Zittauer Becken nur als schlecht bezeichnet werden.

Aus administrativer Sicht liegen mehrere Wasserschutzgebiete (Abbildung 36) innerhalb des Grundwasserkörpers NE-2, aus hydrogeologischer Sicht jedoch außerhalb des Zittauer Tertiär-Beckens. Auch aus geomorphologischen Gründen werden die Einzugsgebiete dieser Wasserwerke nicht aus östlicher Richtung gespeist und sind daher durch den Braunkohlentagebau nicht betroffen (Abbildung 33).

Aufgrund der geomorphologischen und geologischen Beckenlage der Stadt Zittau besteht die Möglichkeit, dass die Grundwasserleiter des Tertiärs vor Beginn der bergbaubedingten Sümpfungen artesisch gespannt waren, weil sie aus den bis 200 m höher gelegenen Bergketten gespeist werden. Die Entwicklung der Druckspiegel für die Tertiären Grundwasserleiter in der Vergangenheit ist jedoch kaum noch nachvollziehbar, weil der Zustand vor Beginn des Braunkohlenbergbaus nicht bekannt ist, die Entwicklungen während des Abbaus (in den verfügbaren Unterlagen) nicht oder nur sporadisch dokumentiert sind, und weil die Prognosen bis 2044 auf numerischen Modellen des Betreibers beruhen, von denen nur ausgewählte und schlecht beschriebene/übersetzte Berechnungsergebnisse (Karten), mit nicht nachprüfbaren Annahmen in den Berechnungen, bekannt sind. Beispielsweise sind in den berechneten Karten für die verschiedenen Grundwasserstockwerke jeweils unterschiedliche tektonische Störungen im Rechenmodell angenommen worden, welche das Ergebnis aber deutlich beeinflussen können. Zuverlässig sind nur die Ganglinien der verschiedenen Piezometer in den jeweiligen Horizonten (Siehe Abbildung 35).

Chemischer Zustand

Die EG-Grundwasserrichtlinie (EU-RL 2006/118/EG), eine Tochterrichtlinie der WRRL, legt Qualitätsanforderungen (sogenannte Qualitätsnormen und Schwellenwerte) für eine Reihe von Stoffen fest. Werden in einem Grundwasserkörper diese Werte eingehalten, ist der Grundwasserkörper in einem guten Zustand. Werden die Werte überschritten, sind Art und Ausmaß der Überschreitungen zu prüfen. Auf Grundlage dieser Prüfung ist gegebenenfalls eine Einstufung in den schlechten Zustand erforderlich und die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, Maßnahmenprogramme durchzuführen, die geeignet sind, den guten Zustand wieder herzustellen, d. h. die Belastung so weit zu vermindern, dass die Qualitätsnormen bzw. Schwellenwerte wieder eingehalten werden (Umweltbundesamt, 2017).

Diese wohlklingende Formulierung bezieht sich allerdings wieder auf die administrativ festgelegten, viel zu großen „Grundwasserkörper“, hier DESN_NE 2 Zittau-Görlitz mit der Fläche von 507,8 km², nicht auf lokale Verunreinigungen. Außerdem sucht man an maßgeblicher Stelle (LfULG, 2020c) in dem Gebiet westlich des Tagebaus Turów und weit darüber hinaus vergeblich nach Grundwassermessstellen, in denen auch die Beschaffenheit (Chemie) überwacht wird, obwohl es dort hunderte Grundwasserstands-Messstellen gibt. Insofern ist die nachfolgende Tabelle (Abbildung 37) mit Schwellenwerten nur von theoretischem Wert, weil anscheinend kein politisches/behördliches Interesse an Messwerten aus diesem Bereich besteht, da Grenzwertüberschreitungen ja Maßnahmenprogramme erfordern würden um den guten Zustand wieder herzustellen.

**Anlage 2 (zu § 3 Absatz 1, § 5 Absatz 1 und Absatz 3, § 7 Absatz 2 Nummer 1, § 10 Absatz 2 Satz 4 Nummer 1)
Schwellenwerte**

(Fundstelle: BGBl. I 2017, 1045 - 1046)

Stoffe und Stoffgruppen	CAS-Nr. ¹	Schwellenwert	Ableitungskriterium
Nitrat (NO ₃)	14797-55-8	50 mg/l	Grundwasserqualitätsnorm gemäß Richtlinie 2006/118/EG
Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln einschließlich der relevanten Metaboliten ^{2,5} , Biozid-Wirkstoffe einschließlich relevanter Stoffwechsel- oder Abbau- bzw. Reaktionsprodukte sowie bedenkliche Stoffe in Biozidprodukten ^{3,5}	-	jeweils 0,1 µg/l insgesamt ⁴ 0,5 µg/l	Grundwasserqualitätsnorm gemäß Richtlinie 2006/118/EG
Arsen (As) ⁵	7440-38-2	10 µg/l	Trinkwasser-Grenzwert für chemische Parameter
Cadmium (Cd) ⁵	7440-43-9	0,5 µg/l	Hintergrundwert
Blei (Pb) ⁵	7439-92-1	10 µg/l	Trinkwassergrenzwert für chemische Parameter
Quecksilber (Hg) ⁵	7439-97-6	0,2 µg/l	Hintergrundwert
Ammonium (NH ₄ ⁺)	7664-41-7	0,5 mg/l	Trinkwassergrenzwert für Indikatorparameter
Chlorid (Cl ⁻)	168876-00-6	250 mg/l	Trinkwassergrenzwert für Indikatorparameter
Nitrit	14797-65-0	0,5 mg/l	Trinkwasser-Grenzwert für chemische Parameter (Anlage 2 Teil II der Trinkwasserverordnung)
ortho-Phosphat (PO ₄ ³⁻)	14265-44-2	0,5 mg/l	Hintergrundwert
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	14808-79-8	250 mg/l	Trinkwassergrenzwert für Indikatorparameter
Summe aus Tri- und Tetrachlorethen	79-01-6 127-18-4	10 µg/l	Trinkwassergrenzwert für chemische Parameter

¹ Chemical Abstracts Service, Internationale Registrierungsnummer für chemische Stoffe.

² Nach Artikel 2 Absatz 2 und Artikel 3 Nummer 32 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG des Rates (ABl. L 309 vom 24.11.2009, S. 1), die zuletzt durch die Verordnung (EU) Nr. 652/2014 (ABl. L 189 vom 27.6.2014, S. 1) geändert worden ist, in der jeweils geltenden Fassung.

³ Nach Artikel 3 Absatz 1 Buchstabe f) der Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten (ABl. L 167 vom 27.6.2012, S. 1) in der jeweils geltenden Fassung.

⁴ „Insgesamt“ bedeutet die Summe aller einzelnen bei dem Überwachungsverfahren nachgewiesenen und mengenmäßig bestimmten Wirkstoffgehalte von Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten, einschließlich relevanter Stoffwechsel-, Abbau- und Reaktionsprodukte sowie bedenklicher Stoffe in Biozid-Produkten.

⁵ Die betroffenen Stoffe und Stoffgruppen sind nach Membranfiltration mit geeignetem Material mit einer Porengröße von 0,45 µm zu analysieren. Die Membranfiltration kann entfallen, wenn die direkte Gewinnung der Proben aus dem Grundwasser zu vergleichbaren Ergebnissen führt.

Abbildung 37 – Ablichtung der Schwellenwerte nach Grundwasserverordnung (GrwV) (4. Mai 2017, Anlage 2).

Tertiäre Grundwasserleiter: Die bergbaubedingte Entspannung und Entwässerung der 300 m mächtigen Tertiären Schichtpakete des Zittauer Beckens hat auch erhebliche Konsequenzen für den Grundwasserchemismus. Einerseits wird der leer gepumpte Teil des Grundwasserleiters belüftet, sodass darin vorkommende Eisensulfide (Pyrit, Markasit) zumindest teilweise oxidiert werden und letztendlich saure Grubenwässer (eisenreiche schwefelsaure Lösungen) bilden (s.u.). Mengenmäßig wird dadurch das ohnehin durch den Tagebauaufschluss und die Kippenmassive bestehende Problem der sauren Sulfatwässer nochmals im Volumen und in der Flächenausdehnung vergrößert.

Durch den Tagebau werden die natürlichen Grundwasserstockwerke und die stockwerkstrennenden Geringleiter zerstört. Solange infolge der Entwässerung des Tagebaus ein hydraulisches Gefälle dorthinein besteht, werden alle Sulfatwässer in diese Richtung strömen, gesammelt und ggf. abgezogen und behandelt. Nach der Flutung des Tagebaus bestehen dann über den Porenraum der abgeworfenen Abraummassen und über den Seewasserkörper selbst vertikale Wasserwegsamkeiten, und die Grundwasserströmung wird sich dann entsprechend den veränderten, am Ende wieder ausgeglichenen hydraulischen Potentialen neu orientieren.

Ab diesem Zeitpunkt nach der Flutung können Eisen- und Sulfat-belastete saure Wässer dann bis zur Oberfläche aufsteigen, und dies hat dann auch Auswirkungen auf die Wasserqualität der Quartären Grundwasserleiter im Umfeld der Tagebaue, sowie auf die damit kommunizierenden Oberflächengewässer und die davon abhängigen Ökosysteme. Das hat auch die Internationale Kommission zum Schutz der Oder gegen Verunreinigung (IKSO, 2015) erkannt und schreibt:

„Im Bearbeitungsgebiet Lausitzer Neiße besteht das Hauptproblem in den hohen Sulfatgehalten im Bereich des Grundwasserwiederanstiegs in den Bergbaugebieten, die sich in der Sanierung befinden.“

Die größten schädlichen Veränderungen des chemischen Zustands der Grundwässer stehen also noch bevor, in der Zeit während und vor allem nach der Flutung des Tagebaus. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Ausbreitung der sulfatbelasteten Wässer zu einer Verschlechterung des chemischen Zustands im Grundwasserkörper NE-2 führen wird.

Bergbaufolgen

Bis zur Stilllegungsphase nach Ende der Kohlegewinnung (spätestens 2044) und in der Nach-Bergbau-Ära werden viele bleibende Veränderungen eintreten, die möglichst frühzeitig betrachtet und hinsichtlich schädlicher Auswirkungen durch adaptierte Planungen begrenzt werden müssen. Dies sind insbesondere (aber nicht ausschließlich) die Komplexe:

- Saure Grubenwässer, Trinkwasser und Brauchwasser
- Standsicherheit der Innen- und Außen-Kippen, Böschungen und Tagebauränder
- Bodensenkungen, Bauschäden
- Vernässungen bei Wiederanstieg des ggf. schädlich veränderten Grundwassers

Saure Grubenwässer

Das Thema wurde bereits mehrfach angeschnitten und soll hier nur noch einmal kurz hinsichtlich der Langzeitwirkungen beleuchtet werden. Saure Grubenwässer entstehen durch Oxidation von Eisensulfiden und haben einen sauren pH-Wert (manchmal bis $\text{pH} = 2$, infolge des $\text{SO}_4^{2-}/\text{HSO}_4^-$ Puffers), hohe Eisenkonzentrationen und hohe Sulfat-Konzentrationen. Durch technische oder natürliche Neutralisation im Kontakt mit Kalk kann der pH-Wert wieder normale Werte annehmen und die Eisengehalte können durch Hydrolyse weitgehend als Eisenoxidhydrate gefällt werden und bilden dann rostig braune Ocker. Die Sulfat-Gehalte bleiben allerdings weitgehend in Lösung erhalten und überschreiten häufig gesetzliche Grenzwerte, beispielsweise für Trinkwasser (250 mg/L), oder Umweltqualitätsnormen. Die Sulfat-Konzentrationen sind in vielen Fällen durch das Löslichkeitsprodukt von Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) auf Werte um 1600 mg/L SO_4 begrenzt.

Langfristig ist mit der Entstehung saurer Grubenwässer aus folgenden Quellen zu rechnen:

- Außenkippen
- Innenkippen, über und unter Wasser
- ehemals belüftete Aquifere

Diese Wässer können in Erscheinung treten als Drainagewässer der Außenkippen, als Bestandteile des Wasserkörpers im gefluteten Tagebau und in dessen Ablauf in die Vorfluter (Neiße, Miedzianka), aber auch in den Grundwasserleitern in der Umgebung des Tagebaus. Die Gewinnung von Trinkwasser und Brauchwasser (z.B. für die Landwirtschaft) aus den belasteten Gewässern wird dadurch langfristig eingeschränkt.

Standsicherheit

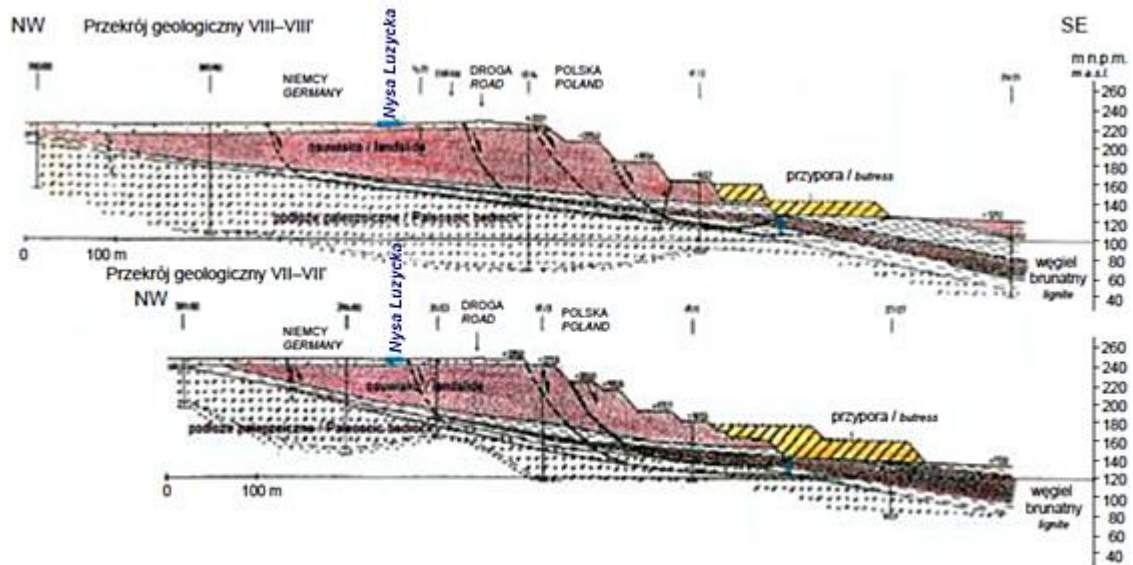
Die bodenmechanische Standsicherheit von Innen- und Außen-Kippen, Böschungen und Tagebaurändern ist bei allen größeren Braunkohletagebauen ein wichtiges Thema. In der Vergangenheit ist es im Tagebau Turów mehrfach zu sehr ernsten Böschungsbrüchen, Blockverschiebungen und Abrutschungen gekommen, teilweise mit enormen Ausmaßen, die erhebliche Standsicherheitsprobleme (unzureichende Sicherheitsreserven) offenbaren:

- Juli 1989 – „Verformungen“ (eigentlich Böschungsbrüche) an der westlichen Böschung im Bereich des Neiße-Sicherheitspfeilers, die dessen Stabilität und das Flussbett der Neiße bedrohten (Milkowski et al. 2008; Milkowski und Nowak, 2009; Bednarczyk, 2019). – Siehe Abbildung 38.
- 1993 – Abgleitung eines 700 m breiten Blocks an der nördlichen Abbauböschung durch Anschnitt einer hangparallel einfallenden Kohleschicht im Flöz 2, das auf durchnässten tonigen Zwischensedimenten lagerte. 1999 wurde nach einem weiteren Anschnitt eine Regeneration dieser Bewegungen beobachtet, auch weil eine hangparallele Störung nicht beachtet bzw. falsch beurteilt wurde (Milkowski et al. 2008). (Siehe Abbildung 39)
- 1994 – Erdbeben auf der Außenkippe der Turów Mine, mit 6 Millionen m³ die bis dahin größte Rutschung. (Milkowski et al. 2008; Bazarnik, 2018)
- 14. Oktober 2006 – Rutschung im Westteil der nördlichen Abbau-Böschung, mit einem Volumen von 532.000 m³ und einer Ausdehnung von 26.600 m². Als Ursache wird der Einschnitt eines Entwässerungsgrabens genannt, der zum Abgleiten eines Flözblocks entlang einer mit 7 Grad zum Tagebau geneigten Trennfläche führte. (Milkowski et al. 2008) (Siehe Abbildung 39)
- Juni 2007 – An der nördlichen Böschung wurden Bewegungen registriert, die auf eine Regenerierung der Gleitflächen aus dem Jahr 1993 zurückgeführt wurden. Der erwartete Erdbeben mit einer Fläche von 2400 m² und einer Kubatur von etwa 10.000 m³ in dieser Region ist am 21. August 2007 eingetreten. Ein Teil der Vorräte wurde aufgegeben und das Gebiet zur Sperrzone erklärt. (Milkowski et al., 2008) (Siehe Abbildung 39)
- 27. September 2016 – Massiver Erdbeben mit 6 km² Ausdehnung im Bereich der Innenkippe des Tagebaus Turów (Maciaszek und Ćwiąkała, 2010; NJ24.pl, 2016; Zgorzelec – Naszemiasto, 2016; Bazarnik, 2018). (Siehe Abbildungen 3, 40 und 41.)

Insbesondere die im Juli 1989 aufgetretenen, euphemistisch „Verformungen“ genannten Vorfälle im Neiße-Sicherheitspfeiler südlich Drausendorf sind in Wahrheit Böschungsbrüche, wie Abbildung 38 zeigt. Diese reichen unter der Neiße durch bis auf deutsches Gebiet. Es ist dort glücklicherweise gelungen, die entlang von Gleitflächen in Bewegung geratenen Erdmassen durch die Herstellung von Widerlagern am Böschungsfuß frühzeitig wieder zum Stillstand zu bringen. Andernfalls wäre es zum weiteren Abgleiten und zum Eintritt von Wasser der Neiße gekommen, wodurch die Situation schnell eskaliert wäre, bis zum völligen Durchbruch der Neiße in den Tagebau, mit katastrophalen Folgen (s.u.).

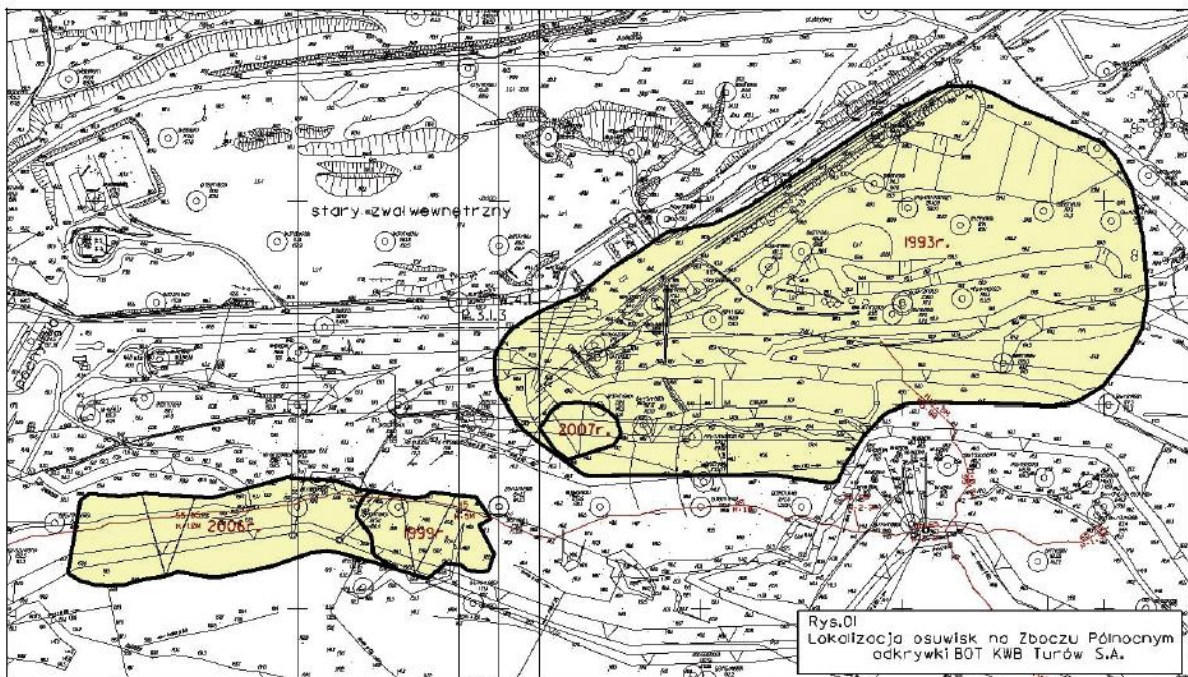
Die bereits angelegten Gleitflächen sind aber weiterhin latent vorhanden und können unter bestimmten Voraussetzungen reaktiviert werden. Dies kann insbesondere während der Flutung eintreten, wenn das Widerlager durch aufsteigendes Wasser unter Auftrieb gerät und seine Wirkung verliert. Eine Aufhebung des Widerlagers und eine Reaktivierung des Rutschkörpers können auch in der Nachfolge eines hydraulischen Grundbruchs der Tagebausoehle erfolgen.

Ein Böschungsbruch an dieser Stelle, mit Durchbruch der Neiße in den Tagebau, würde verheerende Folgen für Menschen, Sachgüter und die Umwelt haben, beispielsweise durch unkontrolliertes Vollaufen des Tagebaus und die vollständige Unterbrechung der Neiße, mit Verlust der Wasserführung und Trockenfall des Flussbetts, für lange Zeit.



Turów Mine, cross-section crossing the Nysa Łużycka river protective pillar with indicated sliding surfaces in 1989 (Milkowski, Kaczerewski, 2009)

Abbildung 38 – Zwei Querprofile durch den Böschungsbruch im Neiße-Sicherheitspfeiler von 1989, der bis auf deutsches Gebiet jenseits der Neiße reicht (Nach Bednarczyk, 2019).



Rys. 1. Fotomapa osuwisk na Zboczu Północnym z lat 1993–2007

Abbildung 39 - Karte von Erdrutschen am Nordhang von 1993–2007, mit den jeweiligen Jahreszahlen und Rutschmassengrenzen (Aus Milkowski et al. 2008).



Abbildung 40 – Erdrutsch auf der Innenkippe der Turów Mine, 2016. (Aus Zgorzelec – Naszemiasto, 2016)



Abbildung 41 – Erdrutsch auf der Innenkippe der Turów Mine, 2016. Nahansicht, wie Abbildung 40 (Aus Zgorzelec – Naszemiasto, 2016)

In den Kapiteln 2.5.2 bis 2.5.4 (PGE, 2019) werden die meisten geotechnischen Risiken aufgezählt, so dass man davon ausgehen kann, dass sie bekannt sind. Es fehlen allerdings Ausführungen dazu, wie man den Eintritt weiterer geomechanischer Versagensfälle verhindern will. Durch ein ständiges Monitoring des Tagebaus kann man zwar einsetzende Verformungen mit etwas Glück rechtzeitig erkennen um sich in Sicherheit zu bringen. Um sie zu stoppen und den Weiterbetrieb zu ermöglichen fehlen aber möglicherweise die Mittel.

Bezüglich der Tagebauerweiterung will der Antragsteller die Variante 2 aus der Umweltverträglichkeitsstudie umsetzen. Ein wesentliches Gefahrenmoment, welches erst mit dem Wiederanstieg des Grundwasser auftreten kann, wird im UVP-Bericht nicht angesprochen: Unter bestimmten Voraussetzungen, insbesondere bei gering durchlässigen Schichten unter der Tagebausohle, kann es zum Aufbau eines hydraulischen Drucks und in der Folge zu einem hydraulischen Grundbruch kommen. Solche Grundbrüche sind beispielsweise aus der Niederlausitz von der *Düne Süd* im Tagebau Spreetal-Bluno (Sabrodt) vom 12.10.2010, oder aus dem Mitteldeutschen Braunkohlerevier von *Nachterstedt* (Sachsen-Anhalt), mit nachfolgend ausgelöstem Böschungsbruch am 18.07.2009, bekannt (Vgl. Krupp, 2012, 2013).

Angesichts der Instabilitäten, die im Tagebau Turów schon mehrfach zu Rutschungen, insbesondere der Innenkippe geführt haben, müsste auch die Standsicherheit aller Kippen-Böschungen während und nach der Flutung unter der Wirkung des Auftriebs (Bodenverflüssigung) nachgewiesen werden.

Schließlich müssten auch Änderungen der hydraulischen Potentiale beidseits der eingebauten Dichtwände sowie die sehr hohen hydraulischen Gradienten quer zu den Dichtwänden hinsichtlich der Standsicherheit und dem Widerstand gegenüber Suffusionsprozessen betrachtet und Sicherheitsreserven nachgewiesen werden.

Im UVP-Bericht sind solche detaillierten Untersuchungen, die insbesondere auch hydraulische Lasten beachten, nicht enthalten. Maßnahmen, die eine bodenmechanisch sichere Flutung des Tagebaus ermöglichen, würden eine frühzeitige Planung erfordern und hätten sehr weitreichende Konsequenzen für die Modellierung der Tagebau-Böschungen, die bei der vom Antragsteller bevorzugten minimalistischen „Variante 2“ nicht berücksichtigt sind. Im Fehlen entsprechender bodenmechanischer Untersuchungen und Nachweise, die der Komplexität der Probleme gerecht werden könnten, wird ein gravierender Mangel des UVP-Berichts gesehen, der die Zulässigkeit des Vorhabens in Frage stellt.

Bodensenkungen, Altbergbau, Bauschäden

Das Problem der Bodensenkungen wird in der Umweltverträglichkeitsstudie (PGE, 2019) für den deutschen Raum nicht behandelt. Entsprechende Kartendarstellungen enden sehr auffällig an der deutsch-polnischen Grenze. Es ist auch unklar, welche Berechnungsansätze verwendet worden sind und ob der Einfluss der Entwässerung der Aquifere dabei überhaupt berücksichtigt worden ist. Es gibt überhaupt nur wenige Informationen zu dem Thema Bodensenkungen.

In der Zeitschrift Deutschland und Europa (1996) findet sich folgendes Zitat:

„Die nach 1960 aufgeschlossenen Braunkohlenlagerstätten spielen für die Stromversorgung des Landes eine wachsende Rolle (30%). Im polnischen Teil des Zittauer Beckens liegt bei Türchau (Turów) der tiefste Tagebau - die Grube soll bis 230 m tief abgebaggert werden - und eines der größten Kraftwerke Polens (2000 MW), dessen Abgasreinigung gerade installiert wird (schrittweise bis zum Jahr 2002). Die durch diesen Tagebau verursachten Bodensenkungen und Gebäudeschäden auf sächsischer Seite haben im Zittauer Raum große Probleme hervorgerufen.“

Meier (2001) schreibt andererseits:

„Auf dem heutigen Territorium von Sachsen konzentriert sich der alte Braunkohlentiefbau auf die Gebiete Nordwest- und Nordostsachsens sowie Ostsachsens. Die Abbauteufen betragen bis zu 100 m. Die Flözmächtigkeit schwankte von wenigen Metern bis etwa 30 m. Der vorherrschende Kammerpfeilerbruchbau beeinflusste grundlegend die Geländeoberfläche. Die Lagerstätten wurden durch unzählige Schächte aufgeschlossen, deren Zustand heute meist unbekannt ist. Oftmals liegen die alten Grubenbaue in bebauten Gebieten, z. B. in Zittau fast im Stadtzentrum.“

Der Altbergbau im Raum von Zittau ist in nachfolgender Karte (Abbildung 42) dargestellt. Man erkennt, dass die alten Untertage-Abbaue lokal eng begrenzt sind und hauptsächlich in der Peripherie des Stadtgebietes und am Rande des Entwässerungsgebiets der Tertiär-Aquifere liegen. Ihre Schadensbilder (Erdfälle) unterscheiden sich deutlich von den Bodensenkungen infolge der Aquifer-Entwässerung, die gleichmäßiger und flächenhaft auftreten und zum Rande des Absenkungstrichters auslaufen.

Beide Ursachen für Bodensenkungen - Altbergbau und Entwässerung der Aquifere - sollten sich daher gut voneinander trennen lassen. Aufgrund der räumlichen Ausdehnung des Absenkungstrichters (weiße Umrandung in Abbildung 42) nach SW und W liegen die von Bodensenkungen betroffenen Bereiche zu großen Teilen auf tschechischem und deutschem Gebiet, wobei insbesondere der deutsche Teil hauptsächlich bebautes Gebiet der Stadt Zittau umfasst. Wegen der stärkeren Entwässerung der tiefen Aquifere nördlich der Hauptverwerfung (s.o.) ist die Nordstadt Zittaus vermutlich am stärksten von Bodensenkungen betroffen.

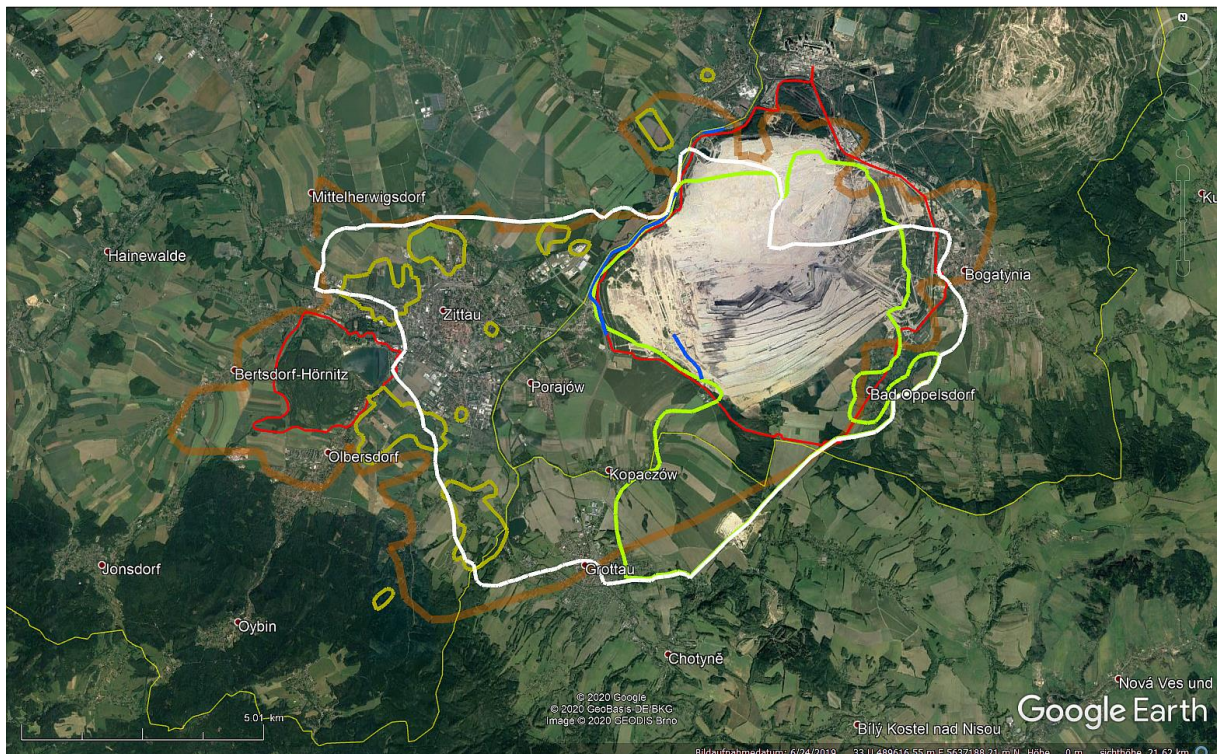


Abbildung 42 – Ausdehnung des Absenkungstrichters über den Tertiär-Grundwasserleitern (weiß) und Gebiete mit unterirdischen Hohlräumen (senfgelb), gemäß §8 Sächsische Hohlraumverordnung. Weitere Legende vgl. Abbildung 33. (Quellen: Sächsisches Oberbergamt, 2020; Krasnicki, 2020; PGE, 2019; Google Earth)

Nachdem Untersuchungen und Darstellungen der Bodensenkungen im Umweltverträglichkeitsbericht (PGE, 2019) fehlen und auch sonst keine öffentlichen Informationen verfügbar sind, sollen hier hilfsweise Vergleiche mit anderen Braunkohle-Revieren herangezogen werden. Aufgrund vieler Analogien bietet sich hier besonders der Tagebau Hambach mit den älteren benachbarten Tagebauen Bergheim sowie Fortuna-Garsdorf im Rheinischen Revier an.

Nach einer Auskunft der Landesregierung von Nordrhein-Westfalen (NRW, 2013) sollen die bisherigen Erfahrungen mit Bodensenkungen durch Grundwasserentzug zeigen, dass der Senkungsbetrag der Oberfläche etwa ein Prozent (10 Promille) der Grundwasserabsenkung ausmacht. Als Beispiel werden die beobachteten Bodensenkungen um 4 Meter in der Nähe von Bergheim angeführt, die hauptsächlich auf die Sumpfung des Tagebaus Hambach bezogen werden, leider ohne nähere Angaben über den genauen Ort und den Zeitpunkt. Schaefer (2006) nennt hingegen „Faustzahlen“, wonach für „Mittelfristprognosen“ die Bodensenkungen 1 bis 3 Promille der Grundwasserabsenkung betragen sollen. Ein bei RWE Power „mit Erfolg“ (Ziegler et al. 2009) verwendetes Prognosemodell geht von 1 bis 5 Promille Bodenabsenkung relativ zur Grundwasserabsenkung aus (Krupp, 2015).

Die tiefsten, auf Grundwasser-Sumpfung zurückzuführenden, gemessenen Bodensenkungen liegen dort bereits bei über 4 Meter. Planmäßig soll der Tagebau Hambach sein tiefstes Sumpfungsziel von ca. 450 m (-365 m NHN) erst gegen 2030 erreichen, mit möglichen Bodensenkungen bis zu 7,5 m. In Abbildung 43 sind beispielhaft gemessene und

prognostizierte Bodensenkungen und die ursächlichen Grundwasserabsenkungen gegenüber gestellt (Ziegler 2010).

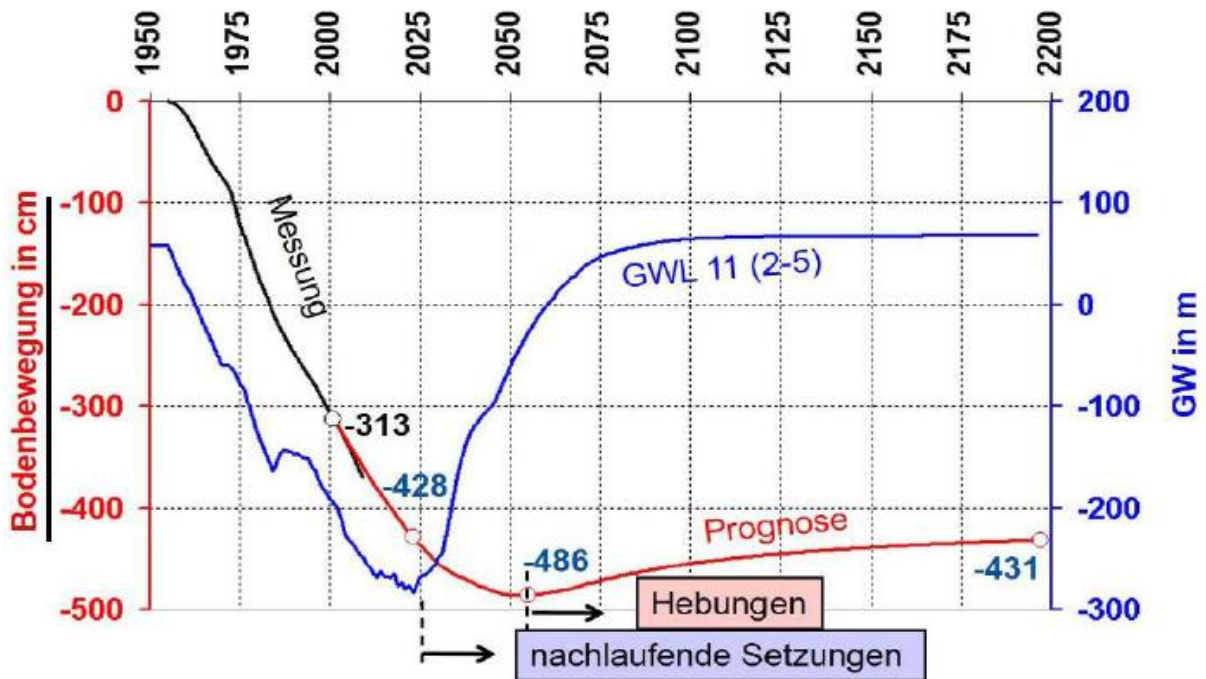


Abbildung 43 – Tagebau Hambach (Nordrhein-Westfalen). Gemessene und prognostizierte Grundwasser-Ganglinien (blau) und Bodenbewegungen (schwarz, rot) für einen Messpunkt auf der Erftscholle. (Aus Ziegler 2010)

Selbst wenn das Sumpfungsziel des Tagebaus Turów bei „nur“ etwa 250 m liegt, so muss analog mit Bodensenkungen von lokal bis zu 3 m gegenüber dem vorbergbaulichen Niveau gerechnet werden. Ein Unterschied besteht dahingehend, dass das Absenkungsmaximum im Fall Hambach aufgrund früherer benachbarter Tagebaue östlich des Tagebaus Hambach gelegen ist, während das Maximum im Tagebau Turów innerhalb des Tagebaus liegt (wo der Boden abgetragen ist und die Absenkungen von 3 m somit „fiktiv“ sind). Gleichwohl kann dieser Wert nach außen extrapoliert werden.

Auf deutscher Seite nahe der Staatsgrenze, wo das Grundwasser in den tiefen Grundwasserleitern bis heute um fast 100 m abgesenkt worden ist, können die Absenkungsbeträge (in Analogie zu den Erkenntnissen aus dem Rheinland) noch bis zu ca. 1 m ausmachen, und nach Westen (im Stadtgebiet) zum Zittauer Beckenrand hin laufen diese gegen null aus. Diese unmerklich ablaufenden Bodensenkungen sind nicht öffentlich dokumentiert, wenngleich Messungen seitens des Sächsischen Oberbergamtes offenbar vorgenommen werden, welche unbestätigten Hinweisen zufolge östlich des Stadtzentrums von Zittau kumulierte Senkungen von 30 - 60 cm festgestellt haben sollen. Höhenmessungen des Bergamtes zeigen, dass in Korrelation zur Absenkung des Grundwasserstandes in den verschiedenen geologischen Schichten, eine Senkung der Geländeoberfläche stattfindet, die

nach der letzten Messung bei maximal rund 6 mm/a liegt. Im Bereich der größten Senkungen der Geländeoberfläche südlich der Zittauer Altstadt sind seit dem Jahr 2000 maximale Senkungen von rund 110 mm aufgetreten (Sächsisches Oberbergamt, 29. März 2019). Diese spärlichen Hinweise passen zu den hier angestellten Abschätzungen. Es fehlt aber an umfassenden verlässlichen Informationen über die seit Tagebaubeginn kumuliert eingetretenen Senkungsbeträge. Die Vergleiche mit dem Tagebau Hambach und die darauf beruhenden Schätzungen sollen nur als erste Orientierung dienen. Sofern der Tagebau Turów wie geplant bis 2044 weiter betrieben und das tiefe Grundwasser um weitere 20 m abgesenkt wird, können die Bodensenkungen von derzeit kumulativ ca. 1 m an der Staatsgrenze bis 2044 auf bis zu 1,2 m anwachsen. Im Stadtgebiet Zittaus könnten dann aus beispielsweise 30 bis 60 cm Bodensenkung am Ende 36 bis 72 cm werden.

Diese großflächigen und langsam und daher meist unbemerkt ablaufenden Bodensenkungen führen besonders in den Randzonen der Senkungsräume auch zu Gefälleveränderungen, und davon sind dann zum Beispiel Fließgewässer wie die Neiße, oder Kanalisationssysteme betroffen. Dadurch kann sich auch in bestimmten tiefgelegenen Bereichen bei Hochwasserlagen das Überflutungsrisiko zusätzlich erhöhen, insbesondere in den Tälern der Neiße und ihrer Nebenflüsse Mandau und Eckhartsbach.

Vernässungen

Der Wasserentzug aus dem Porenraum der Grundwasserleiter führt zum Verlust des Auftriebs und zu Setzungen des Korngerüsts, die beim späteren Wiederanstieg des Grundwassers nur zum geringen Teil reversibel sind (Krupp, 2015 und darin zitierte Literatur). In Analogie zu Erfahrungen aus dem Rheinischen Braunkohlenrevier kann man davon ausgehen, dass der reversible Anteil bei nur 10 bis 15 Prozent des jeweiligen Senkungsbetrags liegt. Bei einer Bodensenkung von 1 Meter würden nach Wiederanstieg des Grundwassers also an gleicher Stelle 85 bis 90 cm Bodensenkung irreversibel bestehen bleiben.

In Bereichen mit ursprünglich hohen Grundwasserständen (niedrigen Grundwasser-Flurabständen; Vgl. Abbildung 33) kann der Wiederanstieg des Grundwassers auf sein vorbergbauliches Niveau daher zu Vernässungen (nasse Keller, Versumpfungen, Wasseraustritte, etc.) führen, insbesondere im Bereich der Täler der Neiße und ihrer Nebenflüsse Mandau und Eckhartsbach. In solchen Niederungsgebieten sollten daher keine langfristigen Nutzungen geplant werden, die durch spätere Vernässungen Schaden nehmen könnten.

Schutzgebiete

In diesem Kapitel soll lediglich eine Übersicht über bestehende Schutzgebiete gegeben werden, weil der Verfasser auf diesem Sektor keine Expertise für sich in Anspruch nimmt.

Im UVP-Bericht (PGE, 2019; Abbildung 21) findet sich eine informative Kartendarstellung der relevanten Schutzgebiete und Objekte, die nachfolgend mit einigen übersetzten Begriffen reproduziert wird (Abbildung 44).

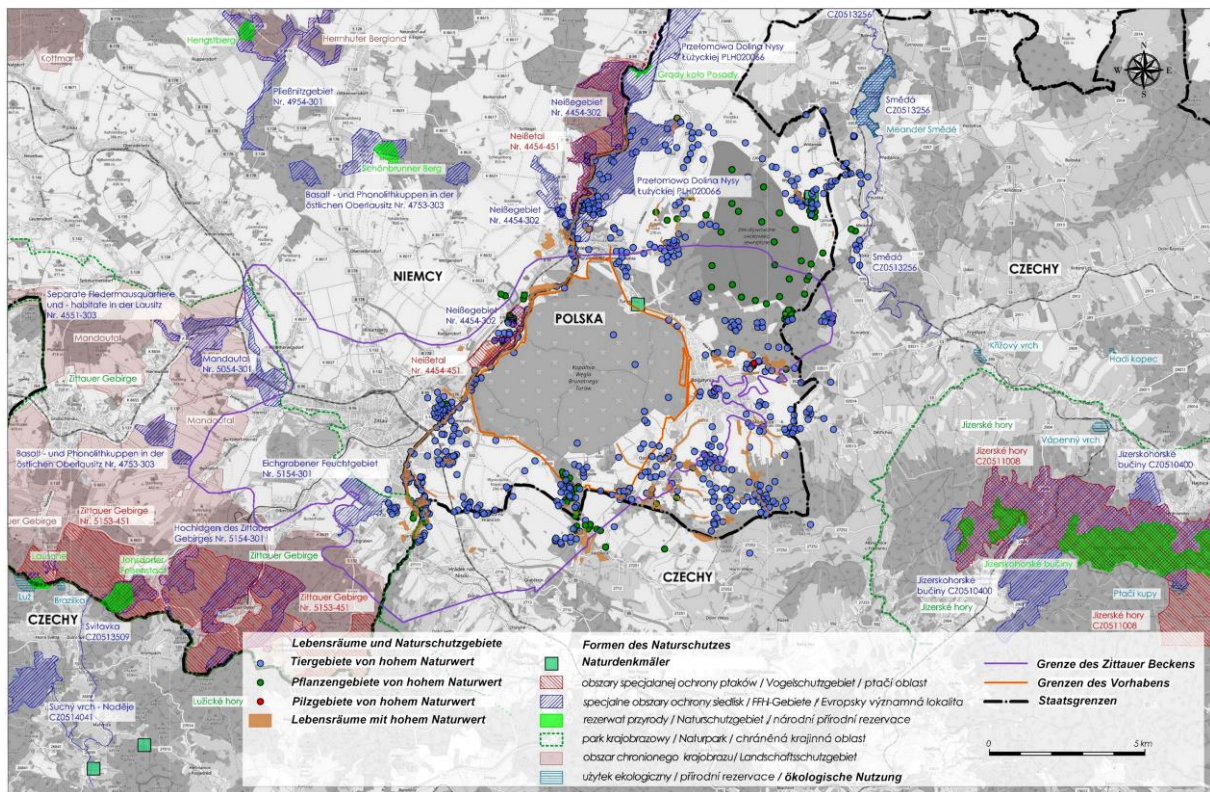


Abbildung 44 – Geschützte und wertvolle Gebiete in der Umgebung des Tagebaues Turów. (Nach PGE, 2019).

Vergleichbare Informationen sind auf der Website des Bundesamtes für Naturschutz (BfN, 2020, 23. August) verfügbar. Dort können interaktiv auch „Steckbriefe“ zu den einzelnen Schutzgebieten abgerufen werden. Nachfolgende Abbildung 45 ist ein bearbeiteter Screenshot dieser Website.

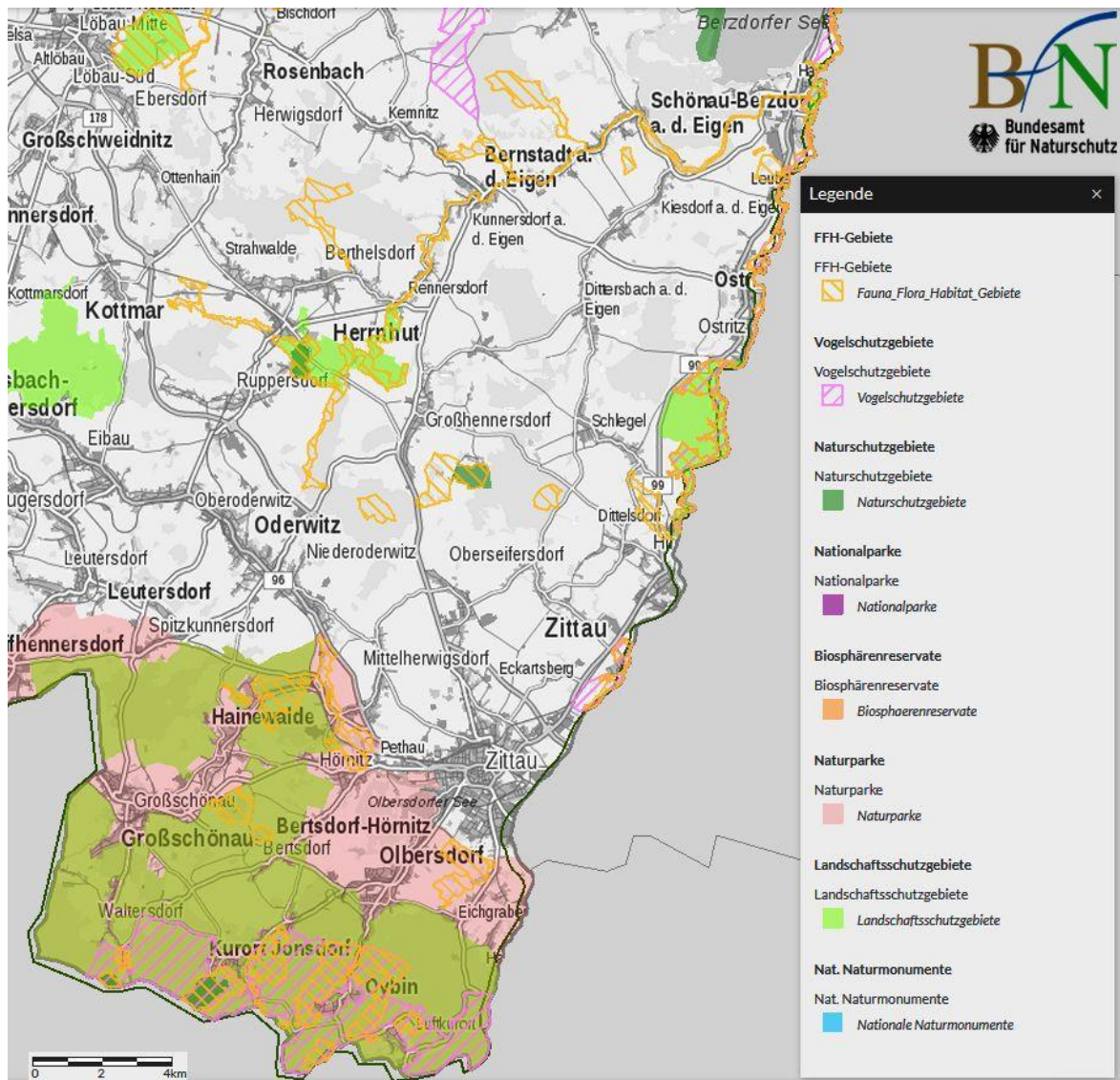


Abbildung 45 – Geschützte und wertvolle Gebiete in der westlichen Umgebung des Tagebaues Turów. (Nach BfN, 2020, 23. August)

Für nachfolgende Schutzgebiete westlich des Tagebaus Turów ist eine räumliche Betroffenheit über die Oberflächengewässer und das oberflächennahe Grundwasser möglicherweise gegeben, und zwar weniger durch mengenmäßige als durch chemische Faktoren. Entscheidend ist die Lage innerhalb oder außerhalb des Zittauer Beckens:

- Naturpark Zittauer Gebirge, soweit dieser ins Zittauer Becken hineinreicht
- Landschaftsschutzgebiet Neißetal und Klosterwald
- 4454-451 Neißetal (EU-Vogelschutzgebiet)
- 5154-301 Eichgrabener Feuchtgebiet (FFH-Gebiet)
- 4454-302 Neißegebiet (FFH-Gebiet)

Schlussfolgerungen

In diesem Kapitel sollen die wesentlichen Ergebnisse der Begutachtung in Anlehnung an die Leistungsbeschreibung („*Terms of Reference*“) des Auftrags zusammengefasst werden.

1. Beschreiben Sie kurz die geologischen Verhältnisse in Deutschland und Polen, die für einen Einfluss des Turów Tagebaus auf deutsche Oberflächengewässer und das Grundwasser relevant sind.

1. Geologie und Bergbau

Das Zittauer Becken mit der Miozänen Braunkohlenlagerstätte erstreckt sich von West nach Ost über die Staatsgrenze hinweg. Der Tagebau Turów gewinnt die Braunkohlen-Lagerstätte im polnischen Teil des Zittauer Beckens und reicht bis an die Staatsgrenzen zu Tschechien und Deutschland und hat erhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen auf die Umwelt. Die hydrogeologischen Auswirkungen werden großenteils von den geologischen Gegebenheiten des Zittauer Beckens bestimmt und nicht von den administrativ festgelegten „Grundwasserkörpern“. Der frühere Tagebau Olbersdorf SW Zittau wurde bis 1999 bereits geflutet und rekultiviert. Er kann als Referenz für die Entwicklung des Tagebaus Turów dienen, wenn auch dieser stillgelegt und geflutet wird.

2. Welche Grundwasserkörper in Deutschland sind bisher durch die Turów Mine betroffen? Stehen diese Grundwasserkörper in Verbindung mit Oberflächenwasserkörpern oder mit wasserabhängigen terrestrischen Ökosystemen, gemäß dem Bewirtschaftungsplan für das Flussgebiet Oder 2015-2021? Dienen einige davon als Ressource für die Trinkwassergewinnung? Wie ist ihr mengenmäßiger Zustand und chemischer Zustand gemäß dem Bewirtschaftungsplan für das Flusseinzugsgebiet der Oder 2015-2021? a. Mengenmäßiger Zustand

2. Durch die Grundwasserabsenkung im Tagebau Turów sind auch auf deutscher Seite die Grundwasserleiter des Quartärs und Tertiärs betroffen, insbesondere innerhalb des Zittauer Beckens, welches Teil des Grundwasserkörpers DESN_NE 2 Zittau-Görlitz ist. Der ungespannte Quartär-Grundwasserleiter kommuniziert mit den Oberflächengewässern, insbesondere der Lausitzer Neiße. Der Quartär-Grundwasserleiter ist hinsichtlich der Grundwasserstände aufgrund der hohen Wasserführung der Neiße relativ wenig beeinflusst, wobei die Verlustmengen in Richtung Tagebau sich nach dem Bau der Dichtwand entlang der Neiße verringert haben, aber bilanziell nicht bekannt sind. Innerhalb des Betrachtungsgebietes befinden sich mehrere Trinkwasserschutzgebiete, die formal zu dem genannten Grundwasserkörper DESN_NE 2 gehören, hydrogeologisch jedoch außerhalb des Zittauer Beckens liegen und auch aufgrund ihrer Entfernungen, Höhenlagen und Einzugsgebiete nicht vom Tagebau Turów betroffen sind. Das gleiche trifft auch für den Grundwasserkörper „Zittauer Gebirge (DE_GB_DESN_NE -3)“ zu.

Starke Auswirkungen des Tagebaus sind hingegen für die Tertiären Grundwasserstockwerke (also das Zittauer Becken), deren Druckspiegel teilweise schon um fast 100 m abgesenkt sind festzustellen, wie auch hinsichtlich des chemischen Zustands, der aufgrund der Pyritoxidation schädliche Veränderungen erfahren hat.

3. Beschreiben Sie die Trends der Grundwasserabsenkung seit Beginn des Grubenbetriebs (d.h. ab dem Zeitpunkt seit dem Daten verfügbar sind) bis 2020.

3. Die ältesten Daten zu Grundwasserständen in den Quartären Grundwasserleitern reichen bis 1952 zurück und zeigen in Verbindung mit jüngeren Daten, dass der Spiegel des oberflächennahen Grundwassers im Wesentlichen konstant geblieben ist.

Piezometerhöhen und Ganglinien für die Tertiären Grundwasserleiter entlang des Westufers der Lausitzer Neiße sind teilweise für 1982, ansonsten erst ab 1995 verfügbar. Bis 1982 waren die Grundwasserabsenkungen auf deutscher Seite (soweit bekannt) im Wesentlichen auf den Bereich des Tagebaus Olbersdorf und auf die gewonnenen Flöze begrenzt und reichten lokal bis in eine Tiefe bis ca. 40 m unter der Oberfläche. Die Daten ab 1995 zeigen unterschiedliche Trends, die von der Entwässerung des Tagebaus Turów bestimmt sind. Während (auf deutscher Seite) im Norden seit einigen Jahren bereits ein Wiederanstieg des Grundwassers beobachtet wird, findet im Süden eine weitere Absenkung statt, entsprechend dem Wandern des Tagebaus bzw. Absenkungstrichters von Nord nach Süd. Auch der Bau der Dichtwand zwischen Neiße und Tagebaurand im Jahr 1997 macht sich deutlich durch einen Anstieg der Piezometerhöhen in den Tertiären Grundwasserhorizonten westlich der Dichtwand bemerkbar. Die Absenkungsbeträge und Ausdehnungen der Absenkungstrichter sind besonders in den Grundwasserhorizonten Mw und Pw sehr hoch und reichen innerhalb des Tagebaus bis einige Meter unter Meeresniveau, bzw. ca. 230 m unter Gelände. Auf deutschem Gebiet, nahe der Staatsgrenze, beträgt die Absenkung im Mw-Horizont bis rund 100 m. Die Absenkungstrichter laufen unterhalb des Stadtgebiets von Zittau nach Westen zum Rande des Zittauer Beckens hin aus.

4. Welche Wasserkörper könnten nach der Grubenerweiterung wie im UVP Bericht beschrieben betroffen sein? Dienen einige davon der Trinkwassergewinnung?

4. Aufgrund der geologischen Situation, insbesondere dem Aufbau des Zittauer Beckens mit seinen Tertiärgesteinsabfolgen, sowie der orohydrographischen Verhältnisse in Ost-Sachsen ist nicht zu erwarten, dass durch die geplante Erweiterung andere Grundwasserkörper als bisher erfasst werden. Auch für die deutschen Trinkwasserschutzgebiete wird aufgrund ihrer Lage keine Beeinflussung erwartet. Die weitere Grundwasserabsenkung im Tagebau wird im Wesentlichen eine Intensivierung der bisherigen Entwässerung des südlichen und südöstlichen Tagebau-Umfeldes bewirken, mit weiteren Absenkungen besonders im Horizont Pw, bei gleichzeitiger „Regeneration“ der oberen Grundwasserhorizonte in nördlichen Bereichen.

5. Beschreiben Sie die Trends der Grundwasserabsenkung von 2020 bis 2044, wenn der Bergbau wie im UVP Bericht angenommen erweitert wird. Nehmen Sie Bezug auf Daten aus Krasnicki's Bericht.

5. Die geplante SE-Erweiterung des Tagebaus Turów bedingt eine Gewinnung bis ca. 30 m unterhalb Meeresniveau und wird auch auf deutschem Gebiet eine weitere Absenkung des Grundwassers in den Tertiären Aquiferen, besonders im Pw-Horizont und soweit noch nicht völlig entleert auch im Mw-Horizont bewirken. Es wird mit zusätzlichen Absenkungen der Druckspiegel um bis zu 20 m gerechnet. Die neue Dichtwand im Süden des Tagebaus kann diesen Entwicklungen nur tendenziell entgegenwirken. Auswirkungen der Erweiterung auf den Quartären Grundwasserleiter auf deutschem Gebiet werden aufgrund der hydraulischen Trennung durch Grundwasserstauer nicht erwartet. Trinkwasserschutzgebiete sind in dem Bereich innerhalb des Zittauer Beckens nicht vorhanden.

6. Welche ökologischen und sozialen Konsequenzen ergeben sich aus der beschriebenen Grundwasserabsenkung (bis jetzt und bis 2044)? Benennen und beschreiben Sie Natura2000 Schutzgebiete, welche diese jetzt oder künftig beeinträchtigten Grundwasserkörper betreffen. Gibt es dort wasserabhängige Habitate? Sind einige davon als prioritär gelistet? Oder von prioritären Spezies der Richtlinie bewohnt? Welchen Einfluss wird die Grundwasserabsenkung auf den Zustand dieser Habitate und Spezies haben?

6. Durch die Grundwasserabsenkung findet eine Belüftung der Grundwasserleiter statt, welche durch Oxidation von Eisensulfiden zur Bildung saurer eisen- und sulfat-reicher Grubenwässer führt. Aufgrund der veränderten chemischen Eigenschaften können diese Wässer auch geogen vorhandene Schadstoffe wie PAK, Arsen und Schwermetalle (Blei, Zink, Cadmium, Quecksilber, Thallium, Kupfer, Nickel, Uran, ...) mobilisieren. Das Potential zur Bildung dieser sauren Grubenwässer steigt proportional mit dem Volumen der entwässerten Aquiferbereiche an. Solange der Tagebau entwässert wird, fallen diese schädlich veränderten Wässer aufgrund der gerichteten Grundwasserströmung nur innerhalb des Tagebaus an. Nach einer Flutung des Tagebaus sind jedoch aufgrund veränderter Strömungsverhältnisse auch eine Ausbreitung im Umfeld des Tagebaus und ein Eintrag in die Neiße zu erwarten.

Eine weitere Folge der Entleerung/Entspannung der Grundwasserleiter in den bis 300 m mächtigen Tertiären Sedimenten des Zittauer Beckens sind Bodensenkungen. Diese werden in der Umweltverträglichkeitsprüfung auf deutschem Gebiet nicht dargestellt, obwohl dort umfangreiche Entwässerungen in den Aquiferen stattfinden, insbesondere unter dem Stadtgebiet von Zittau. Eine qualifizierte Darstellung der Bodensenkungen seit Beginn des Bergbaus wäre zu fordern, ebenso eine Prognose über den Grad der Reversibilität beim Wiederanstieg des Grundwassers und über die dann zu erwartenden Grundwasserflurabstände. Das Ausmaß der Bodensenkungen hat Auswirkungen auf mögliche spätere Vernässungen. Außerdem können solche Bodensenkungen Gebäudeschäden verursachen, und das Risiko steigt mit zunehmender Entwässerung bis 2044 weiter an.

Da der Grundwasserspiegel (eigentlich der Grundwasser-Flurabstand, wegen der Bodensenkungen) des Quartär-Grundwasserleiters aufgrund der Wasserführung der Neiße relativ konstant gehalten wird, sind grundwasserabhängige Ökosysteme durch diese mengenmäßigen Effekte nicht betroffen.

7. Beschreiben Sie die Trends der Grundwasserverunreinigung (soweit sie auftritt, besonders durch saure Grubenwässer) seit Beginn des Bergbaus (d.h. ab dem Zeitpunkt seit dem Daten verfügbar sind) bis 2020.

7. Auf deutschem Territorium fehlen offenbar im gesamten Zittauer Becken und im Umkreis von vielen Kilometern um den Tagebau bis heute jegliche Grundwassermessstellen, welche einer Überwachung der Wasserbeschaffenheit, also des chemischen Zustands des Grundwassers, dienen könnten. Innerhalb des gesamten, über 500 km³ großen (administrativen) Grundwasserkörpers NE_2 befinden sich gerade einmal 6 Gütemessstellen, allerdings in Positionen die für das Zittauer Becken vollkommen irrelevant sind. In diesem Punkt wird dringender Handlungsbedarf gesehen. Eine Beurteilung der Umweltverträglichkeit des Tagebaus und seiner Erweiterung – und damit der Genehmigungsfähigkeit insgesamt – ist ohne Datengrundlage nicht möglich, und ein (Weiter-) Betrieb ohne Überwachung ist aus Sicht des Verfassers unzulässig.

Durch den Tagebau Turów sind weite Teile der Tertiär-Aquifere belüftet worden und der Pyritgehalt ist daher größtenteils oxidiert, mit der Folge schädlicher Veränderungen des Grundwassers. Gleiches gilt für die Abraum-Kippen. Mit Wiederanstieg des Grundwassers und Neueinstellung der Grundwasserströmungen werden diese schädlich veränderten Grundwässer sich ausbreiten und weitere Bereiche verunreinigen. Solche Grundwasserveränderungen sind beispielsweise aus dem Rheinischen Braunkohlenrevier bekannt.

8. Welche Grundwasserkörper könnten nach der Erweiterung der Grube wie im UVP Bericht beschrieben verunreinigt worden sein? Dienen einige davon der Trinkwassergewinnung?

8. „Grundwasserkörper“ im administrativen Sinn, in Deutschland also DESN_NE 2 Zittau-Görlitz, sind aufgrund ihrer enormen Ausdehnung, ihres Zuschnitts und wegen fehlender Berücksichtigung der Hydrostratigraphie nicht geeignet, um wissenschaftlich sinnvolle Aussagen über Verunreinigungen „des Grundwasserkörpers“ zu treffen.

Aus hydrogeologischer Sicht sind die bestehenden Trinkwasserschutzgebiete auf deutschem Gebiet aber nicht durch die Tagebauerweiterung betroffen, weil ihre Einzugsgebiete geographisch und geologisch außerhalb des Zittauer Beckens liegen und die bergbaubeeinflussten Bereiche sich im Grundwasserabstrom der Trinkwassergebiete befinden. Dies soll allerdings nicht ausschließen, dass sehr viel weiter flussabwärts Wassergewinnungsanlagen in den Neiße- und Oder-Auen auch durch Schadstoffe aus dem Tagebau Turów noch betroffen sind, doch ist der empirische Nachweis aufgrund anderer Quellen (z.B. Berzdorfer See) sowie Verdünnungen durch Nebenflüsse kaum zu führen.

Dennoch findet eine Verunreinigung bzw. schädliche Veränderung des Grundwassers infolge der Pyritoxidation weiterhin statt und wird durch die weitere Offenhaltung des Tagebaus und durch seine räumliche Erweiterung weiter zunehmen. Ein Ende der Pyritoxidation wird erst auftreten wenn

- der für Sauerstoff zugängliche Pyrit vollkommen aufgezehrt ist, oder
 - der in den Aquifer eingedrungene Sauerstoff aufgezehrt und keine weitere Zufuhr erfolgt.
- Dieser zuletzt genannte Zustand kann erst erreicht werden, wenn der belüftete Grundwasserleiter wieder mit Wasser gefüllt ist und sich ein neues chemisches Gleichgewicht unter sauerstoff-freien Bedingungen eingestellt hat.

9. Beschreiben Sie die Trends der Grundwasserverunreinigung von 2020 bis 2044, für den Fall dass die Grube wie im UVP Bericht angenommen erweitert wird. Nehmen Sie Bezug auf Daten aus Krasnicki's Bericht.

9. Die Verunreinigung, oder besser: schädliche Veränderung des Grundwassers durch den Tagebau, ist im Wesentlichen eine Folge der Belüftung der entwässerten Aquifer-Bereiche. Je größer die belüfteten Volumina und je länger die Einwirkdauer, desto mehr kann die Oxidation von Pyrit/Markasit voranschreiten und saure Grubenwässer bilden. Der Zeitfaktor wird aufgrund der langsamen Reaktionskinetik als relevant angesehen. Erst nach einer Flutung des Porenraums der zuvor belüfteten Sedimente wird die Pyritoxidation aufgrund der Aufzehrung des Sauerstoffs enden. Konkret bedeutet dies, dass sowohl die weitere räumliche Ausdehnung der belüfteten Aquifer-Bereiche wie auch die längere Zeitdauer der Belüftung aufgrund einer erst später erfolgenden Flutung das Problem der sauren Grubenwässer vergrößern.

10. Welche ökologischen und sozialen Konsequenzen ergeben sich aus der beschriebenen Grundwasserverschmutzung (bis jetzt und bis 2044)?

10. Solange die gebildeten Grubenwässer im Tagebau verbleiben bzw. behandelt werden, bleiben die Auswirkungen auf die Umwelt und die sozialen Belange auf das derzeitige, bereits problematische Ausmaß räumlich begrenzt, werden aber bei Fortführung des Bergbaus wegen des größeren Anfalls von Sumpfungswasser in ihrer Intensität zunehmen. Betroffen sind besonders die Unterlieger nach Einleitung der Grubenwässer in die Neiße. Diese Situation wird sich aber nach der Flutung des Tagebaus ändern und erfordert daher frühzeitig Maßnahmen zur Schadensbegrenzung zu planen und umzusetzen. Diese Aufgaben wurden in dem UVP-Bericht nicht gelöst.

11. Welche Oberflächenwasserkörper in Deutschland wurden bisher von der Turów Mine beeinträchtigt? Wie ist ihr ökologischer Zustand und chemischer Zustand gemäß den Bewirtschaftungsplänen für die Einzugsgebiete?

11. Entsprechend der administrativen Festlegung und Bezeichnung von Gewässern durch die Internationale Kommission zum Schutz der Oder gegen Verunreinigung (IKSO) sind auf deutschem Gebiet folgende Fließgewässer von dem Vorhaben berührt und gemäß WRRL wie folgt klassifiziert:

Lausitzer Neisse-3 (DE RW DESN 674-3) vom Pfaffenbach (Hartau) bis zur Mandau

Gewässerstruktur:	„erheblich verändertes Gewässer“
Ökologischer Zustand bzw. Ökologisches Potenzial:	„schlecht“
Chemischer Zustand;	„nicht gut“

Lausitzer Neisse-4 (DE RW DESN 674-4) von der Mandau bis zur Miedzianka (Küpper)

Gewässerstruktur:	„erheblich verändertes Gewässer“
Ökologischer Zustand bzw. Ökologisches Potenzial:	„schlecht“
Chemischer Zustand;	„nicht gut“

Lausitzer Neisse-5 (DE RW DESN 674-5) von der Miedzianka bis zur Pliessnitz

Gewässerstruktur:	„natürliches Gewässer“
Ökologischer Zustand bzw. Ökologisches Potenzial:	„unbefriedigend“
Chemischer Zustand;	„nicht gut“

Die schlechten Beurteilungen sind nicht ausschließlich durch den Braunkohlenbergbau zu verantworten, doch trägt dieser aufgrund der Folgen der Pyritoxidation einen wesentlichen Anteil dazu bei. An erster Stelle sind hier die erhöhten Sulfatkonzentrationen zu nennen, gefolgt von Belastungen durch Nickel, Cadmium und Uran.

12. Beschreiben Sie die Trends der Oberflächengewässerverunreinigung vom Beginn des Bergbaus (d.h. ab dem Zeitpunkt seit dem Daten verfügbar sind) bis 2020.

12. Regelmäßige Wasseranalysen für die Neiße liegen erst ab Mitte der 1980er Jahre, meist aber erst ab Mitte der 1990er Jahre vor. Die Zeitreihen der untersuchten chemischen Parameter weisen ab Mitte bis Ende der 1990er Jahre in einigen Fällen deutliche Verbesserungen auf. Bei Parametern, die mit dem Braunkohlenbergbau in einem kausalen Zusammenhang gesehen werden, sind aber bis heute (2020) keine wirklich signifikanten Verbesserungen feststellbar. Aufgrund eines Vergleichs der Zeitreihen von Messstellen

flussaufwärts und flussabwärts des Tagebaus Turów ist dieser für die Sulfatbelastung der Neiße maßgeblich verantwortlich. Für andere Schadstoffe ist der kausale Zusammenhang schwerer zu beurteilen, jedoch ist für Nickel, Cadmium und Uran ein Zusammenhang mit dem Braunkohlenbergbau Turów sehr wahrscheinlich.

13. . Welche Oberflächenwasserkörper könnten nach der Erweiterung der Grube wie im UVP Bericht beschrieben verunreinigt worden sein?

13. Die räumliche Erweiterung des Tagebaus Turów, wie im UVP-Bericht beschrieben, wird sich auf deutschem Gebiet auf die gleichen administrativ definierten „Oberflächenwasserkörper“ wie bisher auswirken.

14. Beschreiben Sie die Trends der Oberflächenwasserverunreinigung von 2020 bis 2044, für den Fall dass die Grube wie im UVP Bericht angenommen erweitert wird.

14. Mit der Erweiterung des Tagebaus Turów, wie im UVP-Bericht beschrieben, werden sich die von diesem Vorhaben ausgehenden Auswirkungen auf die Oberflächengewässer in qualitativ ähnlicher Weise fortsetzen, wobei die Pyritoxidation als kausale Ursache für die Umweltprobleme weiter zunehmen wird. Es ist nicht anzunehmen, dass sich bis 2027 ein guter chemischer und ein guter ökologischer Zustand erreichen lassen, insbesondere nicht für Belastungen durch Sulfat und Nickel. Grundsätzliche Veränderungen (nicht nur positive) können erst mit der Stilllegung und Flutung des Tagebaus erwartet werden.

15. Welche ökologischen und sozialen Konsequenzen ergeben sich aus der beschriebenen Oberflächenwasserabsenkung (bis jetzt und bis 2044)? Beispielsweise, welche aquatischen und wasserabhängigen Ökosysteme, besonders in Natura2000 Schutzgebieten, wurden oder werden künftig beeinträchtigt und in welcher Weise? Sind in diesen Gebieten prioritäre Habitats oder Arten vorhanden? Welche Einflüsse haben Schwermetalle und andere Schadstoffe, Versauerung, Gesamtmineralisation und Temperatur auf Fische (einschließlich Fischeier und Larven) und aquatische wirbellose Tiere?

15. Solange der Tagebaubetrieb wie bisher fortgesetzt wird (einschließlich der Erweiterung nach SE), werden keine grundlegenden Verbesserungen der Umweltauswirkungen auf die Oberflächengewässer erwartet, eher eine Intensivierung. Grundsätzliche Veränderungen (nicht nur positive) können erst mit der Stilllegung und Flutung des Tagebaus erwartet werden. Die spezifischen Gefährdungen einzelner ökologischer Ziele und biologischer Spezies liegen außerhalb der Expertise des Verfassers. Es werden jedoch Übersichtsdarstellungen und Verweise auf interaktive Informationsquellen gegeben.

16. Welche wasserbezogenen Risiken bestehen für Deutschland hinsichtlich der Nachbergbau-Ära und der Rekultivierung (d.h. saure Grubenwässer, erhöhte Überflutungsgefahren)?

16. Nach Beendigung der Braunkohlengewinnung, spätestens 2044, ist eine maschinelle Geländemodellierung und anschließende Flutung des Tagebau-Restlochs vorgesehen. Risiken, die auch Deutschland betreffen können, sind folgende:

- Bodensenkungen über den entwässerten Bereichen der Tertiären Grundwasserleiter, die lokal bis mehrere Meter, auf deutschem Gebiet nahe der Staatsgrenze schätzungsweise noch bis zu 1 m betragen können und beim Wiederanstieg des Grundwassers nur zu einem geringen Teil reversibel sind.

- Dadurch besteht weiterhin ein erhöhtes Risiko bei Hochwasserlagen mit größeren überfluteten Arealen.
- Vernässungen durch wieder ansteigendes Grundwasser in tief gelegenen Bereichen, insbesondere in Teilen der Stadt Zittau. Geringere Grundwasserflurabstände, nasse Keller, Staunässe, fehlendes Gefälle bei Drainagen.
- Dieses aufsteigende Grundwasser könnte aufgrund von Pyritoxidation auch chemisch belastet sein und möglicherweise aggressive Eigenschaften gegenüber Beton und Metallen (Fundamente, Kanalrohre, Brücken, etc.) aufgrund niedriger pH-Werte und hoher Sulfatgehalte aufweisen. Verfärbungen durch Eisenocker („Flugrost“) können ebenfalls auftreten.
- Laterale Ausbreitung belasteter Wässer in den Aquiferen nach Neuausrichtung der Grundwasserströmung im Umfeld des Tagebaus.
- Anhaltende, wahrscheinlich auch zusätzliche Belastung der Neiße durch saure Grubenwässer nach Abschluss der Flutung, mit der Folge einer zusätzlichen Beeinträchtigung der Fluss-Ökosysteme.
- Verminderte Wasserführung der Neiße während der im UVP-Bericht prognostizierten 35 bis 37 Jahre dauernden Flutung mit abgezweigtem Flusswasser. Tatsächlich wird die Flutung bei realistischen Berechnungsansätzen und auch wegen des Klimawandels und weiterer Faktoren wesentlich länger (ca. 144 Jahre) dauern.

17. Wurden die Risiken für Deutschland im UVP-Bericht adäquat analysiert? Nehmen Sie Bezug auf Krasnicki's Bericht.

17. Die zuvor aufgeführten Risiken für die angrenzenden deutschen Gebiete sind in dem UVP-Bericht nur zum Teil oder überhaupt nicht adressiert worden. Unter anderem fehlen:

- Es fehlen auf deutschem Gebiet Untersuchungen und konkrete Daten und Aussagen zu den Bodensenkungen, insbesondere als Folge der Entwässerung der Tertiären Grundwasserleiter. Sofern markscheiderische Oberflächen-Nivellements vorhanden sind, werden sie vorenthalten. Zusätzlich oder ersatzweise könnten auch Auswertungen von Satelliten-Telemetrie-Daten (InSAR) im davon abgedeckten Zeitraum helfen, die Bodensenkungen zu verfolgen. In diesem Zusammenhang fehlen auch Untersuchungen und Aussagen zu möglichen Folgen, insbesondere zu Bauschäden, zu Gefälleänderungen in Fließgewässern und Entwässerungssystemen. Es fehlen Aussagen über veränderte Risiken für Überflutungen oder für verstärkte Erosion.
- Die Auswirkungen des Wiederanstiegs des Grundwasserspiegels nach abgeschlossener Flutung wurden nicht betrachtet. Insbesondere fehlen Betrachtungen zu den verringerten Grundwasserflurabständen infolge eingetretener irreversibler Bodensenkungen und zu möglichen Vernässungen und weiteren Folgeschäden an Gebäuden und Sachgütern, sowie an empfindlichen Ökosystemen.
- Es fehlen Aussagen zu den Folgen der Pyritoxidation, die zur Bildung saurer Grubenwässer führt, und es fehlen Angaben zu den Säurebildungs- und Neutralisations-Potentialen der Substrate (Sedimente, Abraum). In diesem Zusammenhang fehlen auch Untersuchungen zur Mobilisierung geogener Schadstoffe, z.B. Schwermetalle.
- Weiterhin wurden keine Betrachtungen zu dem veränderten Strömungsregime im Grundwasser nach Wiederanstieg des Grundwassers angestellt. Die Ausbreitung aufgestiegener, durch Pyritoxidation belasteter Wässer im oberflächennahen Bereich müssten dargestellt werden.

- Eine nachvollziehbare Ermittlung des Bedarfs an Flutungswasser aus der Neiße und der damit zusammenhängenden Zeitdauer der Flutung des Tagebau-Restlochs wird vermisst. Diese Bilanzierung müsste neben dem Volumen des zukünftigen Seewasserkörpers auch das Porenraumvolumen der entwässerten Grundwasserleiter und der Innenkippen berücksichtigen und den Einfluss von Niederschlägen und Verdunstung im Bereich des Tagebaus einbeziehen. Die Auswirkungen der verminderten Wasserführung der Neiße müssten untersucht werden.

Teilweise fundamentale Mängel bestehen bei der Überwachung der Bergbau-Einflüsse auf deutschem Territorium. Hierzu zählen:

- Das völlige Fehlen von Gütemessstellen zur Überwachung der physikalisch-chemischen Beschaffenheit des Grundwassers im Zittauer Becken und im weiteren Umkreis von vielen Kilometern um den Tagebau Turów, sowohl für den oberflächennahen Quartär-Grundwasserleiter wie auch für alle Tertiär-Aquifere. Hier wäre eine Dichte von mindestens einer Messstelle pro 5 Quadratkilometer erforderlich, die in Problemgebieten noch weiter zu verdichten wäre, um eine annähernd zuverlässige Überwachung des chemischen Zustands und der Tagebaueinflüsse zu ermöglichen.
- Es fehlen durchweg grundlegende Untersuchungen zu den Pyritgehalten und zum pH-Puffervermögen in den aufgeschlossenen Sedimenten bzw. in den belüfteten Aquiferen. Dadurch fehlt eine Datenbasis zur Beurteilung der zentralen Problematik der sauren Grubenwässer. Hierin wird ein sehr gravierender Mangel in der Umweltverträglichkeitsstudie gesehen.
- Die analytischen Nachweisgrenzen in Wasserproben sind in einigen Fällen (z.B. Thallium, Cadmium) unzureichend, um verlässliche Beurteilungen und Aussagen zur Einhaltung der Umweltqualitätsnormen zu ermöglichen. Auch die Beprobungsintervalle sind nicht ausreichend um die Einhaltung der komplizierten Regelungen von Umweltqualitätsnormen, beispielsweise für Cadmium zu gewährleisten.

18. Gibt es weitere Fragen, die Sie für essenziell halten um das Ziel Ihres Gutachtens zu erreichen?

18.

Bodenmechanik: Es fehlen bodenmechanische Untersuchungen und Nachweise zur Stabilität der Tagebauböschungen und Kippenmassive unter Beachtung der veränderlichen hydraulischen Lasten während aller Phasen der Flutung (instationäre Berechnungsmodelle).

Insbesondere fehlen Betrachtungen bezüglich des Böschungsbruchs von 1989 (südlich Drausendorf) innerhalb des Sicherheitspfeilers zur Neiße. Während der Flutungsphase werden kritische Zustände erreicht oder durchlaufen, welche eine Reaktivierung der latent weiter vorhandenen Gleitflächen des Böschungsbruchs, der bis auf deutsches Gebiet reicht, bewirken können. Am reaktivierten und abgleitenden Böschungsbruch könnte mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Durchbruch der Neiße in den Tagebau eintreten, mit katastrophalen Folgen.

Weiterhin fehlen Betrachtungen zu einem möglichen hydraulischen Grundbruch in der Tagebausohle bei ansteigendem Grundwasser. In diesem Zusammenhang fehlen auch

Betrachtungen über mögliche ausgelöste Sekundär-Ereignisse, beispielsweise Böschungsbrüche und Rutschungen, oder Bodenverflüssigung in den Kippenmassiven.

Grundsätzlich können auch seismische Ereignisse infolge der veränderten gebirgsmechanischen Spannungen während der Flutung nicht ausgeschlossen werden. Diese könnten auch als Initial für Bodenverflüssigung wirken.

Diesen bodenmechanischen Risiken kann man grundsätzlich durch eine angepasste Modellierung des Tagebaus in der aktiven Betriebsphase und vor der Flutung entgegen wirken. Die vom Antragsteller bevorzugte minimalistische „Variante 2“ ist in dieser Hinsicht die schlechteste Wahl.

„Endrekultivierung“: Die Betreiber benutzen den Begriff „Endrekultivierung“ und schreiben: *„Die Richtungen, Umfang und Arten der Endrekultivierung werden in separaten Bescheiden festgelegt, die auf der Grundlage der Rechtsvorschriften, die in mehr als 20 Jahren gelten werden, und übereinstimmend mit dem technologischen Fortschritt erlassen werden, daher wurde das Stadium der Endrekultivierung selbst im Rahmen dieser Studie nicht bewertet.“* Faktisch werden damit zu lösende Probleme in die Zukunft verschoben und inzwischen Tatsachen geschaffen, die dann möglicherweise einem guten Rekultivierungsergebnis im Wege stehen könnten.

Finanzielle Sicherheiten: In diesem Zusammenhang müssten auch finanzielle Sicherheiten garantiert werden, damit die späteren Kosten für die „Endrekultivierung“ abgedeckt sind und nicht von der Allgemeinheit getragen werden müssen.

19. Wie stehen Sie zu der Meinung des Landesamts für Umwelt, Geologie und Landwirtschaft (LfULG) und Holger Manse in dem Artikel der Sächsischen Zeitung (unten zitiert*)?

19. Die weiteren Planungen und Entwicklungen beim Tagebau Turów werden auch von der Öffentlichkeit mit Interesse und kritisch verfolgt. *) <https://www.saechsische.de/plus/turow-grube-kraftwerk-neue-studie-grundwasser-greenpeace-5219685.html>

In der online-Ausgabe der „Sächsische.de“ vom 02.07.2020 werden auch kritische Stimmen aus der Fachwelt zitiert, die durch das hier vorgelegte Gutachten im Wesentlichen zu bestätigen sind. Die kritische Anmerkung des zitierten Experten bezüglich eines fehlenden hydrogeologischen Modells können allerdings nicht ganz nachvollzogen werden, da Kraśnicki (2020, Abbildung 4) in seiner Abbildung die Umgrenzung des Absenkungstrichters, wie er in der UVP-Studie dargestellt bzw. modelliert worden ist, im Wesentlichen korrekt abgebildet hat (trotz der Verwirrung stiftenden Abbildungsbeschriftungen und Skalen im UVP-Bericht – polnische Langfassung, Abbildungen 98 bis 122).

Es ist nicht verständlich, weshalb die deutschen Fachbehörden nicht schon längst „*ex officio* - von Amts wegen“ auf bestehende Mängel in der hydrochemischen Überwachung des Grundwassers oder im Monitoring der Bodensenkungen hingewiesen und Nachbesserungen verlangt haben. Diese Versäumnisse müssten dringend behoben werden.

Referenzen

Andreani, Louis; Stanek, Klaus; Gloaguen, Richard; Krentz, Ottomar; Domínguez-González, Leomaris (2014) DEM-Based Analysis of Interactions between Tectonics and Landscapes in the Ore Mountains and Eger Rift (East Germany and NW Czech Republic). Remote Sens. 6:7971-8001

https://www.researchgate.net/publication/265020144_DEM-Based_Analysis_of_Interactions_between_Tectonics_and_Landscapes_in_the_Ore_Mountains_and_Eger_Rift_East_Germany_and_NW_Czech_Republic

Arbeitsgruppe W2 (2018) Raport o jakości polsko-niemieckich wód granicznych 2016.

Bericht über die Beschaffenheit der deutsch – polnischen Grenzgewässer 2016.

Grupa Robocza W2 „Ochrona wód“ Polsko-Niemieckiej Komisji Wód Granicznych kwiecień

2018. Arbeitsgruppe W2 „Gewässerschutz“ der Deutsch-Polnischen

Grenzgewässerkommission April 2018

<http://www.zgora.pios.gov.pl/raport-o-jakosci-polsko-niemieckich-wod-granicznych-w-2016-r/>

Arbeitsgruppe W2 (2019) Bericht über die Beschaffenheit der deutsch – polnischen Grenzgewässer 2017. Arbeitsgruppe W2 „Gewässerschutz“ der Deutsch-Polnischen Grenzgewässerkommission, April 2019.

<https://www.wasserblick.net/servlet/is/192363/>

Bartholomäus, U (2018) Das Zittauer Becken – Geologische Struktur, Rohstoffgewinnung und deren Umweltauswirkungen im Dreiländereck.

https://www.teseus.org/images/TUL/20062018_workshop_UK/TESEUS-Bartholomaeus.pdf

Bazarnik, Mirosława (2018) Slope stability monitoring in open pit mines using 3D terrestrial laser scanning. 4th International Conference on Applied Geophysics.

https://www.researchgate.net/publication/329188375_Slope_stability_monitoring_in_open_pit_mines_using_3D_terrestrial_laser_scanning

Bednarczyk, Zbigniew (2009) Landslide risk and mitigation measures in Poland -

Erdrutschrisiken und Vorbeugemaßnahmen in Polen. 17. Tagung für Ingenieurgeologie und Forum „Junge Ingenieurgeologen“, Zittau 2009.

https://www.researchgate.net/publication/272019052_Landslide_risk_and_mitigation_measures_in_Poland_Erdrutschrisiken_und_Vorbeugemassnahmen_in_Polen

Bednarczyk, Zbigniew (2019) Zagrożenia osuwiskowe w polskich odkrywkowych kopalniach węgla brunatnego, przykłady przeciwdziałania oraz możliwości zastosowania zdalnego monitoringu w celu ograniczenia ryzyka (Landslide hazard in Polish lignite opencast mines and possibilities of its remote monitoring). Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 477:1-20

Börke, Peter (2018) Wasserwirtschaftliche Besonderheiten des Zittauer Beckens (Vodohospodářské zvláštnosti Žitavské pánve). Konferenz Zittau 16.05.2018

BfN (2020, 23. August) Schutzgebiete in Deutschland.

<https://geodienste.bfn.de/schutzgebiete?lang=de>

Borecka A. (2006) Właściwości gruntów zwałowych z KWB „Turów” oraz próba ich oceny na podstawie sondwań statystycznych. Rozprawa doktorska. Kraków, 2006.

Deutschland und Europa (1996) Oder. Reihe für Politik, Geschichte, Geographie, Deutsch, Kunst. Heft 33, Oktober 1996.

http://www.deutschlandundeuropa.de/33_96/oder.pdf

EU (2018) Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries in accordance with Directive 2006/21/EC

http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC109657/jrc109657_mwei_bref_-_for_pubsy_online.pdf

IKSO (2015) Internationale Flussgebietseinheit Oder. Aktualisierter Bewirtschaftungsplan für die Internationale Flussgebietseinheit Oder im Bewirtschaftungszeitraum 2016–2021 gemäß Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Internationale Kommission zum Schutz der Oder gegen Verunreinigung (IKSO), Wrocław 2015.

Kasinski, Jacek R. und Piwocki, Marcin (2002) Low-Rank Coals in Poland: Prospection – Mining – Progress. Proceedings of the IV European Coal Conference. Polish Geological Institute Special Papers, 7:17–30

<https://www.pgi.gov.pl/en/docman-tree/publikacje-2/special-papers/7/2486-7-polish-geological-special-papers-7-2-kasinski-piwocki-low-rank-coal-in-poland-prospection-mining-progress/file.html>

Koordinierte Flussgebietseinheit Oder (2020) Die Koordinierte Flussgebietseinheit Oder.

<http://kfge-oder.de/>

<http://kfge-oder.de/kfge-oder/de/service/veroeffentlichungen/>

Kraśnicki, Sylwester (2020) Grenzüberschreitende Auswirkung des Braunkohletagebaus Turów auf Grundwässer in Deutschland im Zusammenhang mit der geplanten Erweiterung des Tagebaus. Sylwester Kraśnicki, Ludów Polski, Mai 2020. (Übersetzung ins Deutsche durch Greenpeace).

<https://greenpeace.berlin/wp-content/uploads/2020/06/%C3%9Cbersetzung-Studie-Sylwester-Kra%C5%9Bnicki-zur-deutschen-Grundwassersituation-durch-Erweiterung-des-Tagebaus-Tur%C3%B3w.pdf>

Krentz, Ottomar und Stanek, Klaus (2015) Die Lausitzer Überschiebung zwischen Meißen und Jeschken – neue Aspekte. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft der Oberlausitz, Görlitz.

23:123–137

Krupp, R. (2012) Geotechnische Probleme im Zusammenhang mit dem Braunkohlenplanverfahren Tagebau Welzow-Süd, Brandenburg und Sachsen. Kurzgutachten im Auftrag von Greenpeace e. V., 26 S.

Krupp, R. (2013) Zur Sicherheit des Erddammes zwischen Sedlitzer See und geplantem Braunkohletagebau Welzow-Süd II. Gutachten im Auftrag von Greenpeace e.V., 67 S.

Krupp, R. (2015) Auswirkungen der Grundwasserhaltung im Rheinischen Braunkohlenrevier auf die Topographie und die Grundwasserstände, sowie daraus resultierende Konsequenzen für Bebauung, landwirtschaftliche Flächen, Infrastruktur und Umwelt Studie im Auftrag der Fraktion Bündnis 90 / Die Grünen im Landtag von Nordrhein-Westfalen. 138 S.

KFGE-Oder (2015) Anhang A1-1: Wasserkörper, die für die Entnahme von Wasser für den menschlichen Gebrauch genutzt werden (Art. 7 Abs. 1 WRRL)1. Anhang zum Bewirtschaftungsplan der FGE Oder im deutschen Anteil (2016-2021).

<http://kfge-oder.de/kfge-oder/de/service/ver%C3%B6ffentlichungen/>

KWB TURÓW SA open pit work], *Górnictwo i Geoinżynieria* 32(2):247–256

<http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-article-AGH5-0018-0082/c/Milkowski.pdf>

Landesumweltamt Brandenburg (1995) Wasserbeschaffenheit in Tagebaurestseen. Studien und Tagungsberichte, Band 6. ISSN 0948-0838

Lenk S und Wisotzky F (2008) Bewertung von Minderungsmaßnahmen zur Grundwasserversauerung im rheinischen Tagebau Garzweiler. *Vom Wasser* 106, 16-22

LMBV (1999) Tagebau Olbersdorf (1910-1991). Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH.

https://www.lmbv.de/index.php/Historie_Lausitz.html?file=files/LMBV/Publikationen/Publikationen%20Lausitz/Historische%20Broschueren%20L/Tgb_Olbersdorf_1910-1991.pdf

LfULG (2020a, 12. August) NEYMO - Lausitzer Neiße/Nysa łużycka.

<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/neymo/15007.htm>

LfULG (2020b, 14. August) Tagebaurestsee Olbersdorf (Olbersdorfer See):

Badegewässerprofil gemäß § 6 der Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Umsetzung der Richtlinie 2006/7/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung und zur Aufhebung der Richtlinie 76/160/EWG (Sächsische Badegewässer-Verordnung - SächsBadegewVO).

https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/download/24_03_11_Profil_Olbersdorfer_See.pdf

LfULG (2020c, 14. August) iDA (interdisziplinäre Daten und Auswertungen). Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/commands.shtml?Login.Anonymous>

Maciaszek, J und Ćwiąkała, P (2010) Badania możliwości zastosowania skanowania laserowego do monitoringu osuwisk zboczy wyrobisk odkrywkowych na przykładzie KWB „Bełchatów” [Research on the possibilities of laser scanning method using for landslides monitoring on slopes in open pit mine, on the example of KWB "Bełchatów"] Przegląd Górniczy 66(6):52–57

Meier, G (2001) Altbergbau in Deutschland, Umfänge – Probleme – Bearbeitung. Tagungsband 1. Altbergbau-Kolloquium, TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, 08. - 09.11.2001, S. 5 - 17, VGE Verlag Glückauf GmbH, Essen 2001
<http://www.dr-gmeier.de/onlineartikel/oa0045.pdf>

Milkowski, D; Górecka, A; Wójcicka-Milewska, M (2008) Zabezpieczenie i monitoring osuwisk powstałych na zboczu północnym wyrobiska odkrywkowego BOT KWB TURÓW SA., [Protection and monitoring of landslides formed on the northern slope of the BOT

Milkowski, D und Nowak, J (2009) Zabezpieczenie i monitoring zagrożenia osuwiskowego na filarze rzeki Nysa Łużycka oraz osuwiska "Świniec", [Protection and monitoring of landslide hazard on the Nysa Łużycka river and "Świniec" landslide], Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie 6:14–21 (2009)

Nixdorf, Brigitte und Ramm, Jessica (2016) Übersicht zur ökologischen Situation ausgewählter Tagebauseen des Braunkohlebergbaus in Deutschland. UBA, TEXTE 68/2016, Projektnummer 50777,UBA-FB 002383
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte_68_2016_uebersicht_zur_oekologischen_situation_ausgewaehlter_tagebauseen.pdf

Nixdorf, M; Hemm, M; Schlundt, A; Kapfer, M; Krumbek, H (2000) Braunkohletagebauseen in Deutschland. Im Auftrag des Umweltbundesamtes.
<https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/1996.pdf>

NJ24.pl (2016) Gigantyczne osuwisko w Kopalni Turów.
<https://www.nj24.pl/article/gigantyczne-osuwisko-w-kopalni-turow>

NRW (2013) Bergschäden durch den Braunkohlebergbau. Antwort der Landesregierung auf die Große Anfrage 2 der Fraktion Bündnis 90 / Die Grünen. Drucksache 16/3340.
<http://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMD16-3340.pdf>

NS Energy (2020, 09. August) Turow Coal Mine Expansion
<https://www.nsenergybusiness.com/projects/turow-coal-mine-expansion/>

PGE (2019) Fortführung des Abbaus der Braunkohlelagerstätte Turów. Umweltverträglichkeitsprüfung (kodifizierte Fassung).

https://uvp-verbund.de/documents/ingrid-group_ige-iplug-sn/9B855E5E-2211-44DE-9933-94B3D7FE9F3E/aktualisierter%20UVP-Bericht.pdf

saechsische.de (2019, 16. Juli) Jetzt gibt's wieder Kalk für den Wald. Zittau.

<https://www.saechsische.de/jetzt-gibts-wieder-kalk-fuer-den-wald-5094998.html>

Sächsisches Oberbergamt (29. März 2019) Grenzüberschreitende Behördenbeteiligung nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für das polnische Vorhaben "Fortführung des Abbaus der Braunkohlenlagerstätte Turów", hier: Stellungnahme des Sächsischen Oberbergamtes. Schreiben an die Regionaldirektion für Umweltschutz Wroclaw; DOOS-TSOOS.440.4.2015.MT12

Sächsisches Oberbergamt (2020, 22. August) Gebiete mit unterirdischen Hohlräumen gemäß §8 Sächsische Hohlraumverordnung.

<https://www.bergbau.sachsen.de/8159.html>

Schaefer W (2004) Bodenbewegungen infolge Sümpfung des rheinischen

Braunkohlebergbaus. In: H. Kratzsch, Bergschadenkunde, 4. Auflage: Anhang 25, 874-880.

stadtwiki-goerlitz (2020, 13. August) Neiße

<https://www.stadtwiki-goerlitz.de/index.php?title=Neiße>

Stanek, K.P., Dominguez-Gonzalez, L., Andreani, L., Bräutigam, B. (2016): Tektonische und geomorphologische 3D-Modellierung der tertiären Einheiten der sächsischen Lausitz. – Schriftenreihe LfULG, 19: 1-9, Dresden

Umweltbundesamt (2017) Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung. Dessau-Roßlau.

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/fliessgewaesser/oekologischer-zustand-der-fliessgewaesser#okologischer-zustand-der-flusse-und-bache>

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/170829_uba_fachbroschure_wasse_rwirtschaft_mit_anderung_bf.pdf

VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle (1982) Hydrogeologische Karte der Deutschen Demokratischen Republik, 1:50 000, Blatt 1311 1/3 und 2/4 (Neugersdorf / Zittau). Nachdruck durch Landesvermessungsamt Sachsen.

Wikipedia (2020, 09. August) Tagebau Turów.

https://de.wikipedia.org/wiki/Tagebau_Tur%C3%B3w

Wirtschaft-in-Sachsen (2019) Was der Tagebau-Betreiber konkret vorhat. Artikel vom 05.12.2019

https://www.wirtschaft-in-sachsen.de/news/was-der-tagebau-betreiber-konkret-vorhat-gid-4037?_region=landkreis-goerlitz

Zgorzelec – Naszemiasto (2016) KWB Turów: Ziemia cały czas się przesuwa. Wstrzymano dostawę i sprzedaż węgla [ZDJĘCIA]

<https://zgorzelec.naszemiasto.pl/kwb-turow-ziemia-caly-czas-sie-przesuwa-wstrzymano-dostawe/ar/c3-3870126>

Ziegler M (2010) Bodenbewegungen infolge Grundwasserabsenkung bzw. Wiederanstieg. Bergschadensforum 15. März 2010, Niederziehr, Tagesband (Hrsg. RWE Power), S. 15-25.
www.rwe.com/web/cms/mediablob/de/501410/data/60060/1/rwe-power-ag/standorte/braunkohle/bergschaeden/Tagungsband-des-Bergschadensforum-vom-15.03.2010.pdf

Ziegler M, Giese S, Forkel C, Schaefer W (2009) Prognose von Bodenbewegungen infolge Sümpfungsmaßnahmen im Rheinischen Braunkohlerevier. Braunkohle 10/2009, 439-443
Ziegler M, Giese S, Schaefer W, Forkel C (2007) Prognose sümpfungsbedingter Bodenbewegungen im Rheinischen Braunkohlenrevier. Geotechnik 30(1), 48-54