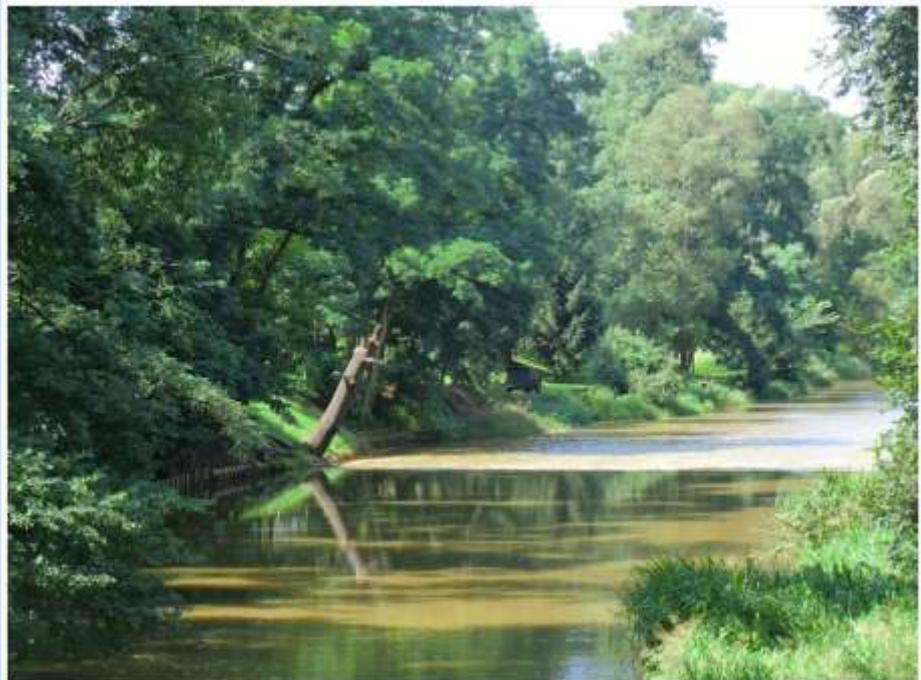


2019

Steckbriefliche Zusammenfassung von
Projektergebnissen im Rahmen des
Projektes Vita-Min

Methodenentwicklung zur Wasserhaushaltsanalyse und Wasserhaushaltsplanung für die Bergbauregion Ostsachsen – Erstellungskonzept für ein Großraummodell der Lausitz– (Teilprojekt 1.3)



LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Einführung, Hintergrund und Zielstellung

Die Lausitzer Braunkohleregion ist aufgrund der sich überlagernden Prozesse des aktiven Bergbaus und Sanierungsbergbaus in vielen Belangen stark beeinträchtigt. Insbesondere der Wasserhaushalt unterliegt infolge des Sumpfens der Gruben, Wiedereinleiten von Grundwasser und der Flutung von Tagebaurestseen deutlichen Beeinflussungen und Schwankungen. In den eingestellten Tagebauen wird mit dem natürlichen Grundwasserwiederanstieg und dem Einleiten von Sumpfungswässern Sulfat und Eisen in die Gewässer eingetragen. Dieser fortschreitende Grundwasserwiederanstieg im Braunkohlerevier Lausitz zeigt immer deutlicher, dass eine Betrachtung von Grundwasserströmungen und -prozessen einzelner Tagebaue ohne deren Wechselwirkung mit benachbarten aktiven Tagebauen und weiteren Sanierungstagebauen nicht ausreichend ist.

Lausitzer Braunkohlerevier: erstreckt sich von Nordostsachsen bis in den Südosten von Brandenburg. Die aktiven Braunkohleabbaugebiete sind Nochten und Reichwalde in Sachsen und Welzow-Süd und Jänschwalde in Brandenburg. Aus dem Sanierungsbergbau sind bereits zahlreiche Tagebaurestseen in dem Gebiet hervorgegangen, z. B. Bärwalder See, Bernsteinsee oder Olbasee.

Für die berg- und wasserrechtlichen Planverfahren existieren in den Abbaurevieren der Lausitz elf unabhängige Regionalmodelle mit unterschiedlicher Aktualität und Detailgrad der hydrogeologischen und geometrischen Daten. Mit diesen Einzelmodellen ist es nicht möglich die großräumigen, komplexen, sich überlagernden Strömungs- und Stofftransportprozesse des Gesamtgebietes abzubilden. Deswegen ist ein Großraummodell (GRM) für das gesamte Lausitzer Braunkohlerevier mit folgender Zielstellung zu erstellen:

- Abbildung der großräumigen Grundwasserströmungsverhältnisse
- Entwicklung Bodenwasserhaushalt, auch unter Berücksichtigung klimatischer Veränderungen (relevant v.a. Trocken- und Feuchtperioden)
- Revierweite Güteprognosen für Eisen und Sulfat
- Ausweisung und Bewertung der Sinnfälligkeit, Verhältnismäßigkeit und Nachhaltigkeit von kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen hinsichtlich ihrer großräumigen Wirkung
- Ableitung modellgestützter Aussagen für Ausweisung und Begründung von Maßnahmen sowie die Begründung von Ausnahmen gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie

Anliegen der Studie war ein Konzept für ein gekoppeltes Bodenwasserhaushalts-Grundwasserströmungsmodell (GRM) als Grundlage für eine großräumige

Stofftransportmodellierung zu erarbeiten. Gegenstand des Konzepts sind vor allem die Schritte zum Aufbau des GRM, Prüfung der Datenverfügbarkeit und Modelle sowie die Einschätzung des Arbeits- und Kostenaufwands.

Methodik

Der Aufbau eines GRM ist sehr anspruchsvoll und erfordert ein detailliertes Konzept zum Vorgehen sowie zahlreiche Daten für die Entwicklung und Parametrisierung des Modells. Der erste Schritt umfasste die Recherche und Bewertung notwendiger Datengrundlagen in den Bereichen:

- Geologie und Hydrogeologie
- Hydrologie
- Boden und Landnutzung
- Klima
- Geo- und Hydrochemie.

Im zweiten Schritt wurde anhand der Geodaten sowie orientierend an den Regionalmodellen das Modellgebiet abgegrenzt und Sonderbereiche ausgewiesen. Für die am Rand liegenden hydraulisch, (hydro-)geologisch, hydrochemisch und hydrologisch komplexen Sondergebiete „Oberer Spreewald“ und „Muskauer Faltenbogen“ (vgl. Abbildung 1) wird vorgeschlagen, diese im Modell räumlich vorzuhalten, aber nicht zu parametrisieren. Diese Gebiete sind „inaktiv“, können jedoch bei Bedarf parametrisiert und modelliert werden.

Ausgehend von der Zielstellung des GRM ist ein gekoppeltes Grundwasserströmungs-Bodenwasserhaushalts-Transportmodell zu erstellen, um die langfristige Entwicklung von Menge und Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwasser abzuleiten. Eine der Grundlagen des Modellensembles bildet das Grundwasserströmungsmodell. Dafür wurden im dritten Schritt die drei bekanntesten und im Bergbau bewährtesten Grundwasserströmungsmodelle MODFLOW, PCGEOFIM und FEFLOW hinsichtlich konkreter Merkmale/Funktionen untersucht. Anhand einer auf die Großraummodellierung in Bergbauregionen zugeschnittenen Bewertungsmatrix wurden die Eigenschaften der Modelle charakterisiert. Die Bewertungskriterien sind in die folgenden Bereiche gegliedert:

- Preprocessing/ Parametrisierung/ spezielle Randbedingungen
- Numerik/ Kalibrierung
- Postprocessing/ Datenhaltung
- Allgemeines

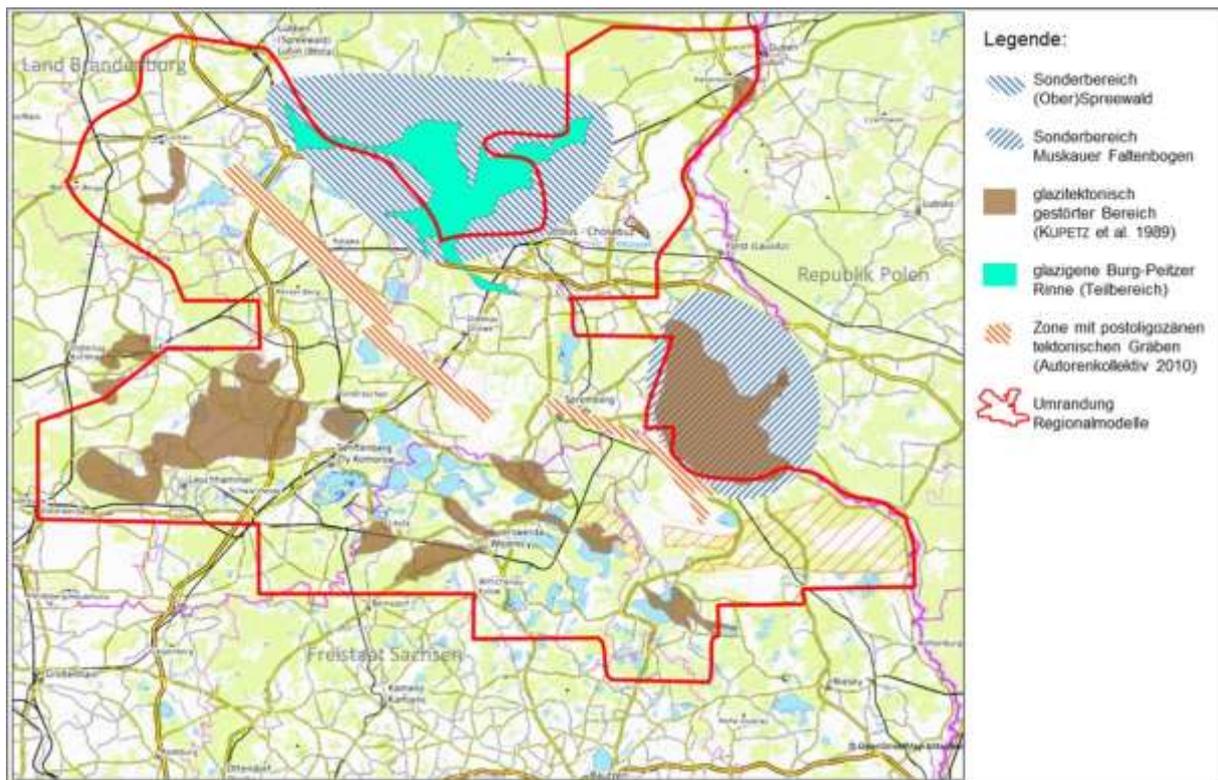


Abbildung 1: Lage von Sonderbereichen und geologischen Besonderheiten im GRM Lausitz sowie Umriss der Regionalmodelle

Das Bodenwasserhaushaltsmodell ist mit der Verwendung des Modells ArcEGMO als Landesmodell in Sachsen gesetzt. Es berücksichtigt alle Prozesse zwischen Boden-Pflanze-Atmosphäre und liefert die Grundwasserneubildung als Input für das Grundwasserströmungsmodell. Um den Stofftransport in den Fließgewässern zu simulieren, muss zukünftig die Kopplung zu einem weiteren Modell erfolgen (z.B. Sulfatprognosemodell Lausitz).

Im Anschluss wurde das Konzept anhand einer Testmodellierung in kleinem Maßstab hinsichtlich seiner Umsetzbarkeit geprüft und das Konzept anschließend weiter angepasst. Für den Betrieb des Großraummodells wurden verschiedene Varianten dargestellt. Darauf aufbauend konnten die Kosten für die Umsetzung des Konzepts, der Großraummodellierung Lausitz, geschätzt werden.

Prinzipiell sind folgende Schritte für den Aufbau eines GRM notwendig:

- Datenaufbereitung
- Erstellung Geologisches Modell und hydrogeologisches 3D-Strukturmodell
- Festlegung Randbedingungen
- Erstellung Bodenwasserhaushaltsmodell
- Regelung Übergabe Grundwasserneubildung und Grundwasserstand

Ergebnisse und Diskussion

Die umfangreiche Bewertung der Datengrundlagen ergab, dass alle Grundvoraussetzungen für den Aufbau eines GRM Lausitz vorhanden sind. Die Datenlage ist mit sehr gut einzuschätzen. Wesentliche Erkenntnisse und Aussagen zur Datenlage wurden im Konzept getroffen:

- Das hydrogeologische 3D-Strukturmodell kann aus den verfügbaren geologischen Datenbeständen des LfULG Sachsen und LEAG bzw. LMBV aufgebaut werden.
- Wesentliche Aussagen zur Abraumbeschaffenheit der Kippenkörper liegen aus den Jahren 1960-80 vor.
- Die Beschaffenheit kann mithilfe der hydrochemischen Daten des Analyseprogramms von LEAG und LMBV sowie ergänzend mit den Daten des Landesmessnetzes charakterisiert werden.
- Für die bergbaulich geprägten, überbaggerten Bereiche liegen spezifische Daten in der Kippsubstratkartierung und den Rekultivierungsplänen vor.

Das gewählte Testgebiet im Bereich des Bärwalder Sees mit einer Größe von 15 km x 12 km weist alle Besonderheiten des Lausitzer Bergbaureviers auf:

- Ehemaliger Tagebau Bärwalde und aktiver Tagebau Nochten und Reichwalde
- Einfluss von Aktiv- und Sanierungsbergbau auf Oberflächengewässer
- Starke Ankopplung der Fließgewässer
- Zeitlich variable Randbedingungen für Kippenherstellung und Änderung Fließgewässerkolmation der Spree
- Kippen, quartäre Rinnenstrukturen und glazigene Störungsbereiche.

Damit repräsentiert es sehr gut die Anforderungen an das GRM. Abbildung 2 zeigt die Ausdehnung des Rasters für das Testgebiet mit seinen Besonderheiten. Rund um den ehemaligen Tagebau Bärwalde verlaufen fünf Rinnen sowie Südost-Nordwest gerichtete Störungen. Die glazigenen Störungen sind im GRM vom „normalen“ Modellgebiet zu unterscheiden. Es wurde eine horizontale Diskretisierung von 200 m x 200 m und eine vertikale von 11 Modellschichten gewählt. Die Diskretisierung hat sich unter geologischen und modellrechnerischen Aspekten bewährt. Für das GRM werden ca. 20 Modellschichten und eine horizontale Diskretisierung von 200 m x 200 m empfohlen.

Das für die Testmodellierung erstellte hydrogeologische Strukturmodell wurde in allen drei Grundwasserströmungsmodellen eingesetzt. Anschließend erfolgte ein Vergleich der drei Modelle. Abbildung 3 bildet im Ergebnis die Grundwasserstandganglinien für PCGEOFIM und MODFLOW ab.

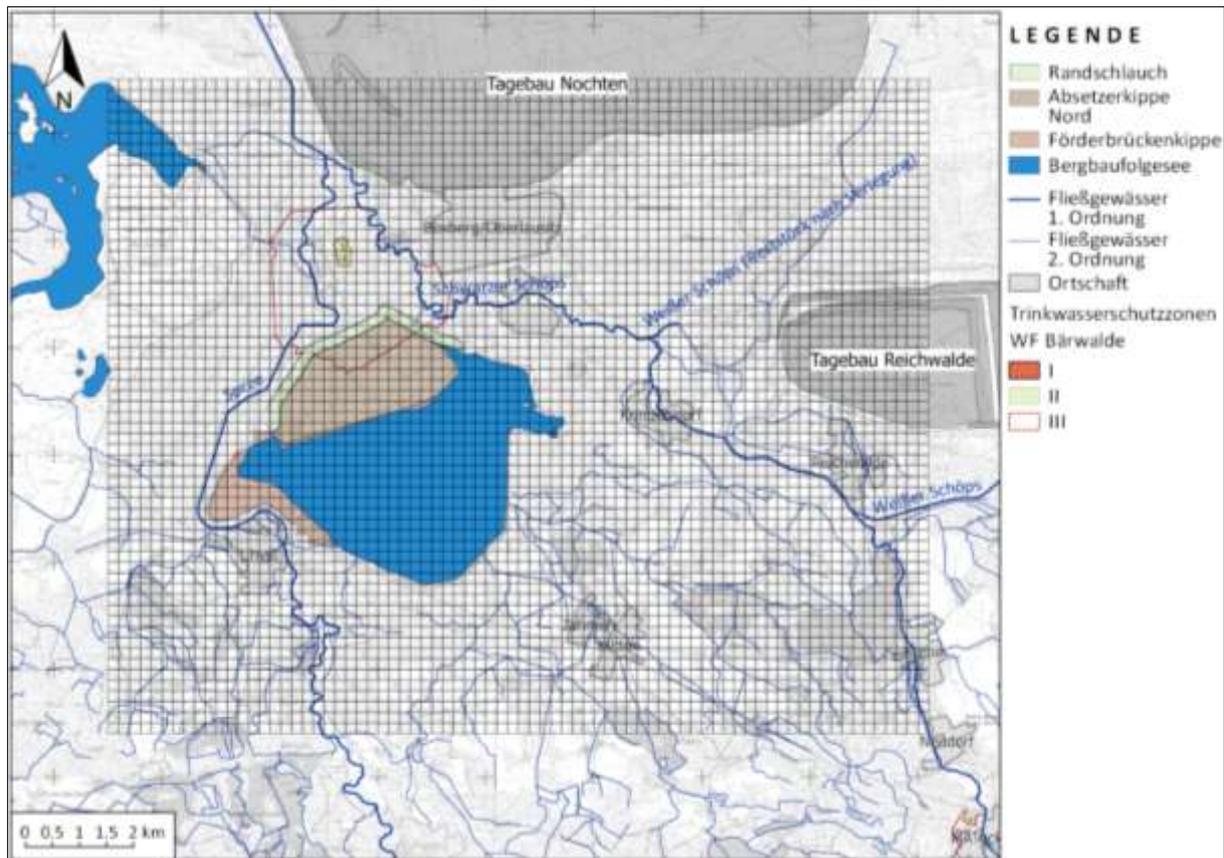


Abbildung 2: Testgebiet Bärwalder See mit Sonderbereichen

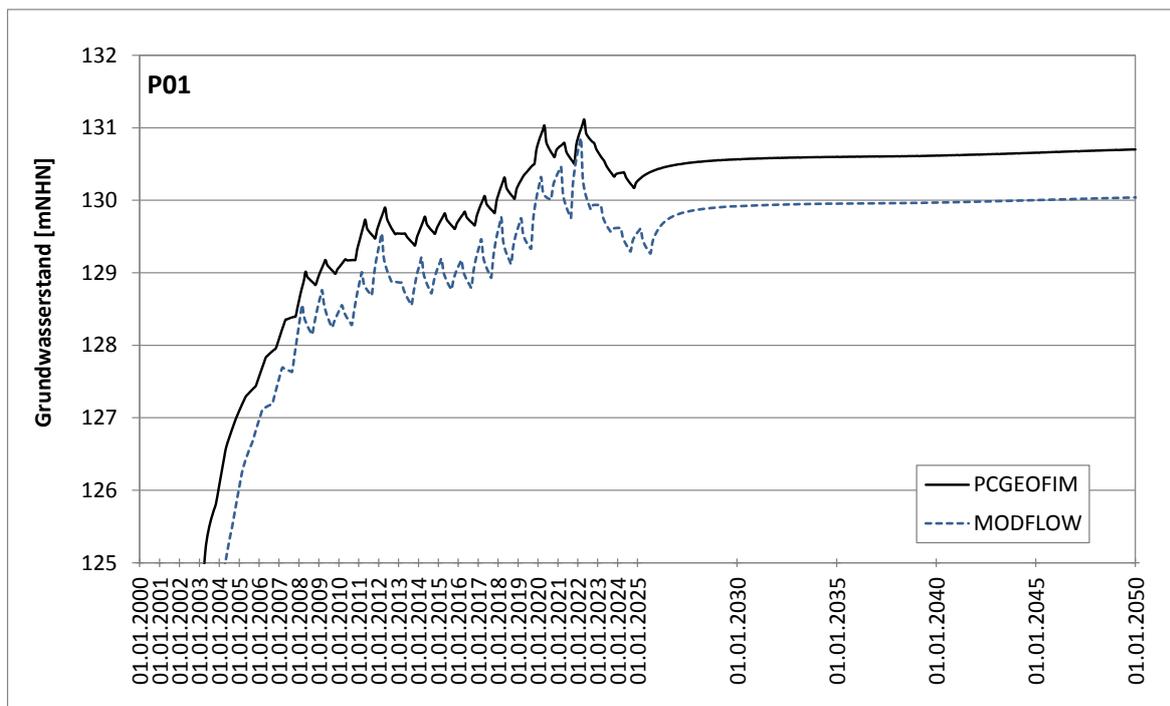


Abbildung 3: Vergleich Grundwasserstand an nahegelegener Messstelle (südöstlich vom Bärwalder See)

Weiterhin wurde während der Testmodellierung die online-Kopplung zwischen Grundwasserströmungs- und Bodenwasserhaushaltsmodell im PCGEOFIM und die offline-Kopplung getestet. Die online-Modellkopplung zeigte eine verbesserte Abbildung der gegenseitigen Wechselwirkung von Grundwasserdynamik und Bodenwasserhaushalt. Dies ist insbesondere in bergbaugeprägten Regionen, wo es aufgrund des Grundwasserwiederanstiegs zu veränderlichen Grundwasserflurabständen kommt, ein deutlicher Vorteil. In Abbildung 4 ist der Durchfluss an einem fiktiven Pegel der Spree für die offline- und online-Kopplung dargestellt. Die für die offline-Kopplung mit ArcEGMO berechnete zeitvariable Grundwasserneubildung (vorab berechnet) führt zu Schwankungen des Grundwasserstandes im Modellgebiet und zu veränderlichen Zutritten bzw. Verlusten im Fließgewässer. Dabei wird ausschließlich die grundwasserbürtige Abflusskomponente in ihrem zeitlichen Schwankungsverhalten betrachtet. Bei der online-Kopplung wird zusätzlich die schnelle Abflusskomponente einbezogen. Dadurch steigt der Abfluss im Fließgewässer und Abflussspitzen können abgebildet werden. Daraus schlussfolgernd kann gesagt werden, dass die online gekoppelte Modellierung der offline-Kopplung zwingend vorzuziehen ist.

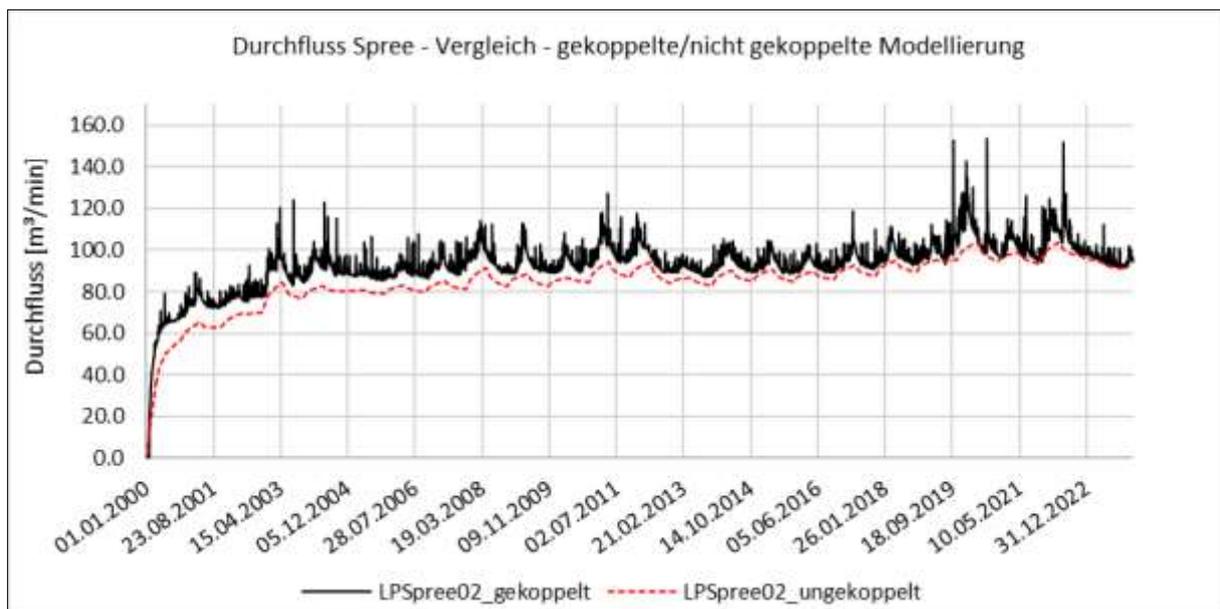


Abbildung 4: Vergleich gekoppelten/ungekoppelten Modellierung anhand der Durchflussganglinie der Spree

Anhand der Testmodellierung wurde das vorab erarbeitete Konzept zum Aufbau eines GRM bestätigt und in einigen Punkten präzisiert. Nähere Informationen können dem Endbericht entnommen werden.

Das anschließend erarbeitete Betreiberkonzept enthält verschiedene Varianten für den späteren Betrieb des GRM. Gesamtauftraggeber sind entweder LMBV und/oder LEAG bzw. die Länder Sachsen und Brandenburg. Die Finanzierung und Refinanzierung muss auf Basis von Verträgen geregelt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Trotz der sehr guten Datenlage muss bewusst bleiben, dass eine umfangreiche Bearbeitung notwendig ist, um die verschiedenen Datenbestände zum Modellaufbau aufeinander abzustimmen. Hierbei bedarf es für die verschiedenen Datenarten unterschiedlich intensiver Anpassungs- und Abstimmungsarbeiten.

Die Testmodellierung hat gezeigt, dass die erarbeitete konzeptionelle Vorgehensweise für das GRM umsetzbar ist. Die Abbildung innerer Sonderbereiche (Rinnen, Kippen, glazigene Störungsbereiche) und die auszuweisenden Anforderungen an die einzusetzende Software für die Grundwassermodellierung (v.a. Randbedingungen und wesentliche hydraulische Körper) konnten präzisiert werden. Im GRM ist eine online-Kopplung von Grundwasserströmungs- und Bodenwasserhaushaltsmodell zu implementieren, um die grundwasserbürtige und schnelle Abflusskomponente sowie die Abflussdynamik des Fließgewässers abzubilden.

Ein GRM liefert begründete, konsistente Randbedingungsansagen, die die in den Regionalmodellen derzeit verwendeten Randbedingungen zweiter Art („No flow“) ersetzen könnten. Damit wären die Regionalmodelle besser aufeinander abgestimmt.

Die Datenaufbereitung und alle Schritte bis zur Erstellung des 3D-numerischen Modells stellen den wesentlichen Teil des Aufwandes und somit der Kosten beim GRM-Aufbau dar. Auf Basis der Bewertung der Datenlage und davon abgeleiteter Arbeitsaufwände wird für den GRM-Aufbau und die erste Modellierung eine Dauer von drei Jahren abgeschätzt. Die Kosten für den Aufbau des GRM Lausitz werden voraussichtlich rund 3 Mio. Euro netto betragen.

Als Fazit zum Aufbau eines GRM Lausitz ist Folgendes festzuhalten:

- Die elf hydrogeologischen Regionalmodelle im aktiven und sanierenden Braunkohlenbergbau der sächsisch-brandenburgischen Lausitz besitzen weiterhin Bedeutung für bergbauspezifische geohydraulische Fragestellungen.
- Zu einer revierübergreifende Transport- und Stofftransportmodellierung, die auf einer gekoppelten Grund-/ Oberflächenwasser-Strömungsmodellierung beruhen muss, sind die Regionalmodelle nicht in der Lage. Auf Grund ihres nicht zueinander konsistenten hydrogeologischen/hydraulischen Aufbaus ist ein GRM Lausitz nicht durch Zusammenführen dieser Regionalmodelle möglich. Außerdem decken die Regionalmodelle nicht den gesamten zu betrachtenden Bereich ab.
- Das GRM Lausitz muss neu, aus den recherchierten und umfangreich zur Verfügung stehenden Daten erstellt werden. Eine Teilübernahme von inneren Randbedingungen und Parametrisierungen aus den qualifizierten Regionalmodellen wäre zielführend und ist zu prüfen.

Impressum

Herausgabe:

Dieser Steckbrief wurde im Rahmen des Projekts Vita-Min erstellt. Das Projekt Vita-Min wurde aus Mitteln des europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Kooperationsprogramm SN-CZ 2014-2020 finanziert. Die Projektpartner sind das sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Leadpartner), die Stadtverwaltung Oelsnitz/Erzgeb. und die Verwaltungsbehörde des Bezirks Ústecký kraj. Alle Teilprojekte des LfULG tragen zum Leitprojekt „Für saubere Gewässer in Sachsen“ bei.

Für Fragen und weitere Informationen zu diesem Teilprojekt kontaktieren Sie:

Ansprechpartner

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Ansprechpartner: Frau Kathleen Lünich
Telefon: + 49 351 88928 4420
E-Mail: Kathleen.Luenich@smul.sachsen.de

Bearbeitung:

Die Ergebnisse dieses Teilprojekts wurden im Rahmen einer Vergabe vom LfULG durch die Bietergemeinschaft GEOMontan, IBGW, GFI sowie BAH und TUBAF erarbeitet.

Titelfoto:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
(2017): Spree in der Lausitz

Redaktionsschluss:

22.08.2019

**Weitere Informationen finden Sie unter
www.vitamin-projekt.eu**