

Erweitertes detailliertes hydrologisches Modell der Umgebung von Cínovec und Zinnwald

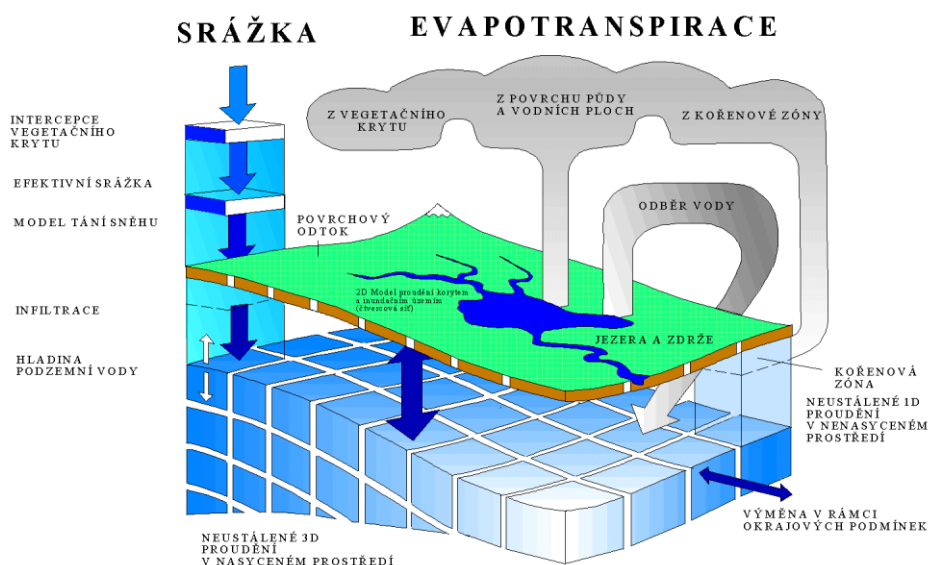
Erweiterung des distribuierten hydrologischen
mathematischen Modells im Gebiet Cínovec-
Zinnwald und zwei Variantensimulationen der
Beeinflussung durch den Absenkungstrichter

Abschlussbericht zum 12.04.2026

Kunde: Geomet s.r.o.

Abschlussbericht

April 2026



SRÁŽKA	NIEDERSCHLAG
EVAPOTRANSPIRACE	EVAPOTRANSPIRATION
INTERCEPCE VEGETAČNÍHO KRYTU	INTERZEPTION DER VEGETATIONSDECKE
EFEKTIVNÍ SRÁŽKA	EFFEKTIVER NIEDERSCHLAG
MODEL TÁNÍ SNĚHU	SCHNEESCHMELZMODELL
INFILTRACE	INFILTRATION
HLADINA PODZEMNÍ VODY	GRUNDWASSERSPIEGEL
Z VEGETAČNÍHO KRYTU	AUS DER VEGETATIONSDECKE
Z POVRCHU PŮDY A VODNÍCH PLOCH	AUS DER BODENOBERFLÄCHE UND WASSERFLÄCHEN
Z KOŘENOVÉ ZÓNY	AUS DER WURZELZONE
POVRCHOVÝ ODTOK	OBERFLÄCHENABFLUSS
ODBĚR VODY	WASSERENTNAHME
2D Model proudění korytem a inundačním územím (čtvercová síť)	2D-Modell der Strömung im Bett und im Inundationsgebiet (Quadratnetz)
JEZERA A ZDRŽE	SEEN UND STAUBECKEN
KOŘENOVÁ ZÓNA	WURZELZONE
NEUSTÁLENÉ 1D PROUDĚNÍ V NENASYČENÉM PROSTŘEDÍ	INSTATIONÄRE 1D-STRÖMUNG IN UNGESÄTTIGTER UMGEBUNG
VÝMĚNA V RÁMCI OKRAJOVÝCH PODMÍNEK	AUSTAUSCH IM RAHMEN DER RANDBEDINGUNGEN
NEUSTÁLENÉ 3D PROUDĚNÍ V NASYČENÉM PROSTŘEDÍ	INSTABILE 3D-STRÖMUNG IN GESÄTTIGTER UMGEBUNG

Dieser Bericht wurde in Übereinstimmung mit dem Managementsystem der Firma DHI erstellt
zertifiziert von Bureau Veritas gemäß ISO 9001 (Qualitätsmanagement)

ISO 9001
Management System Certification

BUREAU VERITAS
Certification Denmark A/S



Erweitertes detailliertes hydrologisches Modell der Umgebung von Cínovec und Zinnwald

Erweiterung des distribuierten hydrologischen
mathematischen Modells im Gebiet Cínovec-
Zinnwald und zwei Variantensimulationen der
Beeinflussung durch den Absenkungstrichter

Abschlussbericht zum 12.04.2026

Vorbereitet für Geomet s.r.o.
Vertreten durch Mgr. Tomáš Kvašňovský

Projektleiter	Pavel Tachecí
Quality supervisor	Jan Špatka

Projektnummer	328023406
Genehmigungsdatum / Genehmigt von	13.04.26 / Jan Špatka
Revision	Version 1.0
Einstufung	Restricted/beschränkter Kreis, erfordert Zustimmung des Kunden

INHALT

1	Einleitung	1
2	Verarbeitung der Eingangsdaten	3
2.1	Gelände, Abgrenzung des Gebiets	4
2.2	Landnutzungskarte und Oberflächenabfluss	5
2.3	Vegetationsparameter	5
2.4	Bodenkarte, hydraulische Bodenparameter	6
2.4.1	Flächenverteilung der Bodenparameter	7
2.5	Flache unterirdische Schichten (gesättigte Zone des Modells)	9
2.5.1	Anfangsgrundwasserstand für das MIKE SHE-Modell	10
2.5.2	Schematisierung der gesättigten Zone im MIKE SHE-Modell	10
2.6	Klimatische Eingangsdaten.....	14
2.6.1	Niederschläge	14
2.6.2	Lufttemperatur.....	16
2.7	Referenz-Evapotranspiration	17
2.8	Abflüsse	18
2.9	Flussnetz.....	18
3	Integriertes mathematisches Modellierungssystem MIKE SHE	20
4	Erstellung und Kalibrierung des Modells	21
4.1	Verwendete Schematisierungen	21
4.2	Ergebnisse der Modellkalibrierung	22
4.2.1	Vergleich der Durchflüsse an den Stationen und Messpunkten.....	22
4.2.2	Vergleich der Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels	26
4.2.3	Vergleich der langfristigen hydrologischen Bilanz	35
4.2.4	Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Modellkalibrierung.....	36
5	Zwei Simulationsvarianten mit Beeinflussung durch den Absenkungstrichter	37
6	Vergleich der Ergebnisse aus Modellsimulationen	41
6.1	Vergleich der simulierten Zeitreihen des oberflächennahen Grundwasserspiegels.....	44
6.1.1	Zusammenfassung der simulierten Zeitreihen des oberflächennahen Grundwasserspiegels	56
6.2	Vergleich der simulierten Karten der oberflächennahen Grundwasserspiegelmassen in der Modellfläche	57
6.3	Vergleich der simulierten Zeitreihen des Bodenwassergehalts	66
6.4	Vergleich der simulierten Zeitreihen der Abflüsse	69
6.4.1	Teilfazit aus dem Vergleich der simulierten Durchflüsse für den aktuellen Zustand und die Beeinflussungsvarianten	77
6.5	Vergleich der grundlegenden Elemente der hydrologischen Bilanz in der Modellfläche	78
7	Kurzzusammenfassung	81

ABBILDUNGEN

Abbildung 1	Abgrenzung des Modellgebiets (lila Linie). Moore mit dunkelgrüner Linie gekennzeichnet, Wasserläufe blau. Durchflussmessstationen sind mit einem roten Dreieck gekennzeichnet. Punkte für die Darstellung der Ausgänge mit schwarzem Quadrat und blauer Beschriftung gekennzeichnet.	5
Abbildung 2	Beispiel für Modelleingangsdaten: Blattflächenindex LAI (mm/d) für den 28.05.2016 (Skala rechts).	6
Abbildung 3	Bodenpolygone als Input für das hydrologische Modell. Identifikatoren siehe Tabulka 2.	7
Abbildung 4	Karte der vereinfachten hydrogeologischen Einheiten als Input für das MIKE SHE-Modell (obere Schicht der gesättigten Zone). Die Identifikatoren sind in der folgenden Tabelle aufgeführt (Tabulka 4).	11
Abbildung 5	Karte der vereinfachten hydrogeologischen Einheiten als Input für das MIKE SHE-Modell (zweite, dritte und vierte Schicht der gesättigten Zone). Die Identifikatoren sind in der folgenden Tabelle aufgeführt (Tabulka 4).	12
Abbildung 6	Karte der Tiefen der flachen Entwässerung in der gesättigten Zone, die in das Modell eingegeben wurden.	13
Abbildung 7	Werte der hydraulischen Höhe, die als Randbedingung im Modellboden festgelegt wurden (Höhe in m ü. M.)	14
Abbildung 8	Lage der Niederschlagsmessstationen (blaue Markierung).	15
Abbildung 9	Jahresniederschlagsmengen an der Station DWD Zinnwald (5779), Vergleich mit dem Normalwert 1991–2020.	16
Abbildung 10	Verwendete Stationen mit Temperaturmessungen und zugehörige Modellflächen (grüne Quadrate und hellgrüne Linie).	17
Abbildung 11	Mittlere jährliche Referenz-Evapotranspirationssumme (ET ₀) 2006–2025, mm/Jahr	18
Abbildung 12	Schema des im Modell verwendeten Gewässernetzes; eingezeichnet sind Objekte (Quadrat), Querprofile (rote Markierung) und Gewässerachsen (blaue Linie). Die violette Linie stellt die Modellgrenze dar.	19
Abbildung 13	Schematische Darstellung des MIKE SHE-Modellierungssystems.	21
Abbildung 14	Vergleich der beobachteten (grün) und simulierten (rot) mittleren täglichen Durchflüsse im Profil Geising für den ausgewählten Zeitraum.	22
Abbildung 15	Vergleich der beobachteten umgerechneten (grün) und simulierten (rot) mittleren täglichen Durchflüsse in Bystřice für den ausgewählten Zeitraum.	23
Abbildung 16	Ausgewählte Profile zur Messung von Durchfluss und Grundwasserspiegel im Gebiet Zinnwald an Wasserläufen und in Stollen. Hellrote Fläche: Granit am Zinnwald gemäß HG-Karte, blaue Linien: im Modell enthaltene Wasserläufe, rote Punkte: Durchflussmessungen, schwarze Punkte: Grundwasserspiegelmessungen.	23
Abbildung 17	Gemessene und simulierte mittlere tägliche Durchflüsse, Profil am Tiefer Bünau Stolln (ZGGrW01). Grün: gemessene Werte, rote Linie: simulierte Werte.	24
Abbildung 18	Gemessene und simulierte mittlere tägliche Durchflüsse, Profil am Tiefer Hilfe Gottes Stolln an der Mündung in den Wasserlauf Heerwasser (ZGGrW04). Schwarz: gemessene Werte, rote Linie: simulierte Werte.	25
Abbildung 19	Gemessene und simulierte mittlere tägliche Durchflüsse, Profile am Wasserlauf Heerwasser (ZGOW03 und ZGOW04) und Hauerwasser (ZGOW01). Markierungen: gemessene Werte, farblich entsprechende Linie: simulierte Werte.	25
Abbildung 20	Karte der zur Modelllösung verwendeten Messobjekte des Grundwasserspiegels. Die Gruppen sind entsprechend ihrer Lage mit Buchstaben gekennzeichnet.	27
Abbildung 21	Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN221.	29
Abbildung 22	Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung HV1.	29
Abbildung 23	Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CIS33B.	30

Abbildung 24 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN215	30
Abbildung 25 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN219	31
Abbildung 26 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN218	31
Abbildung 27 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung HV2.....	32
Abbildung 28 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN213	32
Abbildung 29 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN214	33
Abbildung 30 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CIS12.....	33
Abbildung 31 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN216	34
Abbildung 32 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN217B	34
Abbildung 33 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung ZGGW_084/2023F	35
Abbildung 34 Grundelemente der hydrologischen Bilanz simuliert durch das Modell 2006–2025, gesamte Modellfläche mit Ausnahme der Fläche des Zinnwalder Granits	35
Abbildung 35 Isolinien der Absenkung der hydraulischen Höhe des tiefen Grundwassers, Variante der Beeinflussung durch den geplanten Bergbau auf dem Gebiet der Tschechischen Republik (im Folgenden als Variante CZ bezeichnet)	38
Abbildung 36 Werte der hydraulischen Höhe, die als Randbedingung im Modellboden mit Beeinflussung durch den Absenkungstrichter festgelegt wurden, Variante CZ (Höhe in m ü. M.)	39
Abbildung 37 Isolinien der Absenkung der hydraulischen Höhe des tiefen Grundwassers, Variante der Beeinflussung durch den geplanten Bergbau auf dem Gebiet der Tschechischen Republik und der Bundesrepublik Deutschland (im Folgenden als Variante DE CZ bezeichnet)	40
Abbildung 38 Werte der hydraulischen Höhe, die als Randbedingung im Modellboden mit Beeinflussung durch den Absenkungstrichter festgelegt wurden, Variante DE CZ (Höhe in m ü. M.)	41
Abbildung 39 Ausgewählte Punkte für den Vergleich der simulierten Modell-Zeitreihen (schwarze Kästchen). Die Bezeichnung entspricht der vorherigen Tabelle (Tabulka 11). Hellgrüne Flächen: Gebietsschutzflächen (Natura 2000). Dunkelgrün umrandet sind die Torfmoorflächen auf dem Gebiet der Tschechischen Republik.....	44
Abbildung 40 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 1 Quellgebiet Malše	45
Abbildung 41 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 2 Moor Cínovecký Hřbet	45
Abbildung 42 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 3 Moor U jezera	46
Abbildung 43 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 4 Moor Cínovecké (Norden)	46
Abbildung 44 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 5 Brunnen ST249.....	47
Abbildung 45 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 5 Brunnen ST61	47
Abbildung 46 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 6 Brunnen ST248.....	48
Abbildung 47 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 7 Brunnen ST83.....	48

Abbildung 48 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 8 Brunnen ST184	49
Abbildung 49 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 9 Brunnen ST308	49
Abbildung 50 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 10 Brunnen ST206	50
Abbildung 51 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 11 Brunnen ST64	51
Abbildung 52 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 12 Brunnen ST149	51
Abbildung 53 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 14 Schutzgebiet in Deutschland DE106	52
Abbildung 54 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 15 Schutzgebiet in Deutschland DE107	52
Abbildung 55 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 16 Quellgebiet im Einzugsgebiet des Nerudův potok	53
Abbildung 56 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 21 Am Stollen Pramenáč	53
Abbildung 57 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 22 Cínovec, Halde	54
Abbildung 58 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 23 Cínovec, Absetzbecken	54
Abbildung 59 Karte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, Mittelwerte für den Zeitraum 1.11.2006-30.9.2025, aktueller Zustand. Die Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche angegeben	58
Abbildung 60 Karte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, durchschnittliche Werte für den Zeitraum 01.11.2006–30.09.2025, Variante mit Beeinflussung CZ. Die Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche angegeben	59
Abbildung 61 Karte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, durchschnittliche Werte für den Zeitraum 01.11.2006–30.09.2025, Variante mit Beeinflussung DE_CZ. Die Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche angegeben	60
Abbildung 62 Differenzkarte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, durchschnittliche Werte für den Zeitraum 01.11.2006–30.09.2025. Unterschied zwischen der Simulation des aktuellen Zustands und der Variante CZ Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche	61
Abbildung 63 Differenzkarte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, durchschnittliche Werte für den Zeitraum 01.11.2006–30.09.2025. Der Unterschied zwischen der Simulation des aktuellen Zustands und der Variante DE_CZ. Die Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche angegeben	62
Abbildung 64 Differenzkarte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, durchschnittliche Werte für die Dezembermonate 2006–2024. Der Unterschied zwischen der Simulation des aktuellen Zustands und der Variante CZ. Die Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche angegeben	63
Abbildung 65 Differenzkarte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, durchschnittliche Werte für die Dezembermonate 2006–2024. Der Unterschied zwischen der Simulation des aktuellen Zustands und der Variante DE_CZ. Die Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche angegeben	64
Abbildung 66 Simulierte Zeitreihen der relativen Sättigung in der Tiefe von 0,5 des Bodenprofils, aktueller Zustand und Variante mit Beeinflussung. Punkt Nr. 2 Moor Cínovecký hřbet	66

Abbildung 67	Simulierte Zeitreihen der relativen Sättigung in der Tiefe von 0,5 des Bodenprofils, aktueller Zustand und Variante mit Beeinflussung. Punkt Nr. 3 Moor U jezera	67
Abbildung 68	Simulierte Zeitreihen der relativen Sättigung in der Tiefe von 0,5 des Bodenprofils, aktueller Zustand und Variante mit Beeinflussung. Punkt Nr. 4 Moor Cínovecké (Norden)	67
Abbildung 69	Simulierte Zeitreihen der relativen Sättigung in der Tiefe von 0,5 des Bodenprofils, aktueller Zustand und Variante mit Beeinflussung. Punkt Nr. 14 Schutzgebiet in Deutschland	68
Abbildung 70	Simulierte Zeitreihen der relativen Sättigung in der Tiefe von 0,5 des Bodenprofils, aktueller Zustand und Variante mit Beeinflussung. Punkt Nr. 15 Schutzgebiet in Deutschland	68
Abbildung 71	Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 18 Profil Geising1 (Rotes Wasser)	69
Abbildung 72	Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 19 am Fluss Heerwasser	70
Abbildung 73	Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 20 an der Bystřice unterhalb des Liščí potok	70
Abbildung 74	Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 13 am Fluss Erdbachbach	70
Abbildung 75	Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 17 am Fluss Rote Weisseritz	71
Abbildung 76	Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Profil der Wasserscheide am Tiefer Bünau Stolln (ZGGrW01).	71
Abbildung 77	Simulierte Zeitreihen der durchschnittlichen Tagesabflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Profil am Tiefer Hilfe Gottes Stolln an der Mündung in den Wasserlauf Heerwasser (ZGGrW04)	72
Abbildung 78	Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Bystřice, Abfluss aus der gesamten im Modell enthaltenen Einzugsgebietsfläche.	72

TABELLEN

Tabelle 1	Übersicht der verwendeten Eingangsdaten für das MIKE SHE-Modell.....	3
Tabelle 2	Bodenprofil-Identifikatoren als Kombination aus Vegetationsgruppen und Bodentypengruppen.....	8
Tabelle 3	Im MIKE SHE-Modell verwendete hydraulische Bodenparameter: gesättigte hydraulische Leitfähigkeit K_s für die einzelnen Horizonte (m/s)	8
Tabelle 4	Werte der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit K_s für die vertikale und horizontale Richtung (m/s), die in der gesättigten Zone des MIKE SHE-Modells verwendet werden.....	12
Tabelle 5	Liste der genutzten Stationen mit Zeitreihen der Tagesniederschlagssummen (2002–2025).....	14
Tabelle 6	Liste der genutzten Stationen mit Zeitreihen der durchschnittlichen Tageslufttemperaturen (2002–2025)	17
Tabelle 7	Vergleich der mittleren Durchflusswerte	26
Tabelle 8	Vergleich der Statistiken des simulierten Durchflusses	26
Tabelle 9	Vergleich der durchschnittlichen Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels	27
Tabelle 10	Basiselemente der durch das Modell simulierten hydrologischen Bilanz für die einzelnen Einzugsgebiete des Untersuchungsgebiets. Durchschnittliche Jahreswerte in mm/Jahr für den Zeitraum 2006-2025.....	36
Tabelle 11	Liste der Punkte für die Ergebnis-Zeitreihen	42

Tabelle 12	Zusammenfassung der gemessenen und simulierten Durchschnittswerte der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels an ausgewählten Punkten. Bezeichnung siehe Tabulka 11.....	54
Tabelle 13	Zusammenfassung der gemessenen simulierten durchschnittlichen Durchflusswerte für den Zeitraum 01.01.2006–30.09.2025 an ausgewählten Profilen (l/s). Aktueller Zustand, zwei Beeinflussungsvarianten und Vergleich.....	72
Tabelle 14	Korrigierte simulierte durchschnittliche Durchflusswerte für den Zeitraum 01.01.2006-30.09.2025 in ausgewählten Profilen (l/s) und deren Vergleich unter der Annahme eines Nullüberlaufs durch den Stollen Tiefer Büнау Stolln auf dem Gebiet der BRD.....	73
Tabelle 15	Vergleich der Werte niedriger Durchflüsse (Überschreitungsprozentsatz von 97,3 %), basierend auf gemessenen Daten und den Simulationsergebnissen für den aktuellen Zustand und die Beeinflussungsvarianten. Die Werte für den Zeitraum 2006-2025 sind in l/s angegeben.....	74
Tabelle 16	Simulierte monatliche Durchschnittsdurchflüsse für den aktuellen Zustand und zwei Beeinflussungsvarianten, ausgewählte Profile an den Wasserläufen. Zeitraum 2006-2025, Werte angegeben in l/s.....	75
Tabelle 17	Zusammenfassung der grundlegenden Elemente der hydrologischen Bilanz der gesamten Modellfläche, des Einzugsgebiets von Bystřice und Rotes Wasser und der drei Torfmoore (Zeitraum 01.11.2006–30.09.2025)	78

ANLAGEN

ANHANG A – Liste der Abkürzungen und Literatur

1 Einleitung

Dies ist der Abschlussbericht des Projekts „**Erweiterung des detaillierten hydrologischen Modells für das Gebiet Cínovec / Zinnwald**“, der den Stand des Modells zum 08.04.2026 beschreibt. Das Projekt wird auf der Grundlage des Werkvertrags Nr. 32802954-01 vom 20.10.23 und des Nachtrags Nr. 6 (32802954-01-A07) durchgeführt, in denen das Ausmaß der Arbeiten wie folgt definiert ist:

„Erweiterung des detaillierten hydrologischen Modells für das Gebiet Cínovec / Zinnwald um das angrenzende Gebiet und Simulation der Auswirkungen neuer Varianten des Absenkungstrichters des tiefen Grundwasserspiegels auf den oberflächennahen Grundwasserspiegel in diesem Gebiet.

Ziel dieses Teils der Arbeiten ist es, die Auswirkungen der neu gelieferten Varianten des Absenkungstrichters des tiefen Grundwasserspiegels (erste Variante nur Bergwerk auf dem Gebiet der Tschechischen Republik; zweite Variante für Bergbautätigkeit auf dem Gebiet der Tschechischen Republik und Deutschlands) mit dem hydrologischen Modell MIKE SHE zu simulieren, das für das Gebiet der Tschechischen Republik und Deutschlands in der Umgebung von Cínovec und Zinnwald auf der Grundlage der Nachträge 32802954-01-A04 und 32802954-01-A05 zum Vertrag 32802954-01 erarbeitet und dessen Ergebnisse im Dezember 2025 übergeben wurden. Das ursprüngliche Modell wird um das angrenzende Gebiet im Osten, Südosten und Südwesten erweitert, damit das vom neu simulierten Umfang des Absenkungstrichters betroffene Gebiet abgedeckt ist.“

„Die Kalibrierung des Modells wird anhand der neu gelieferten Zeitreihen des Abflusses aus Messungen überprüft und die Abflussparameter werden gegebenenfalls angepasst. Die übrigen Eingangsdaten für das Modell und die sonstigen Kalibrierungsparameter bleiben unverändert.

Auf dem so angepassten Modell des aktuellen Zustands werden im Anschluss Simulationen auf die gleiche Weise wie bei den auf Grundlage der Nachträge 32802954-01-A04 und 32802954-01-A05 im Dezember 2025 übergebenen Modellergebnissen durchgeführt, jedoch unter Verwendung der neu gelieferten Daten und Isolinien der Grundwasserspiegeltiefe. Es wird von demselben simulierten Zeitraum ausgegangen (2002-2025).

Es werden die folgenden zwei Variantensimulationen durchgeführt:

A) Unter Verwendung der neu gelieferten Isolinien des Absenkungstrichters des tiefen Grundwasserspiegels für das Bergwerk auf dem Gebiet der Tschechischen Republik (rote Linien in der Karte)

B) Unter Verwendung der neu gelieferten Isolinien des Absenkungstrichters des tiefen Grundwasserspiegels für das Bergwerk auf dem Gebiet der Tschechischen Republik und Deutschlands (blaue Linien in der Karte)

Die Ergebnisse werden auf die gleiche Weise wie bei den im Dezember 2025 übergebenen Ergebnissen ausgewertet; also durch Vergleich der simulierten Größen im Abschlussbericht und mit ausgewählten Karten mit Vergleich. Die Ergebnisse werden erneut in digitaler Form übergeben. Zusätzlich wird im Bericht ein Vergleich der monatlichen durchschnittlichen Abflüsse (in Form einer Tabelle)

an den Stellen aufgeführt, an denen die Abflussreihe als Modellergebnis festgelegt ist. Der in den Ergebnissen angegebene Gebietsumfang wird an den Umfang des erweiterten Modells angepasst.“

In diesem Bericht wird die finale Version des mathematischen Modells in der MIKE SHE-Software beschrieben, die unter Verwendung der bis zum 08.04.2026 verfügbaren Daten erstellt, getestet, kalibriert und validiert wurde. Die Ausgaben wurden in die erforderlichen Formate konvertiert. Die verwendeten Daten, die Schematisierung und der Vergleich der simulierten Ergebnisse mit den Messdaten wurden den Vertretern des Auftraggebers am 08.04.2026 präsentiert.

2 Verarbeitung der Eingangsdaten

Bei der Lösung wurden zahlreiche Unterlagen und verarbeitete Daten aus dem hydrologischen Modell MIKE SHE für das tschechische Gebiet mit einer Auflösung von 100x100 m verwendet, welches auf Grundlage des Werkvertrags Nr. 32802954-01 vom 20.10.23 erstellt wurde. Dieses Modell wird im Folgenden als Modell des erweiterten Gebiets bezeichnet [1]. Des Weiteren wurden Daten aus dem detaillierten Modell der Umgebung von Cínovec [2] verwendet (erstellt auf Grundlage des Nachtrags 32802954-04, übergeben im Dezember 2025), das den zentralen Teil des hier beschriebenen erweiterten Modells umfasst. Neu wurden vor allem Abflussdaten für die Zwecke der Modellkalibrierung verarbeitet.

Eine kurze Übersicht der wichtigsten Eingangsdaten, die für das Modell verwendet wurden, ist in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Tabelle 1 Übersicht der verwendeten Eingangsdaten für das MIKE SHE-Modell

Datentyp	Datenbeschreibung, Quelle
Grenzen des Interessengebiets	Das Polygon wurde gemäß der Anlage zum Vertrag festgelegt. Überwiegend folgt sie den Oberflächenwasserscheiden (DIBAVOD)
Topografie	Basiert auf der Bearbeitung des vorherigen Modells des erweiterten Gebiets, DMR 5G
Wasserscheiden zu den Stationen	Gemäß der Ebene der Einzugsgebiete IV. Ordnung (DIBAVOD)
Verlauf der Fließgewässer und Abschätzung der Querschnittsprofile	Shapefile CZ: CEVT, ZABAGED, DE: FLIESSGEWAESSER_SN_ARBEITSSTAND
Lokalisierung von Messpunkten, Entnahmestellen und Objekten an den Fließgewässern	Koordinaten aus verschiedenen Quellen (ČHMÚ, POH, DWD usw.)
Bodenkarte	CZ: 1:50 000 ČGS (Tschechischer geologischer Dienst) vereinfacht in 8 Kategorien, DE: Bodenkennwerte BK50 Sachsen vereinfacht in 8 Kategorien
Raumnutzungskarte / Vegetation	Vereinfachte Kategorien Zabaged (CZ)+ Corine Land Cover (DE)
Flächenverteilung der einzelnen hydrogeologischen Strukturen im Gebiet	DE: Hydrogeologische Übersichtskarte (HUEK250) CZ: Hydrogeologische Karte CGS 1:50 000 (obere)
Hydraulische Parameter der einzelnen hydrogeologischen Strukturen im Gebiet	Kombination allgemein verfügbarer Daten und vereinfachte Auswertung von Pumpversuchen sowie Unterlagen aus dem hydrogeologischen Modell
Niederschläge	Station (ČHMÚ, DWD)
Lufttemperatur	Station (ČHMÚ, DWD)
berechnete Referenz-Evapotranspiration (mm/d)	CZ: Feld der Tageswerte (Gitter 333*333m) aus der Verarbeitung von Stationsdaten ČHMÚ (CzechGlobe) DE: abgeleitet aus dem 1x1-km-Grid-Produkt grids_germany_daily_evaporation_fao (DWD)

Vegetationsparameter (LAI, RD, Kc)	LAI, Kc: Feld der Tageswerte (Raster 333 × 333 m) aus der Datenverarbeitung DPZ (CzechGlobe) RD: Abgeleitete Zeitreihen für Vegetationskategorien
bedeutende Punktentnahmen und Ableitungen	VHB-Erfassung von POH
gemessene Durchflussmenge in Oberflächengewässern, (m ³ /s)	CZ: Daten POH DE: data Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen, Projekt Vodamin, ZinnwaldLithium
Parameter der Bodenhorizonte für Bodentypen gemäß Bodenkarte	Kombination von Daten aus Bodenproben und Daten aus anderen Gebieten in der Tschechischen Republik
Anfangsbedingungen in der gesättigten Zone	Schätzung auf Basis der Interpretation gemessener Grundwasserstände in Bohrlöchern
Randbedingungen in der gesättigten Zone	Vertikaler Fluss basierend auf vorgegebener hydraulischer Höhe
Gewässernetz, Flussbettform	Gemäß der Topographie (DMT), Verlauf der Gewässer in Zabaged, Unterlagen POH
Objekte, Manipulation	Gemäß öffentlich zugänglichen Unterlagen
Polygone des hypodermischen Abflusses	Gemäß der Ebene der Einzugsgebiete IV. Ordnung (DIBAVOD)

Erläuterungen zu den Abkürzungen finden sich im Anhang A. Die Art der Datenverarbeitung und die Vorbereitung der Modelleingangsdaten werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

2.1 Gelände, Abgrenzung des Gebiets

Die Fläche des modellierten Gebiets beträgt etwa 71 km². Die Grenze ist größtenteils durch die oberirdische Wasserscheide festgelegt.

Die Quelldaten des digitalen Geländemodells wurden in ein Netz von 10x10m interpoliert und anschließend in das Berechnungsnetz des Modells (50x50m) interpoliert sowie durch Interpolation entstandene Vertiefungen geglättet.

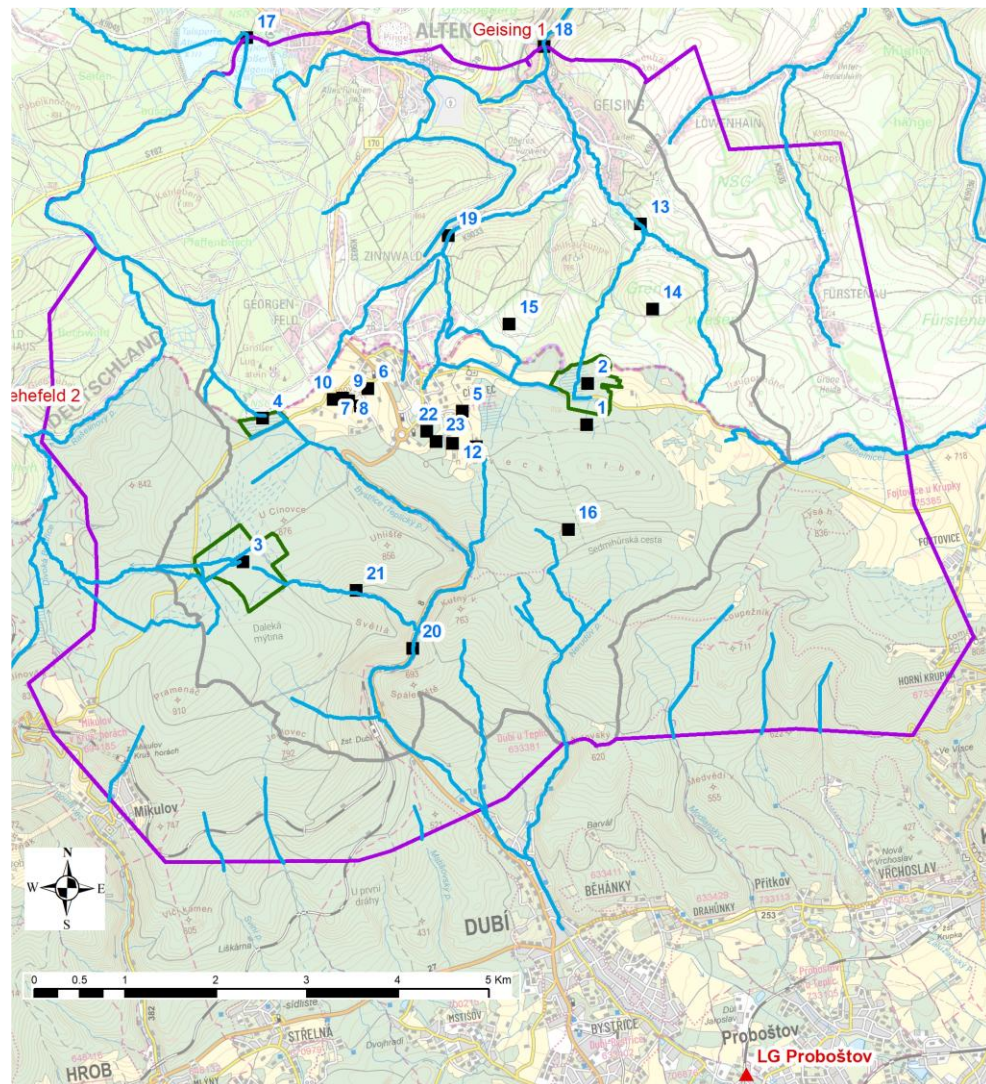


Abbildung 1 Abgrenzung des Modellgebiets (lila Linie). Moore mit dunkelgrüner Linie gekennzeichnet, Wasserläufe blau. Durchflussmessstationen sind mit einem roten Dreieck gekennzeichnet. Punkte für die Darstellung der Ausgänge mit schwarzem Quadrat und blauer Beschriftung gekennzeichnet.

2.2 Landnutzungskarte und Oberflächenabfluss

Die Landnutzungskarte in der Auflösung des Berechnungsnetzes (100x100 m) wurde durch Vereinfachung der Kategorisierung nach den Zabaged-Kartenebenen auf tschechischem Gebiet und durch Zuweisung entsprechender Kategorien nach Corine Landcover 2018 auf deutschem Gebiet erstellt.

Die hydraulische Rauheit M nach Manning wurde flächenhaft entsprechend der Landnutzungskarte in der Auflösung des Berechnungsnetzes des Modells zugewiesen. Beide Eingangsdaten wurden aus dem Modell des erweiterten Gebiets übernommen.

2.3 Vegetationsparameter

Die als Modelleingabe dienenden Hauptvegetationsparameter sind LAI (Leaf Area Index - Blattflächenindex), K_c (Crop coefficient - Pflanzenkoeffizient) und RD (Root depth -

Wurzeltiefe). Die Werte des Blattflächenindex LAI und des Koeffizienten Kc wurden vom Forschungsinstitut für den globalen Wandel (CzechGlobe) für das Untersuchungsgebiet in Form eines Rasters von 333x333 m als tägliche Durchschnittswerte für den Zeitraum 01.01.2001–30.09.2025 verarbeitet. Die Daten wurden im Format georeferenzierter Bitmaps (TIFF) geliefert und in das Eingabeformat des mathematischen Modells konvertiert. Auf Grundlage der Bilanzanalyse und der Konsultation mit dem Verfasser wurden die Kc-Werte flächig um 30 % und die LAI- sowie RD-Werte um 8 % reduziert verwendet.

Die Werte für die Wurzelzonentiefe (RD) wurden auf der Grundlage bisheriger Erfahrungen für die einzelnen Vegetationskategorien wie folgt geschätzt: befestigte Flächen 200 mm, Tagebaue 200 mm, Feuchtgebiete und Wasserflächen 100 mm. Für weitere Kategorien schwanken die Werte im Jahresverlauf: landwirtschaftliche Nutzfläche (50–450 mm), Grasflächen und Sträucher (100–260 mm), Wald je nach vorherrschendem Typ 800 bis 1500 mm.

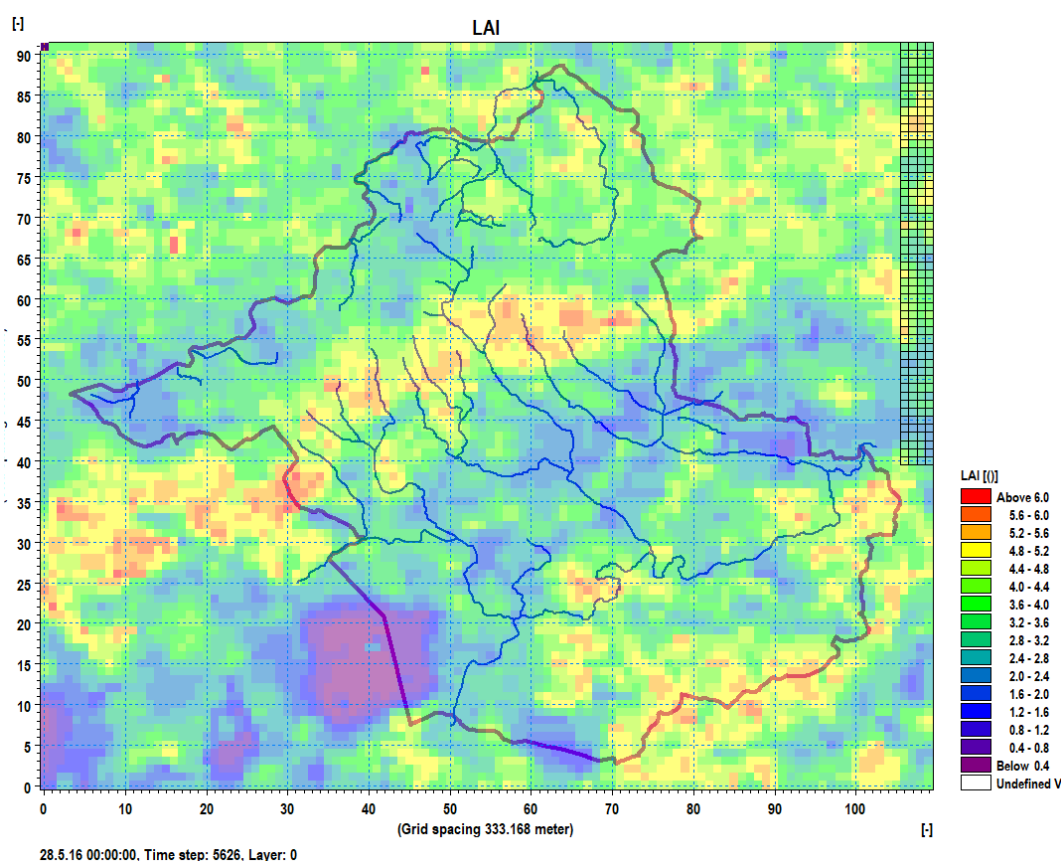


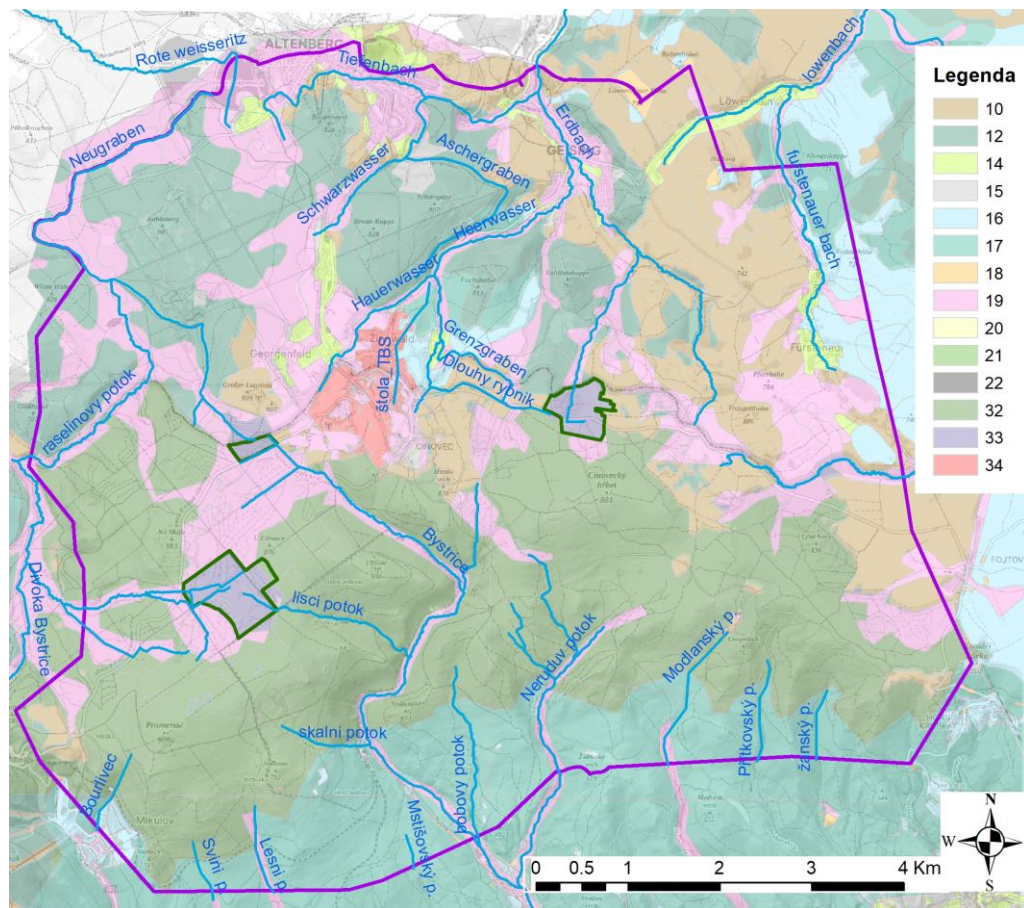
Abbildung 2 Beispiel für Modelleingangsdaten: Blattflächenindex LAI (mm/d) für den 28.05.2016 (Skala rechts).

2.4 Bodenkarte, hydraulische Bodenparameter

Auf Basis von Unterlagen aus dem Modell des erweiterten Gebiets wurden die flächenhaft verteilten hydraulischen Eigenschaften der ungesättigten Zone in das Modell eingegeben. Die resultierenden, im Modell verwendeten Werte wurden während der Modellkalibrierung angepasst.

2.4.1 Flächenverteilung der Bodenparameter

Die flächenhafte Verteilung der einzelnen Bodenkategorien im Modell entstand durch die Vereinfachung zusammengeführter Grundlagen (Bodenkarten) für das tschechische und deutsche Staatsgebiet und deren anschließende Verschneidung mit den drei häufigsten Landnutzungskategorien. Das Ergebnis ist eine Schicht, deren Polygone Informationen über die Kombination aus Bodengruppe und Vegetation enthalten. Diese Schicht dient als flächenverteilte Eingabe für das mathematische Modell. Jedem Polygon ist über einen Identifikator der entsprechende Satz hydraulischer Kennwerte des Bodenprofils für drei Bodenhorizonte zugeordnet. Gegenüber dem Parametersatz, der im Dezember 2025 übergebenen Modell verwendet wurde, wurden zwei Kategorien ergänzt: 32 repräsentiert Kambisole an Hängen mit höherer Neigung und 34 repräsentiert Böden (außer befestigten Flächen) auf dem Gebiet von Cínovec und Zinnwald, die auf der hydrogeologischen Struktur des Zinnwalder Granits liegen. In dieser Kategorie wurde dem Boden ein höherer Makroporenanteil zugewiesen, was zu einer erhöhten schnellen Strömung zum Grundwasserspiegel führt.



Legenda	Legende
---------	---------

Abbildung 3 Bodenpolygone als Input für das hydrologische Modell. Identifikatoren siehe Tabelle 2.

Tabelle 2 Bodenprofil-Identifikatoren als Kombination aus Vegetationsgruppen und Bodentypengruppen

Bodengruppenbezeichnung	Beschreibung	befestigte Flächen	Ackerboden	Grasbewuchs und Sträucher	Mischwald	Nadelwald	Wasser, Moore, Sumpfböden	Abbau
AN	Anthrosol	19	14	14	15	15	19	15
FL	Fluvisole	19	14	14	15	15	19	15
GL	Gleyböden und ähnliche Böden + Torfmoore	19	19	19	19	19	19	15
KA_HN	Kambisole, Braunerden und Pararendzinen	19	20	21	22	22	19	15
KA_PG_FL	Kambisole, Pseudogley und Fluvisole	19	14	14	15	15	19	15
KAD	Kambisole, vorwiegend dystische Kambisole	19	18	16	17	17	19	15
KP_PZ	Kryptopodssole und Podsole	19	10	10	12	12	19	15
KP_PZ	Kryptopodssole, Podsole und Kambisole auf dem Zinnwalder Granit		34	34				
KP_PZ	Kryptopodssole und Podsole am Hang				32	32		

Diesen 13 Identifikatoren wurden die grundlegenden hydraulischen Parameter zugeordnet: gesättigte hydraulische Leitfähigkeit und Parameter der Retentionskurve. Jedes Bodenprofil wurde in drei Horizonte unterteilt (Tiefen 0-30 cm, 30-60 cm und 60 cm und mehr). Die Werte der bodenhydraulischen Parameter wurden aus dem Modell des erweiterten Gebiets übernommen. Die Werte wurden während der Kalibrierung weiter angepasst. Für ausgewählte Bodenkategorien wurde auch die Makroporenströmung (5-25 % der Menge) einbezogen, die im Modell üblich für Wassergehaltswerte nahe der Sättigung angewendet wird.

Tabelle 3 Im MIKE SHE-Modell verwendete hydraulische Bodenparameter: gesättigte hydraulische Leitfähigkeit K_s für die einzelnen Horizonte (m/s)

Identifi	Bodengru	Landnutzung	K_s (0-30cm)	K_s (30-60cm)	K_s (mehr als 60)
----------	----------	-------------	----------------	-----------------	---------------------

kator	ppe				cm)
10	KP_PZ	Gras, Ackerboden, Sträucher	7.0E-07	7.0E-07	3.0E-07
12	KP_PZ	Wald	7.0E-07	7.0E-07	3.0E-07
14	KA_PG_FL	Gras, Ackerboden, Sträucher	7e-07	1.0E-06	5.0E-07
15	KA_PG_FL	Verschiedenes	7.0E-06	3.0E-06	7.0E-07
16	KAD	Grasbewuchs und Sträucher	7.5E-07	3.8E-07	3.8E-07
17	KAD	Wald	8.0E-06	1.9E-06	3.8E-07
18	KAD	Ackerboden	2.5E-06	7.6E-07	3.8E-07
19	GL	Verschiedene weniger durchlässige, vernässte und verfestigte	3.8E-07	3.8E-07	3.8E-07
20	KA_HN	Ackerboden	2.0E-05	8.3E-06	3.8E-07
21	KA_HN	Grasbewuchs und Sträucher	7.5E-07	8.3E-06	3.8E-07
22	KA_HN	Wald	8.0E-06	1.0E-06	3.8E-07
33	Torf	Torfmoor	1.0E-07	1.0E-07	1.0E-07
32	KP_PZ	Verschiedenes	2.0E-07	7.0E-07	3.0E-07
34	KP_PZ	Verschiedenes	2e-05	2e-05	2e-05

2.5 Flache unterirdische Schichten (gesättigte Zone des Modells)

Die gesättigte Zone im Modell wurde stark vereinfacht schematisiert, mit Fokus auf die flache Grundwasserströmung (bis ca. 20 m Tiefe); die Gesamtmächtigkeit der gesättigten Zone im Modell beträgt 40 m. Die flächenhafte Unterteilung erfolgte auf Basis einer vereinfachten Interpretation der hydrogeologischen Karte der ČGS 1:50.000 auf tschechischem Staatsgebiet und der Zuweisung entsprechender Kategorien auf Basis der hydrogeologischen Karte auf deutschem Staatsgebiet. Die hydraulischen Leitfähigkeiten des Materials wurden unter Verwendung der Datengrundlagen aus dem Modell des erweiterten Gebiets sowie der im hydrogeologischen Modell verwendeten Parameter abgeschätzt und im Zuge der Modellkalibrierung weiter angepasst.

Vom Auftraggeber wurden Daten zu insgesamt 50 Bohrungen, Brunnen und weiteren Messpunkten mit Grundwasserstandsmessungen auf dem Gebiet der Tschechischen Republik und der Bundesrepublik Deutschland geliefert. Aus den Unterlagen wurden Zeitreihen (unter Verwendung manueller und automatisierter Messungen) zusammengestellt. Für die weitere Bearbeitung wurden 27 Objekte auf tschechischem und 3 Objekte auf deutschem Staatsgebiet ausgewählt, an denen ein flacher Grundwasserstand gemessen wird (d. h. aus Schichten bis 20 m Tiefe) und der durchschnittliche gemessene Wasserstand im Intervall von 0–20 m unter Oberfläche

liegt. Die Werte der Tiefe und die Verläufe des flachen Grundwasserspiegels sind im Kapitel 4.2.2 aufgeführt.

Auf Basis der Auswertung der gemessenen Grundwasserstände in den Bohrungen in der Umgebung von Cínovec wurde eine Abschätzung des Anfangsgrundwasserstands vorgenommen, der als Anfangsbedingung für die Simulation dient. Die Zeitreihen der gemessenen Grundwasserstände wurden als Leitfaden bei der Kalibrierung und zur Bewertung des Erfolgs der Modellsimulation herangezogen.

2.5.1 Anfangsgrundwasserstand für das MIKE SHE-Modell

Zur Festlegung der Anfangsbedingungen im Modell (Abschätzung des Grundwasserstands) wurde eine Gruppe von 27 Bohrungen und Brunnen genutzt, in denen gemessene Wasserstände (manuell oder automatisch) aus dem Zeitraum 2010 bis 2025 zur Verfügung standen. Bei mehreren Messwerten wurde der Medianwert der Grundwassertiefe unter Geländeoberkante verwendet. Diese Werte wurden in die Modellfläche interpoliert. Für die nachfolgenden Simulationen wurden die vom Modell in einem geeignet gewählten Zeitschritt des vorangegangenen Modelllaufs simulierten Werte als Anfangswerte verwendet.

2.5.2 Schematisierung der gesättigten Zone im MIKE SHE-Modell

Da die Simulation der Grundwasserströmung nicht das Hauptziel dieses Modells ist, wird die gesättigte Zone stark vereinfacht abgebildet. Detaillierter wird lediglich die flache Schicht (bis 20 m unter der Oberfläche) behandelt, die Gesamtmächtigkeit der gesättigten Zone im Modell beträgt 40 m. Im Modell sind insgesamt 4 geologische Schichten implementiert, denen 4 Berechnungsschichten zugeordnet sind, jede mit einer konstanten Mächtigkeit von 10 m. Die flächige Verteilung der Parameter für die erste Schicht erfolgt gemäß den in der folgenden Karte und Tabelle aufgeführten hydrogeologischen Einheiten.

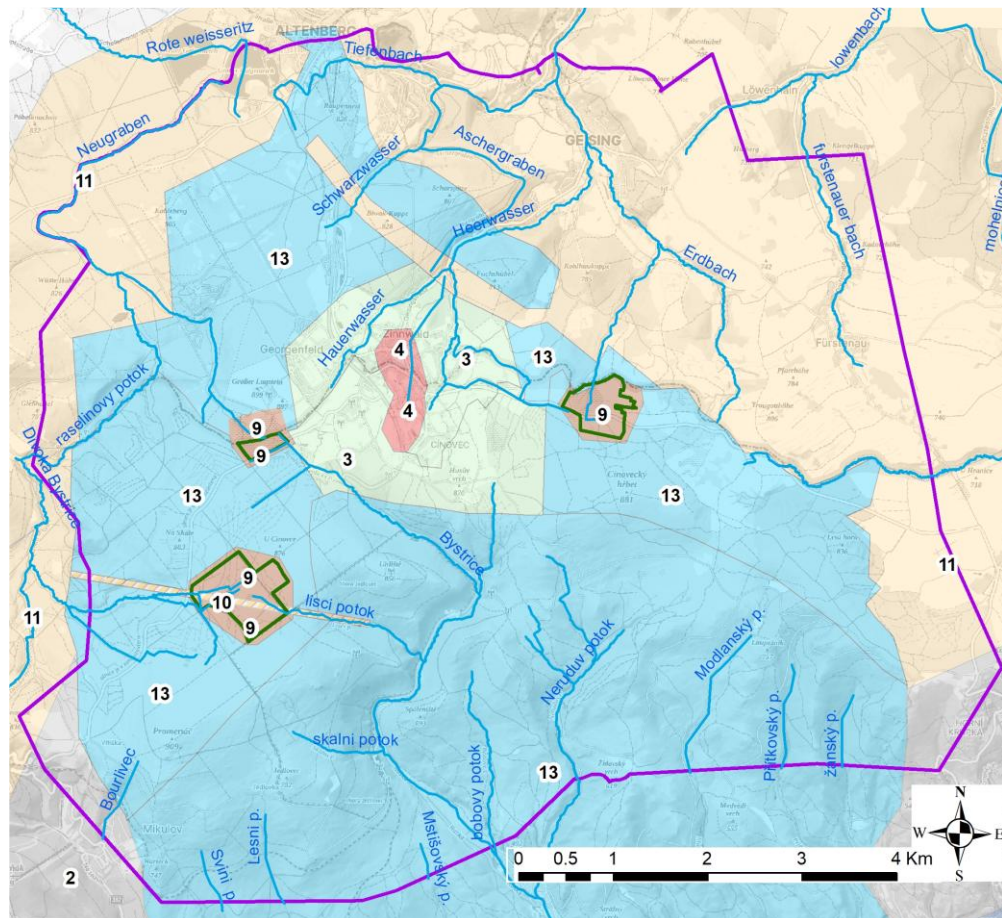


Abbildung 4 Karte der vereinfachten hydrogeologischen Einheiten als Input für das MIKE SHE-Modell (obere Schicht der gesättigten Zone). Die Identifikatoren sind in der folgenden Tabelle aufgeführt (Tabelle 4).

Die weiteren drei Schichten haben eine identische vereinfachte flächige Verteilung der hydrogeologischen Parameter gemäß der folgenden Karte.

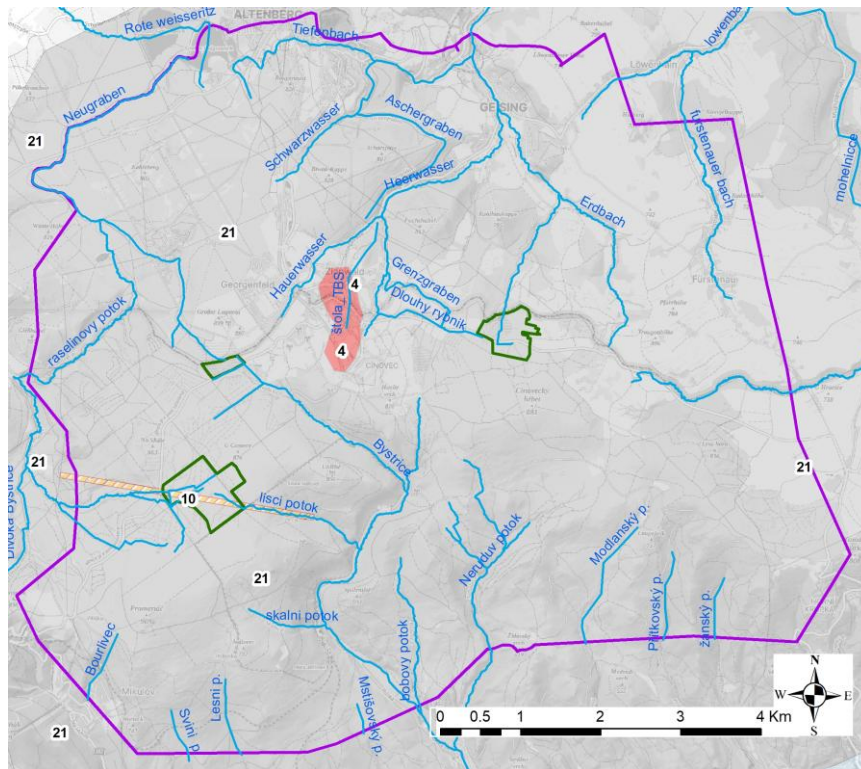


Abbildung 5 Karte der vereinfachten hydrogeologischen Einheiten als Input für das MIKE SHE-Modell (zweite, dritte und vierte Schicht der gesättigten Zone). Die Identifikatoren sind in der folgenden Tabelle aufgeführt (Tabelle 4).

Tabelle 4 Werte der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit K_s für die vertikale und horizontale Richtung (m/s), die in der gesättigten Zone des MIKE SHE-Modells verwendet werden

Beschreibung	Bezeichnung im Modell	K_{sH} (m/s)	K_{sV} (m/s)
Teplitzer Rhyolith verwittert um den Zinnwalder Granit	3	5e-06	2e-06
Teplitzer Rhyolith	13	4e-07	4e-07
Granite im Bereich von Cínovec	4	8e-06	2.5e-05
weniger durchlässiger Untergrund der Torfmoore	9	2e-06	1e-06
Füllung entlang der Kristallinbrüche	10	1.00E-07	1.00E-07
Verwittertes Kristallin auf deutschem Staatsgebiet	11	4e-06	1.5e-06
wenig durchlässiges Kristallin	21	1.5e-08	1.5e-08

Kristallin am Hang des Erzgebirges	2	4e-06	1.5e-06
------------------------------------	---	-------	---------

Der flache unterirdische Abfluss wird im Modell durch eine flache Entwässerung (Tiefe 0 bis 5 m unter der Oberfläche; im Bereich des Granitkörpers bei Cínovec 39 m unter der Oberfläche) schematisch dargestellt, die im gesamten Modellgebiet eingeführt wird.

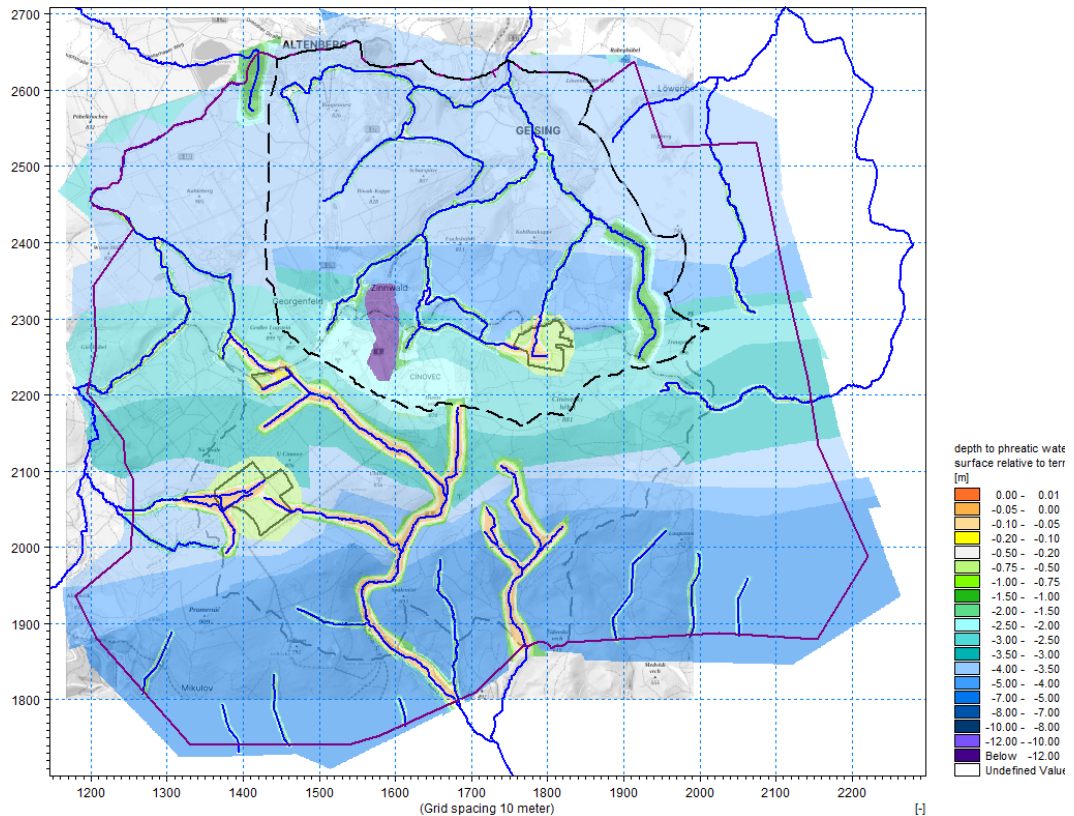


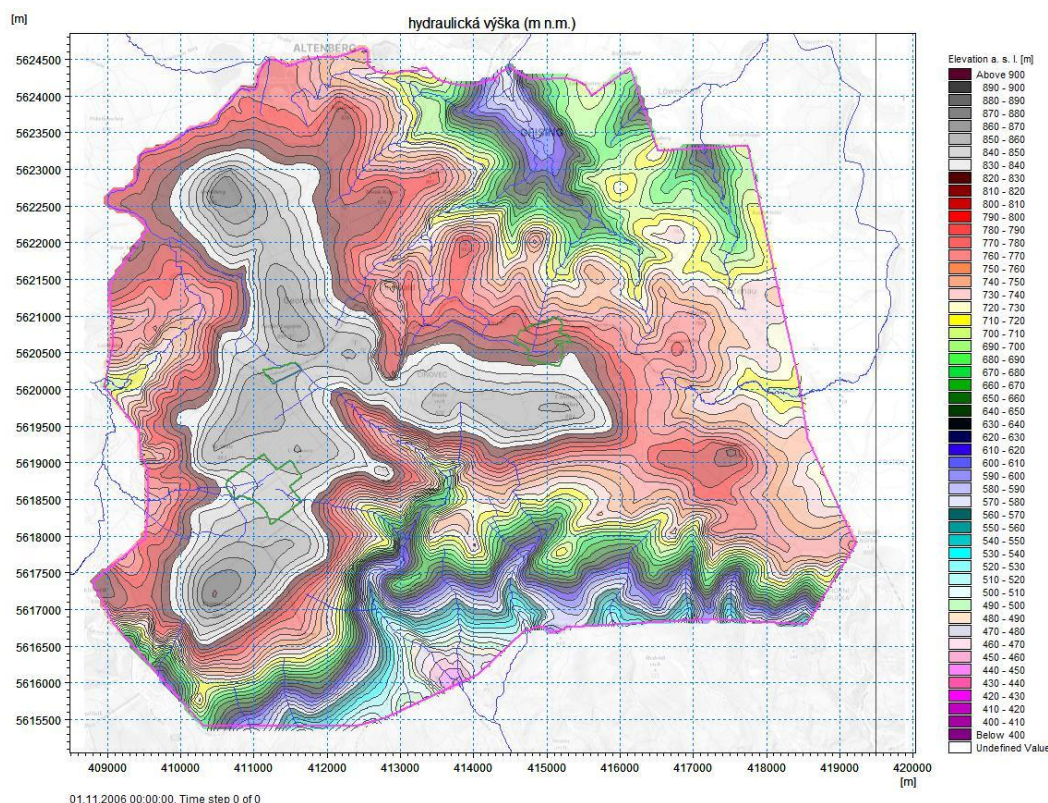
Abbildung 6 Karte der Tiefen der flachen Entwässerung in der gesättigten Zone, die in das Modell eingegeben wurden.

Eine einheitliche Tiefe von 39 m unter der Oberfläche im Bereich des Granitkörpers am Cínovec (Abbildung 6 Farbe Lila) wurde unter Berücksichtigung der räumlichen Begrenzung des Modells (max. 40 m Tiefe unter der Oberfläche) gewählt, um eine Mündung in den Wasserlauf auf einer Höhe von ca. 721 m ü. M. Die gewählte Tiefe steht zudem in etwa im Einklang mit den verfügbaren Daten aus Grundwasserspiegelmessungen im Bereich des Zinnwalder Granits auf dem Gebiet der BRD durch die Firma ZinnwaldLithium aus den Jahren 2024-2025 (Bohrung ZGGW_055/2023: ca. 43 m, ZGGW_065/2023: ca. 27 m).

Die Randbedingungen entlang des Umfangs des Untersuchungsgebiets sind in allen Schichten einheitlich als undurchlässige Modellgrenze eingeführt.

Die Randbedingung am Modellboden wird als hydraulische Höhe eingeführt, die zusammen mit einem begrenzenden Widerstandskoeffizienten ($K = 1e-8$) die Strömung durch den Modellboden steuert. Die hydraulische Höhe für das Modell des gegenwärtigen Zustands wurde während der Kalibrierung als die vom Modell in der vierten Schicht in einem geeignet gewählten Zeitschritt simulierte Lage des Grundwasserspiegels bestimmt, flächendeckend um 1 m abgesenkt. Im Bereich des durchlässigeren Materials des Zinnwalder Granits wurde der simulierte Spiegel um 28 m

abgesenkt. Auf diese Weise wird im Modellgebiet eine Grundwasserströmung nach unten ermöglicht, und zwar in der Größenordnung von einigen Prozent des jährlichen Niederschlags.



hydraulická výška (m n.m.)	hydraulische Höhe (m ü. M.)
----------------------------	-----------------------------

Abbildung 7 Werte der hydraulischen Höhe, die als Randbedingung im Modellboden festgelegt wurden (Höhe in m ü. M.)

2.6 Klimatische Eingangsdaten

2.6.1 Niederschläge

Als Niederschlagseingabe wurden die für das Detailmodell [2] erstellten Daten verwendet. Das tägliche Niederschlagsfeld, welches das Modellgebiet abdeckt, wurde mittels Interpolation (IDW-Methode) für den Zeitraum 2002–2025 erstellt.

Tabelle 5 Liste der genutzten Stationen mit Zeitreihen der Tagesniederschlagssummen (2002–2025)

Niederschlagsmessstation	Meereshöhe	Bezeichnung im Modell
Altenberg-Lauenstein	502	2882
Altenberg-Schellerhau	778	4432
Cesky Jiretin, Flaje	740	CeJi
Dubi	370	Dubi
Hrob, Krizanov	360	Hrob
Krásný Les (Petrovice)	631	Pekl

Nova Ves v Horach	725	NEU
Teplice	255	Tepl
Varvažov, (Telnice)	340	Teln
Zinnwald-Georgenfeld	877	5779

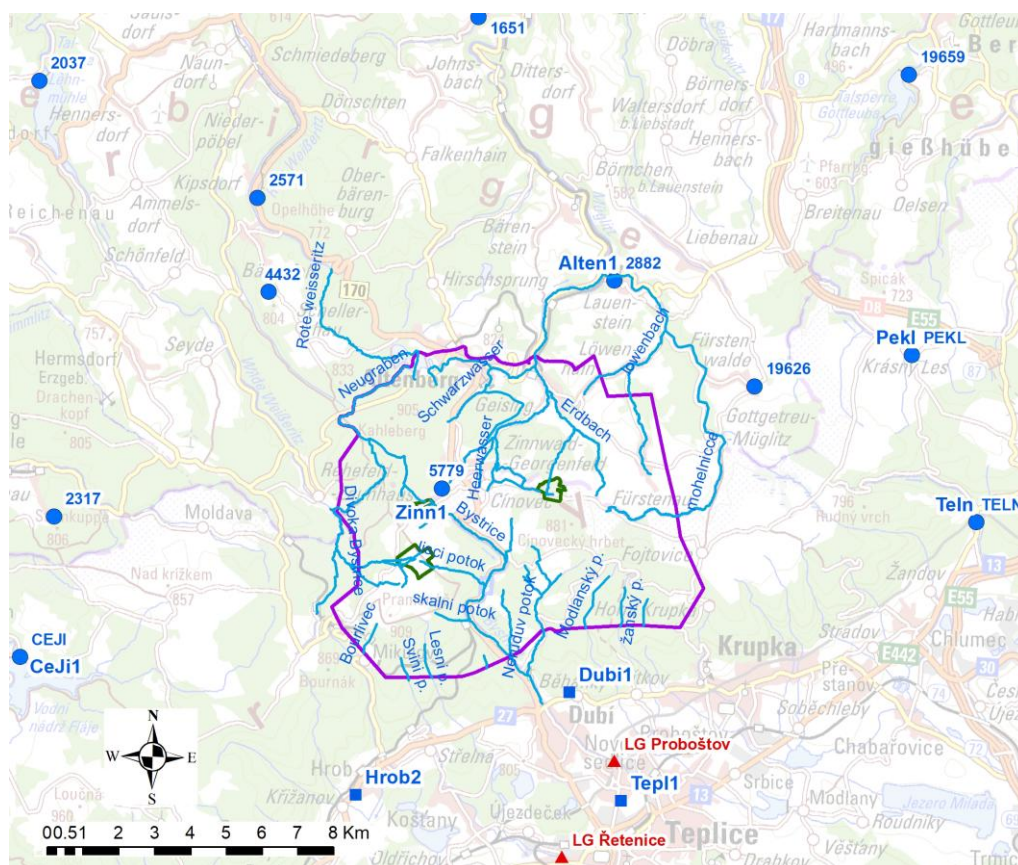
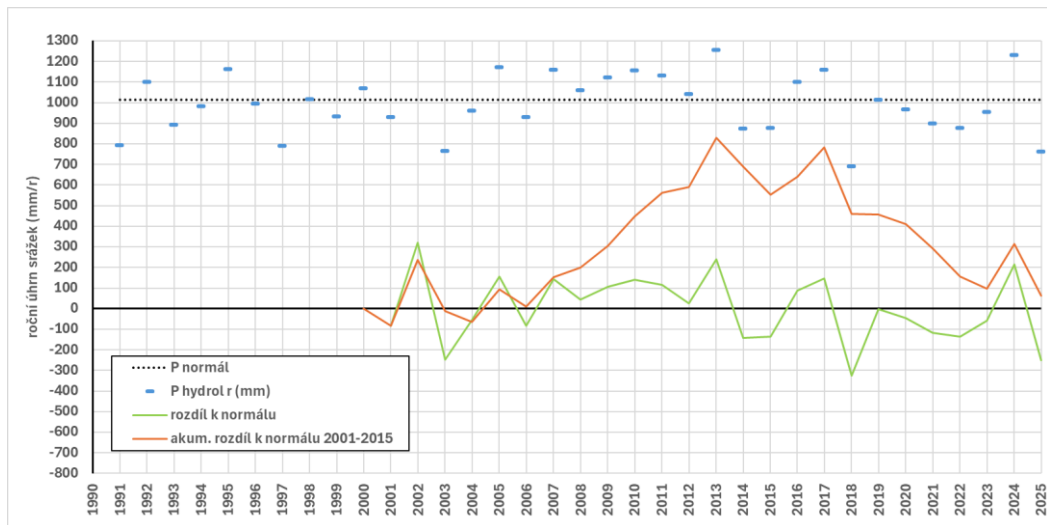


Abbildung 8 Lage der Niederschlagsmessstationen (blaue Markierung)

An der Station Zinnwald, die sich ungefähr im Zentrum des Untersuchungsgebiets befindet, wurde eine Reihe von durchschnittlichen jährlichen Niederschlagssummen seit 1990 verarbeitet und mit dem Normalzeitraum (1991-2020) verglichen. Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass im betrachteten Zeitraum ab 2002 drei Intervalle unterschieden werden können: im Zeitraum 2002–2006 nähern sich die Niederschlagssummen dem Normalwert an; im Zeitraum 2007–2013 liegen sie über dem Normalwert (insgesamt um bis zu 800 mm), seit 2014 überwiegen unterdurchschnittliche Jahre. Aus diesem Grund ist es geeignet, für die Simulationen den gesamten Zeitraum 2002–2025 zu verwenden, der als Ganzes mit der durchschnittlichen Niederschlagssumme den Normalwerten nahekommt.



roční úhrn srážek (mm/r)	Jährliche Niederschlagssumme (mm/J)
P normál	P normal
P hdyrol r (mm)	P hdyrol r (mm)
rozdíl k normálu	Differenz zum Normalwert
akum. rozdíl k normálu 2001-2015	Akkumulierte Differenz zum Normalwert 2001–2015

Abbildung 9 Jahresniederschlagsmengen an der Station DWD Zinnwald (5779), Vergleich mit dem Normalwert 1991–2020.

2.6.2 Lufttemperatur

Für das Modell wurden Zeitreihen der durchschnittlichen Tagestemperaturen an drei Stationen verwendet. Für die flächenmäßige Verteilung wurden subjektiv Polygone erstellt; die Werte der Stationen innerhalb der Polygone werden mittels eines Höhenkoeffizienten von $-0.6304^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ Höhenunterschied umgerechnet. Die Zeitreihen der mittleren Tagestemperaturen wurden für die Jahre 2002–2025 verarbeitet.

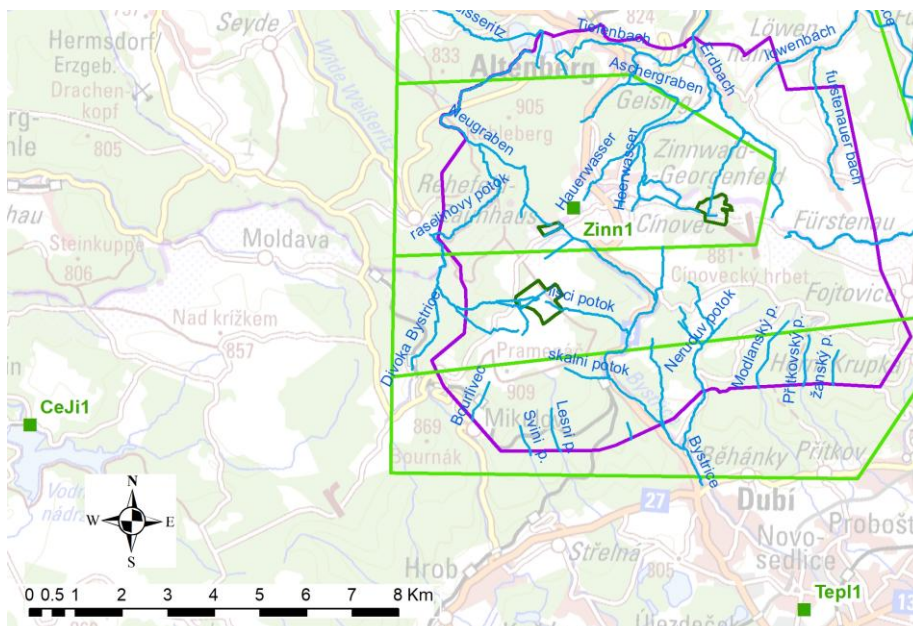


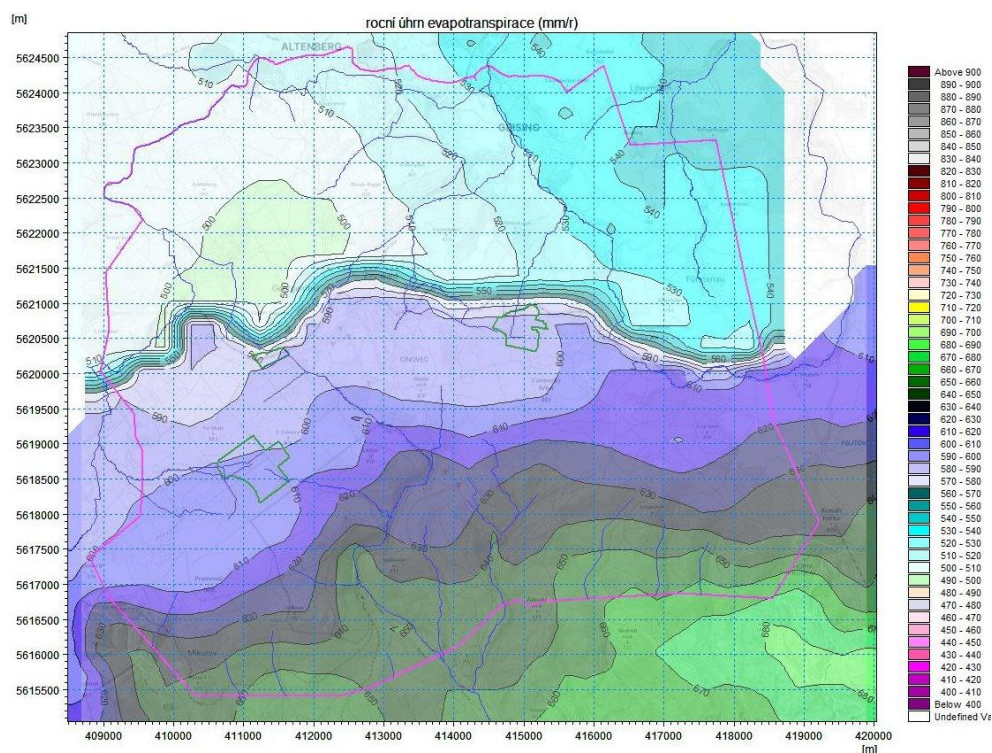
Abbildung 10 Verwendete Stationen mit Temperaturmessungen und zugehörige Modellflächen (grüne Quadrate und hellgrüne Linie).

Tabelle 6 Liste der genutzten Stationen mit Zeitreihen der durchschnittlichen Tageslufttemperaturen (2002–2025)

Niederschlagsmessstation	Meereshöhe	Bezeichnung im Modell
Nova Ves v Horach	725	NEU
Teplice	255	Tepl
Zinnwald-Georgenfeld	877	5779

2.7 Referenz-Evapotranspiration

Die Werte der täglichen Referenz-Evapotranspirationssumme wurden aus dem Modell der Umgebung von Cínovec (12/2025) übernommen. Die ursprünglichen Werte wurden für einen Teil des Gebiets in der Tschechischen Republik vom Forschungsinstitut für globale Klimaveränderung (CzechGlobe) in Form eines Rasters von 333x333 m als tägliche Durchschnittssummen aufbereitet. Für das Gebiet der BRD wurden die Werte aus ET0-Daten gemäß FAO mit einer Auflösung von 1x1 km ergänzt (Produkt DWD grids_germany_daily_evaporation_fao). In den 32 Quadraten, die in das Untersuchungsgebiet fallen, wurde eine Analyse der Korrelationsbeziehungen mit den Werten der angrenzenden Zellen des Datennetzes von CzechGlobe durchgeführt. Auf Basis der Korrelationsbeziehungen wurden die Werte auf dem Gebiet der BRD ergänzt und die Zellen des Berechnungsnetzes durch Interpolation abgedeckt. Durch dieses Verfahren gehen wir davon aus, eine bessere Homogenität des Eingangsfeldes der ET0-Werte aus beiden Datenquellen zu erzielen.



roční úhrn evapotranspirace (mm/r)

Jahressumme der Evapotranspiration (mm/Jahr)

Abbildung 11 Mittlere jährliche Referenz-Evapotranspirationssumme (ET0) 2006–2025, mm/Jahr

2.8 Abflüsse

Die beobachteten Reihen der durchschnittlichen Tagesabflüsse dienten nicht als Input für das Modell, sondern wurden für die Kalibrierung und Validierung des konzentrierten Oberflächenabflusses in den im Modell schematisierten Wasserläufen genutzt. Es wurden Datenreihen der Station des Sächsischen Hochwasserzentrums verwendet (<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/lhwz/hydrologische-daten.html>) Geising (Rotes Wasser) sowie die Messreihen von Povodí Ohře, s.p. Die Position der Stationen ist durch ein rotes Dreieck in der Übersichtskarte gekennzeichnet (Abbildung 1). Die gemessenen Reihen des durchschnittlichen Tagesabflusses an den Profilen standen im Zeitraum 2002–2025 evtl. 2006–2025 zur Verfügung.

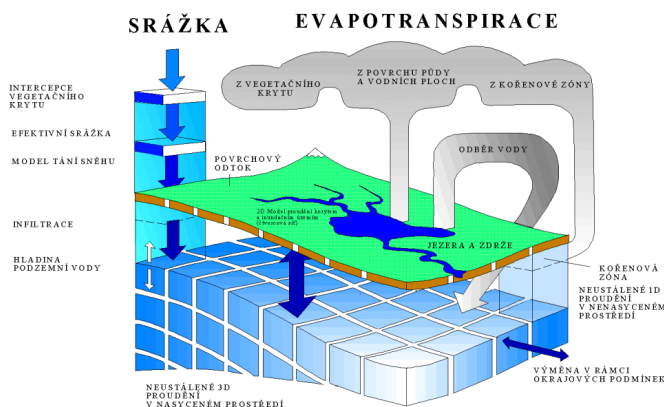
2.9 Flussnetz

Unter Verwendung der verfügbaren Daten wurde ein hydrodynamisches Modell der Strömung in den Flussbetten der Wasserläufe als integrierter Bestandteil des hydrologischen Modells erstellt. Das Schema des Flussnetzes ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Das Modell basiert auf dem ursprünglichen Modell [2] und wurde ergänzt sowie angepasst.

3 Integriertes mathematisches Modellierungssystem MIKE SHE

Das MIKE SHE-Modell (DHI Software, 2023) ist ein dynamisches, deterministisches mathematisches Modellierungssystem zur integrierten Simulation der Bewegung und des Transports von Stoffen in Oberflächen- und Grundwasser. Es kann für die komplexe Simulation des gesamten hydrologischen Kreislaufs im Interessengebiet oder für detaillierte Aufgabenstellungen eingesetzt werden. An die räumlich verteilte Beschreibung der Wasserströmungsprozesse können weitere Module (Bilanzierung, Stofftransport, Particle Tracing usw.) angeschlossen werden. Das System verwendet Standard-GIS-Formate (ESRI) für die Eingaben. Die Ergebnisse liegen als Zeitreihen oder Karten der räumlichen Verteilung der Kenngrößen vor. Für die Modellierung der Wasserbewegung können je nach Art der spezifischen Aufgabe mehrere, unterschiedlich detaillierte Schematisierungen verwendet werden.

MIKE SHE wird üblicherweise in Aufgabenstellungen eingesetzt, die von der Ebene einzelner Meter („Plot“) bis hin zu großen Einzugsgebieten (zehntausende von km²) reichen, und deckt Zeitskalen von Sekunden bis hin zu Jahren ab. Es findet insbesondere dort Anwendung, wo die Interaktion zwischen Oberflächen- und Grundwasser wesentlich ist (Sümpfe, Auen, Wasserressourcen), bei der Lösung von Umweltfragen (Wasserbilanz im Einzugsgebiet, Klimawandel, Dürrerisiko, Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf das hydrologische Regime, Änderungen der Landnutzung), bei der Modellierung von Szenarien der künftigen Entwicklung oder des Einzugsgebietsmanagements sowie als Prognosemodell. Zahlreiche Beispiele und weitere Details finden Sie unter www.mikeshe.com.



SRÁŽKA	NIEDERSCHLAG
EVAPOTRANSPIRACE	EVAPOTRANSPIRATION
INTERCEPCE VEGETAČNÍHO KRYTU	INTERZEPTION DER VEGETATIONSDECKE
EFEKTIVNÍ SRÁŽKA	EFFEKTIVER NIEDERSCHLAG
MODEL TÁNÍ SNĚHU	SCHNEESCHMELZMODELL
INFILTRACE	INFILTRATION
HLADINA PODZEMNÍ VODY	GRUNDWASSERSPIEGEL
Z VEGETAČNÍHO KRYTU	AUS DER VEGETATIONSDECKE
Z POVRCHU PŮDY A VODNÍCH PLOCH	AUS DER BODEN-OBERFLÄCHE UND WASSERFLÄCHEN
Z KOŘENOVÉ ZÓNY	AUS DER WURZELZONE
POVRCHOVÝ ODTOK	OBERFLÄCHENABFLUSS
ODBĚR VODY	WASSERENTNAHME

2D Model proudění korytem a inundačním územím (čtvercová síť)	2D-Modell der Strömung im Bett und im Inundationsgebiet (Quadratnetz)
JEZERA A ZDRŽE	SEEN UND STAUBECKEN
KOŘENOVÁ ZÓNA	WURZELZONE
NEUSTÁLENÉ 1D PROUDĚNÍ V NENASYCENÉM PROSTŘEDÍ	INSTATIONÄRE 1D-STRÖMUNG IN UNGESÄTTIGTER UMGEBUNG
VÝMĚNA V RÁMCI OKRAJOVÝCH PODMÍNEK	AUSTAUSCH IM RAHMEN DER RANDBEDINGUNGEN
NEUSTÁLENÉ 3D PROUDĚNÍ V NASYCENÉM PROSTŘEDÍ	INSTABILE 3D-STRÖMUNG IN GESÄTTIGTER UMGEBUNG

Abbildung 13 Schematische Darstellung des MIKE SHE-Modellierungssystems.

Zu den Hauptkomponenten des MIKE SHE-Modellierungssystems gehören die Beschreibung des Oberflächenabflusses, der Strömung in Wasserlaufbetten, der Strömung in den gesättigten und ungesättigten Zonen unterhalb der Oberfläche, die Berechnung der aktuellen Evapotranspiration, der Interzeption und der Schneeschmelze, einschließlich der Verbindungen und Wechselwirkungen zwischen den Prozessen. Die Prozesse werden mithilfe allgemeiner partieller Differentialgleichungen der Wasserbewegung beschrieben, die mit der Methode der finiten Differenzen approximiert werden; alternativ können vereinfachte konzeptionelle Beschreibungen verwendet werden.

4 Erstellung und Kalibrierung des Modells

4.1 Verwendete Schematisierungen

Im MIKE SHE-Modellierungssystem ist die Gebietsfläche in quadratische Berechnungszellen unterteilt. Die Fläche des modellierten Gebiets beträgt etwa 71 km². Sie ist im Modell in 29264 quadratische Berechnungszellen mit einer Größe von 50x50 m unterteilt. Die Eingangsdaten werden in dieses Berechnungsgitter transformiert.

Als Basiszeitschritt wurde 1 Tag festgelegt (das Modell verkürzt den Zeitschritt während der Berechnung automatisch im Hinblick auf die Stabilität). Für die Simulation wurde der Zeitraum mit verfügbaren Daten genutzt (01.11.2002 – 30.09.2025).

Das Modellierungssystem bietet eine Reihe möglicher Kombinationen von Schematisierungen einzelner Prozesse. Aufgrund der Art der Aufgabe wurden folgende Optionen ausgewählt:

- Oberflächenabfluss auf dem Gelände: Gewählt wurde eine 2D-Approximation der Strömung, die durch eine Diffusionswelle beschrieben wird (Finite-Differenzen-Methode).
- Evapotranspiration: Umrechnung von potenziellen (Referenz-)Werten in die aktuelle Evapotranspiration mittels des Kristensen-Jensen-Ansatzes (1975), vorgegebener Vegetationsparameter und des simulierten Bodenwassergehalts
- Ungesättigte Zone: 1D (vertikale) Approximation der durch die Richards-Gleichung beschriebenen Strömung (Finite-Differenzen-Methode) in jeder Berechnungszelle des Modells. Der Einfluss von Makroporen wird vereinfacht berücksichtigt
- Gesättigte Zone: 3D-Approximation der allgemeinen Strömungsgleichung (Bousineque-Gleichung, Finite-Differenzen-Methode). Es wurden vier Berechnungsschichten mit konstanter Mächtigkeit verwendet.

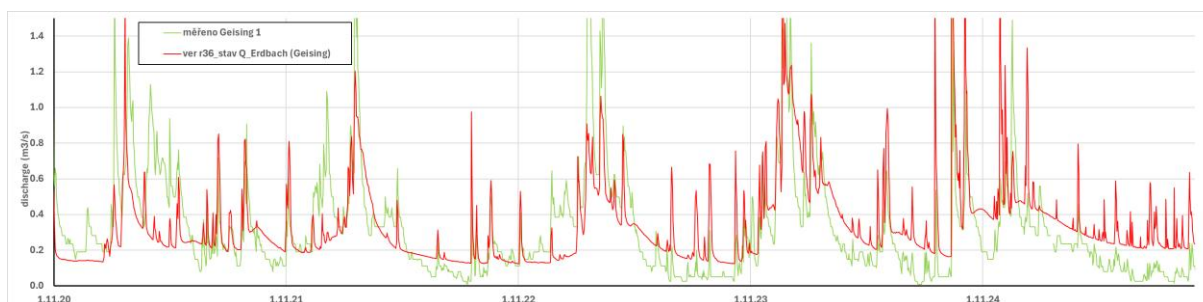
- Entwässerung: Der flache oberflächennahe (hypodermische) Abfluss wurde mittels einer flachen Drainage schematisiert. Falls der Grundwasserspiegel in einer Berechnungszelle in einer dem Drän entsprechenden Tiefe simuliert wird, wird die Wasserentnahme aus der gesättigten Zone in das nächstgelegene Wasserlaufbett schematisiert. Im Innenbereich der Gemeinden wurde diese Schematisierung zur Berücksichtigung der Entwässerung (Kanalisation, Gräben) verwendet.
- Schneeschmelze: einfache Schematisierung mittels des Gradtagfaktors (Degree-day factor).

4.2 Ergebnisse der Modellkalibrierung

Das Modell wurde mit dem Schwerpunkt auf der Erfassung des Durchflusses in den Wasserläufen (und Stollen), des oberflächennahen Grundwasserspiegels, der integrierten Simulation der ober- und unterirdischen Wasserströmung sowie der korrekten langfristigen Bilanz der einzelnen Komponenten des hydrologischen Zyklus erstellt. Das Modell wurde primär anhand der verfügbaren Reihen gemessener Durchflüsse sowie anhand einer Reihe von Messungen des oberflächennahen Grundwasserspiegels an Bohrungen und Brunnen (vom Auftraggeber übermittelte Daten) kalibriert.

4.2.1 Vergleich der Durchflüsse an den Stationen und Messpunkten

Die an der Station Geising1 (Rotes Wasser) gemessenen durchschnittlichen Tagesabflüsse wurden mit den Werten des im gleichen Profil simulierten Abflusses verglichen. Die Einzugsgebietsfläche am Profil Geising beträgt ca. 21,9 km² und umfasst einen wesentlichen Teil des modellierten Gebiets in Deutschland, einschließlich der gesamten Fläche der Struktur des Zinnwalder Granits.

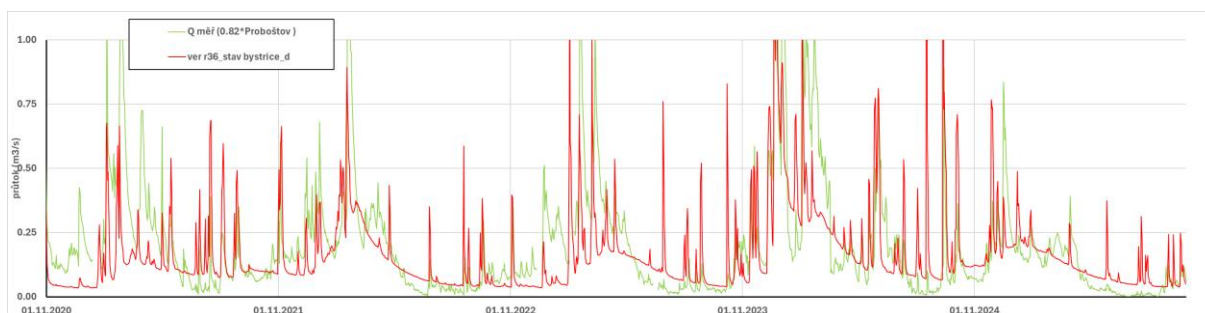


měřeno Geising 1

gemessen Geising 1

Abbildung 14 Vergleich der beobachteten (grün) und simulierten (rot) mittleren täglichen Durchflüsse im Profil Geising für den ausgewählten Zeitraum

Zum Vergleich der simulierten Durchflüsse im Gebiet der Tschechischen Republik wurden gemessene Daten von Povodí Ohře, s.p. im Profil Proboštov an Bystřice verwendet. In der Modellfläche sind 16,2 km² des Einzugsgebiets von Bystřice enthalten, was etwa 82 % der Einzugsgebietsfläche bis zum Profil Proboštov entspricht. Als Durchflussschätzung zum Vergleich mit den Modellausgaben wurde daher die Zeitreihe der mittleren täglichen Durchflüsse aus dem Profil Proboštov so umgerechnet, dass die Werte mit 0,82 multipliziert wurden. Mit der so angepassten Reihe werden die simulierten Abflüsse aus der im Modell enthaltenen Fläche des Einzugsgebiets von Bystřice verglichen.



průtok (m3/s)	Abfluss (m3/s)
Q měř (0,82 Proboštov)	Q_mess (0,82 Proboštov)

Abbildung 15 Vergleich der beobachteten umgerechneten (grün) und simulierten (rot) mittleren täglichen Durchflüsse in Bystrice für den ausgewählten Zeitraum

Neu verfügbar waren zudem gemessene Durchflüsse im Gebiet Zinnwald an den Wasserläufen Heerwasser (ZGOW04), Hauerwasser (ZGOW01), im Stollen Tiefer Bünau Stolln (ZGGrW01 an der Wasserscheide zwischen dem Bergwerk auf dem Gebiet der Tschechischen Republik und der BRD) sowie Messungen an der Mündung des Stollens Tiefer Hilfe Gottes Stolln in den Wasserlauf Heerwasser (ZGGrW04). Die Lage ist aus der folgenden Karte ersichtlich (Abbildung 16).

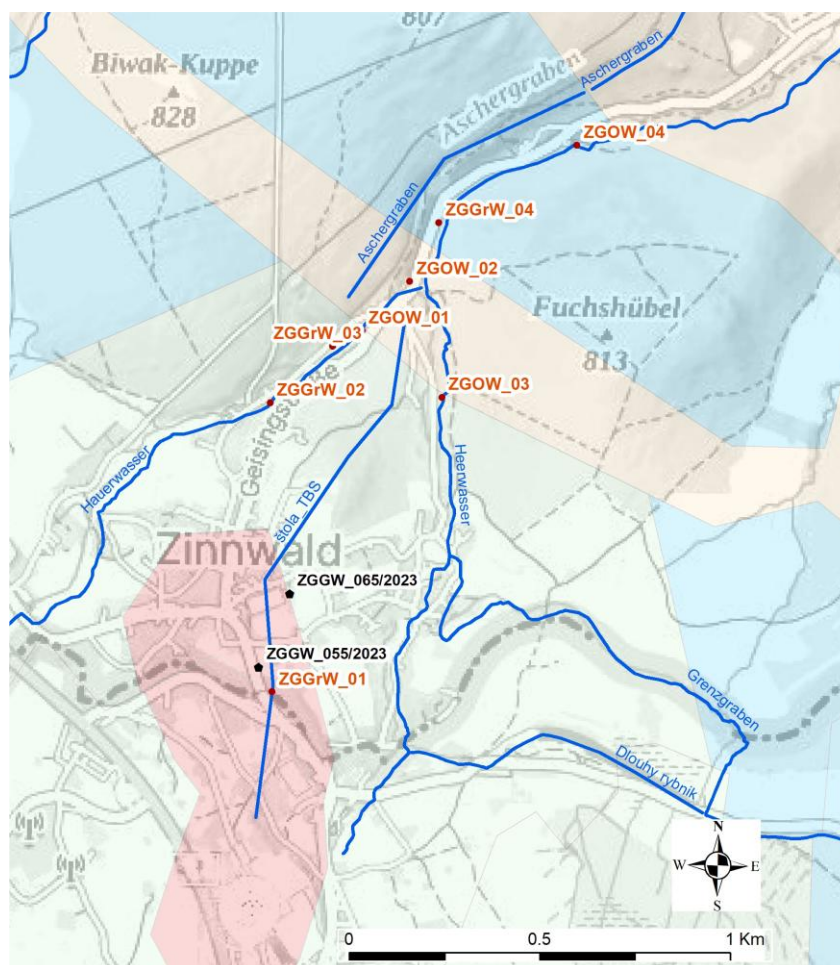
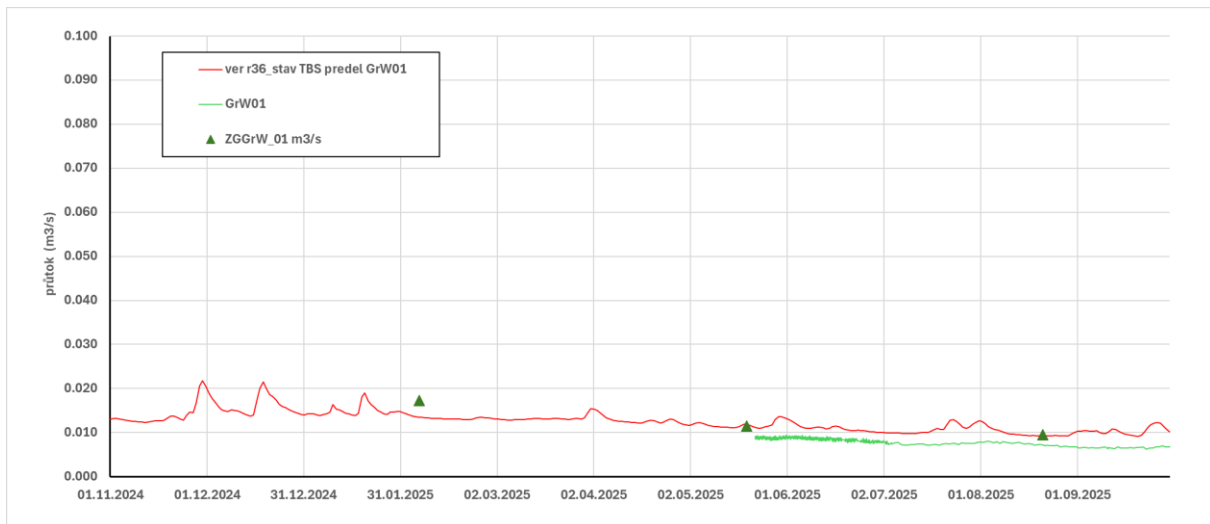
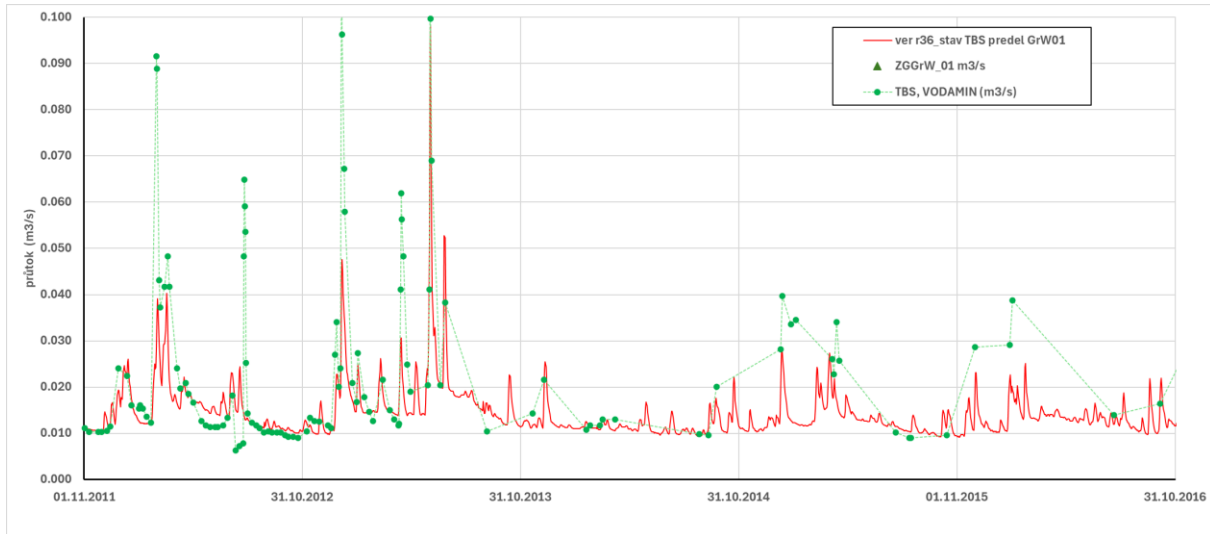


Abbildung 16 Ausgewählte Profile zur Messung von Durchfluss und Grundwasserspiegel im Gebiet Zinnwald an Wasserläufen und in Stollen. Hellrote Fläche: Granit am Zinnwald

gemäß HG-Karte, blaue Linien: im Modell enthaltene Wasserläufe, rote Punkte: Durchflussmessungen, schwarze Punkte: Grundwasserspiegelmessungen.

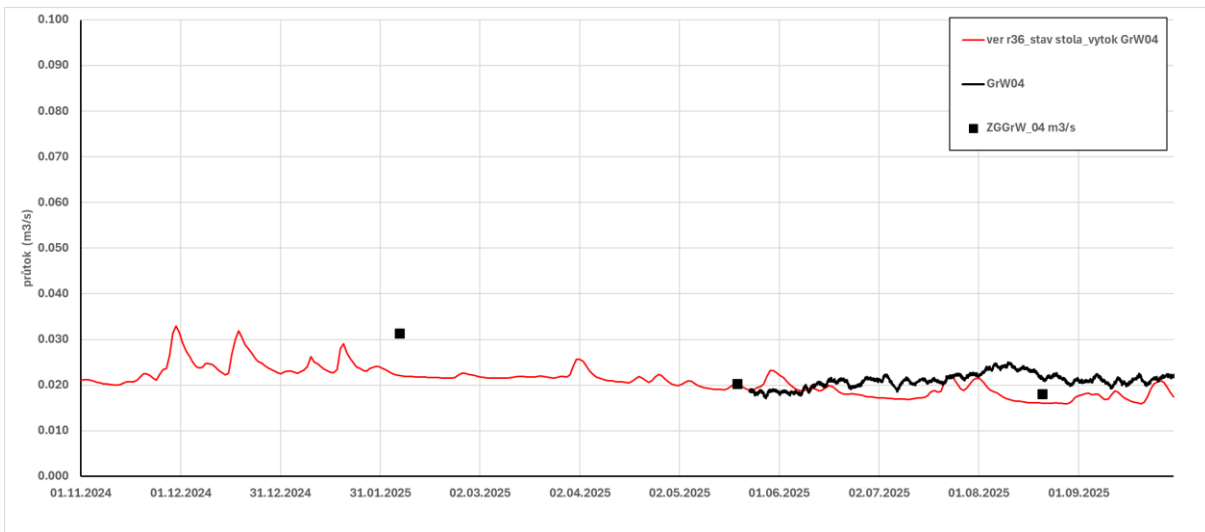
Im Stollen Tiefer Bünau Stolln (ZGGrW01, an der Wasserscheide zwischen dem Bergwerk auf dem Gebiet der Tschechischen Republik und der BRD) standen Momentanmessungen des Durchflusses aus den Jahren 2011–2018 zur Verfügung, die im Rahmen des Projekts Vodamin durchgeführt wurden, sowie manuelle und automatisierte Durchflussmessungen, die in den Jahren 2024–2025 durch die Firma ZinnwaldLithium erfolgten. Mit diesen Daten wird die simulierte Durchflusszeitreihe im selben Profil verglichen (Abbildung 17).



průtok (m3/s)	Abfluss (m3/s)
ver r36_stav TBS predel GrW01	Ver r36_Zustand TBS Grenze GrW01

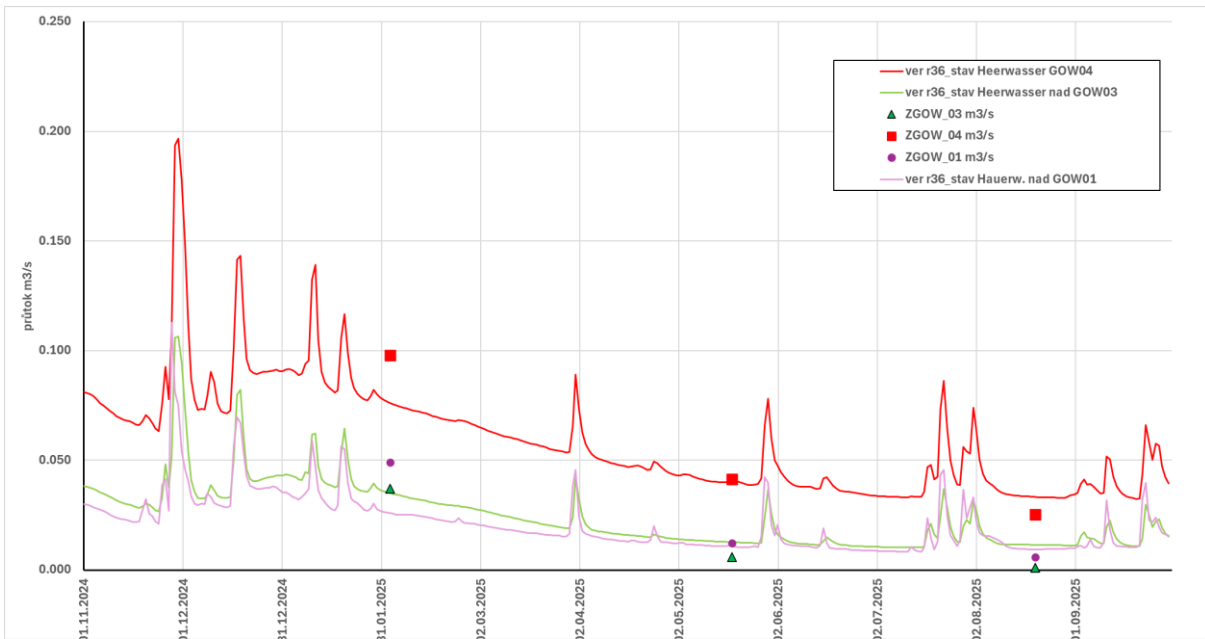
Abbildung 17 Gemessene und simulierte mittlere tägliche Durchflüsse, Profil am Tiefer Bünau Stolln (ZGGrW01). Grün: gemessene Werte, rote Linie: simulierte Werte.

Weitere manuelle Durchflussmessungen wurden im Jahr 2025 von der Firma ZinnwaldLithium an den Wasserläufen Heerwasser und Hauerwasser durchgeführt. Der Vergleich ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.



průtok (m3/s)	Abfluss (m3/s)
ver r36_stav stola_vytok GrW04	Ver r36_Zustand Stollen_Ausfluss GrW04

Abbildung 18 Gemessene und simulierte mittlere tägliche Durchflüsse, Profil am Tiefer Hilfe Gottes Stolln an der Mündung in den Wasserlauf Heerwasser (ZGGrW04). Schwarz: gemessene Werte, rote Linie: simulierte Werte.



průtok (m3/s)	Abfluss (m3/s)
Ver r36_Zustand Heerwasser GOW04	Ver r36_Zustand Heerwasser GrW04
Ver r36_Zustand Heerwasser über GOW03	Ver r36_Zustand Heerwasser über GOW03
Ver r36_Zustand Hauerw. über GOW01	Ver r36_Zustand Hauerw. über GOW01

Abbildung 19 Gemessene und simulierte mittlere tägliche Durchflüsse, Profile am Wasserlauf Heerwasser (ZGOW3 und ZGOW4) und Hauerwasser (ZGOW1). Markierungen: gemessene Werte, farblich entsprechende Linie: simulierte Werte.

Für die Einzugsgebiete Bystřice und Rotes Wasser wurde eine statistische Auswertung der Übereinstimmung der gemessenen und simulierten mittleren täglichen Durchflüsse für den Zeitraum vom 01.09.2006 bis 30.09.2025 durchgeführt.

Tabelle 7 Vergleich der mittleren Durchflusswerte

Durchschnittswert	Q gemessen/ neu berechnet	Simulation (Zustand)	Differenz (m ³ /s)	Unterschied (%)
Bystřice (0.82* Proboštov)	236	175	-61	-26
Geising 1	367	337	-29	-8

Tabelle 8 Vergleich der Statistiken des simulierten Durchflusses

	Nash-Sutcliffe-Effizienz	Bestimmtheitsmaß-Koeffizient (R ²)
Bystřice (0.82* Proboštov)	0.075	0.278
Geising 1	0.436	0.442

4.2.2 Vergleich der Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels

Für 30 Bohrungen mit Messungen des oberflächennahen Grundwasserspiegels konnte ein Vergleich zwischen simulierten und gemessenen oberflächennahen Grundwasserständen durchgeführt werden (erstellt aus den vom Auftraggeber gelieferten Daten). Die meisten Messwerte waren zumindest für einen Teil des Zeitraums 2023-2025 verfügbar. Die Bohrungen und Brunnen wurden nach ihrer Lage in Gruppen unterteilt.

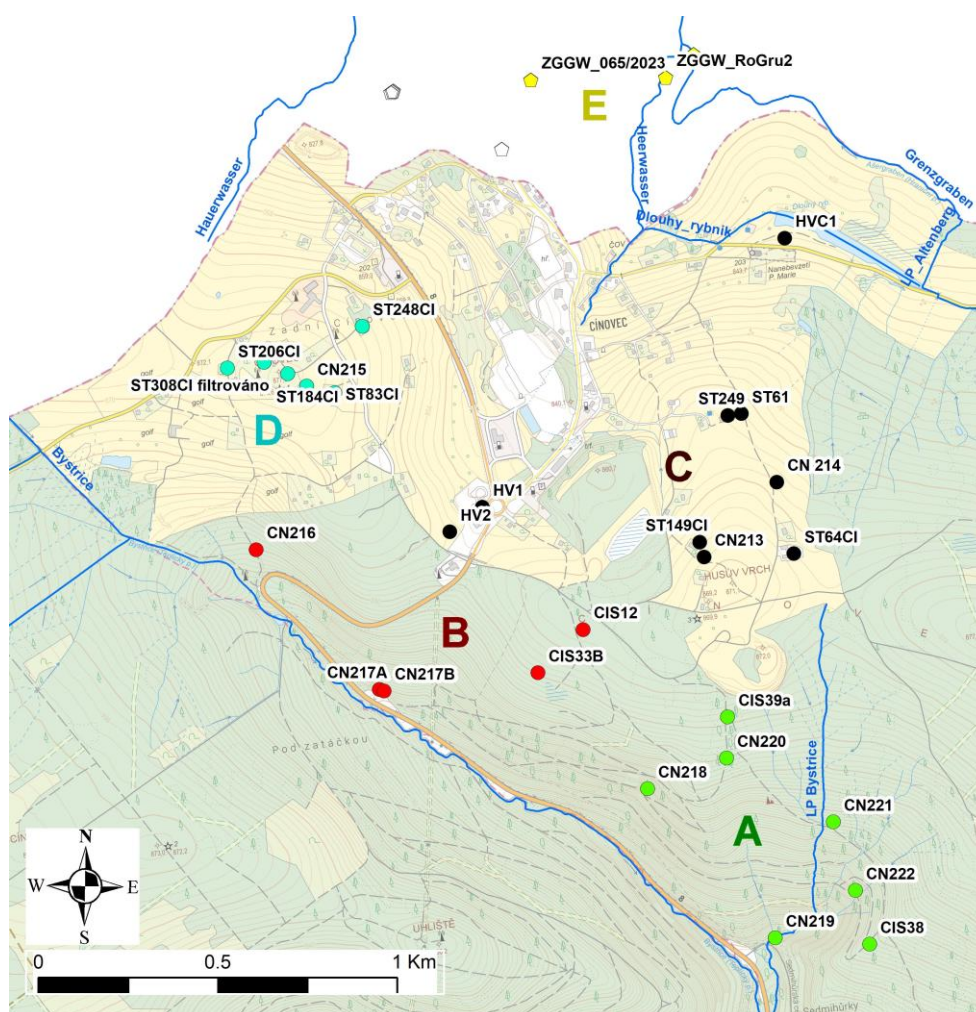


Abbildung 20 Karte der zur Modelllösung verwendeten Messobjekte des Grundwasserspiegels. Die Gruppen sind entsprechend ihrer Lage mit Buchstaben gekennzeichnet.

Im Falle des Brunnens ST308CI wurde für den Vergleich nur ein Teil der Messwerte ausgewählt, da eine Absenkung des Wasserspiegels durch Pumpen verzeichnet wurde.

Ein übersichtlicher Vergleich der durchschnittlichen Werte der Grundwasserspiegeltiefe (für den Zeitraum der Messung) und der durchschnittlichen simulierten Werte der Grundwasserspiegeltiefe (für den gesamten Simulationszeitraum) ist in der folgenden Tabelle aufgeführt. Die mit Buchstaben gekennzeichneten Gruppen entsprechen der Karte (Abbildung 20).

Tabelle 9 Vergleich der durchschnittlichen Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels

Gruppe A	CIS38	CN222	CN219	CN221	CIS39a	CN220	CN218
aus der Messung (m)	-14.8	-6.0	-2.9	-4.8	-15.9	-4.2	-2.3
Simulation des aktuellen Zustands (m)	-3.3	-1.5	-0.2	-0.7	-3.0	-3.0	-3.0
Durchschnitt der Differenzen (m)	11.5	4.5	2.7	4.1	12.9	1.2	-0.7

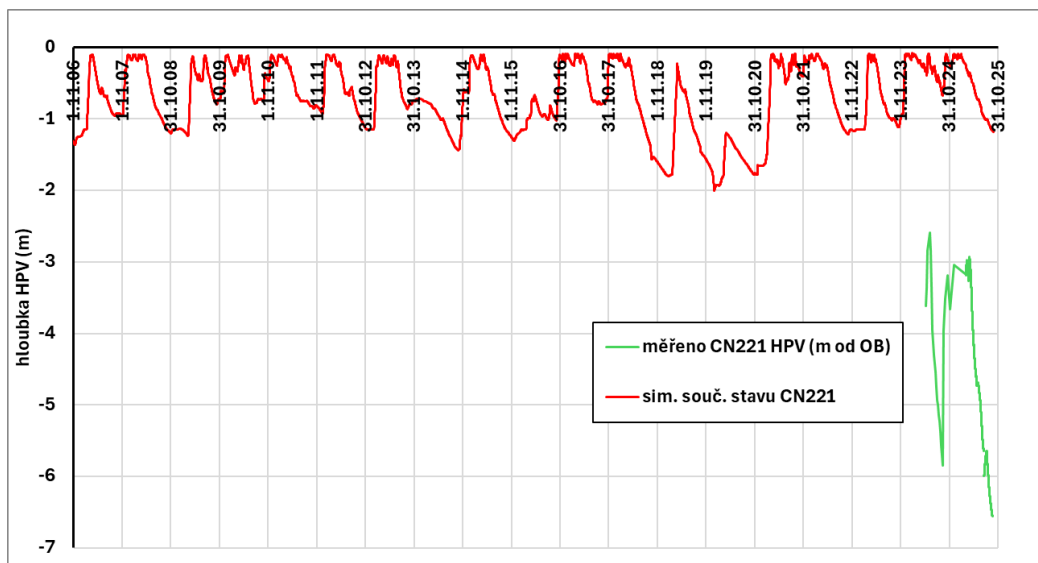
Gruppe B	CIS12	CIS33B	CN216	CN215	CN217A	CN217B
aus der Messung (m)	-9.6	-11.5	-9.8	-7.8	-7.6	-8.2
Simulation des aktuellen Zustands (m)	-4.1	-4.5	-0.3	-3.5	-0.3	-0.7
Durchschnitt der Differenzen (m)	5.5	7.0	9.6	4.3	7.3	7.4

Gruppe C	HV1	HV2	HVC 1	CN 213	ST 149	ST 249	ST61	CN 214	ST64 CI
aus der Messung (m)	-3.4	-6.9	-9.7	-4.7	-3.2	-4.7	-3.9	-3.8	-4.2
Simulation des aktuellen Zustands (m)	-3.6	-3.6	-2.1	-3.2	-2.7	-2.9	-2.9	-2.6	-2.8
Durchschnitt der Differenzen (m)	-0.2	3.3	7.6	1.5	0.4	1.8	1.0	1.2	1.5

Gruppe D	ST83CI	ST184CI	ST248CI	ST206CI	ST308CI
aus der Messung (m)	-3.9	-2.9	-3.5	-1.8	-2.4
Simulation des aktuellen Zustands (m)	-2.5	-3.6	-2.5	-2.3	-3.1
Durchschnitt der Differenzen (m)	1.4	-0.8	1.0	-0.5	-0.6

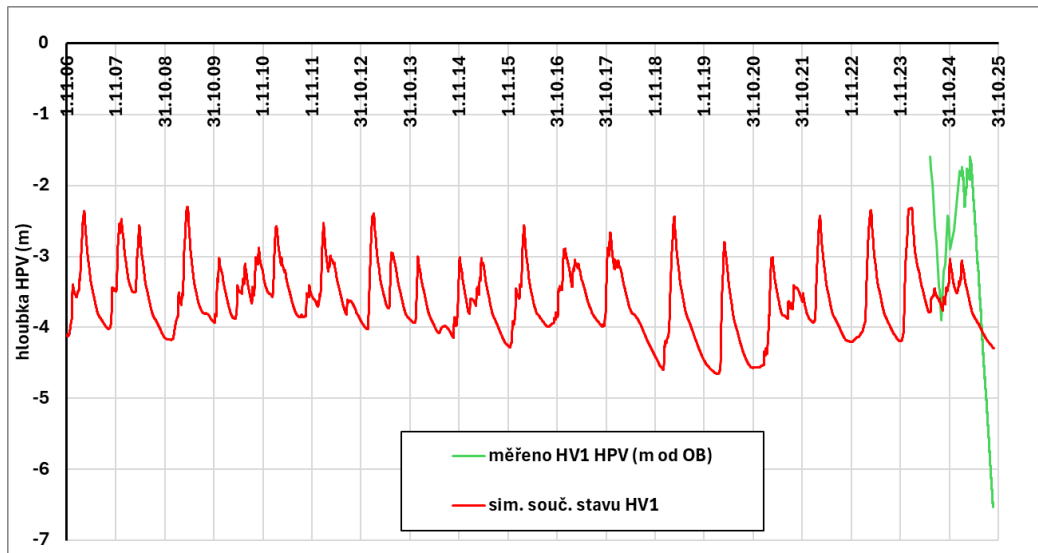
Gruppe E	RoGru2	ZGGW_065/2023	ZGGW_084/2023_F
aus der Messung (m)	-1.4	-24.8	-3.6
Simulation des aktuellen Zustands (m)	-0.8	-7.3	-1.4
Durchschnitt der Differenzen (m)	0.7	17.5	2.2

Auf den folgenden Abbildungen ist der Vergleich der gemessenen (grün) und simulierten (rot) Verläufe des oberflächennahen Grundwasserspiegels für den Zeitraum 1.1.2006–30.9.2025 in ausgewählten Bohrungen dargestellt. Der Vergleich für Brunnen wird in den Abbildungen im Kapitel 6.1 dargestellt.



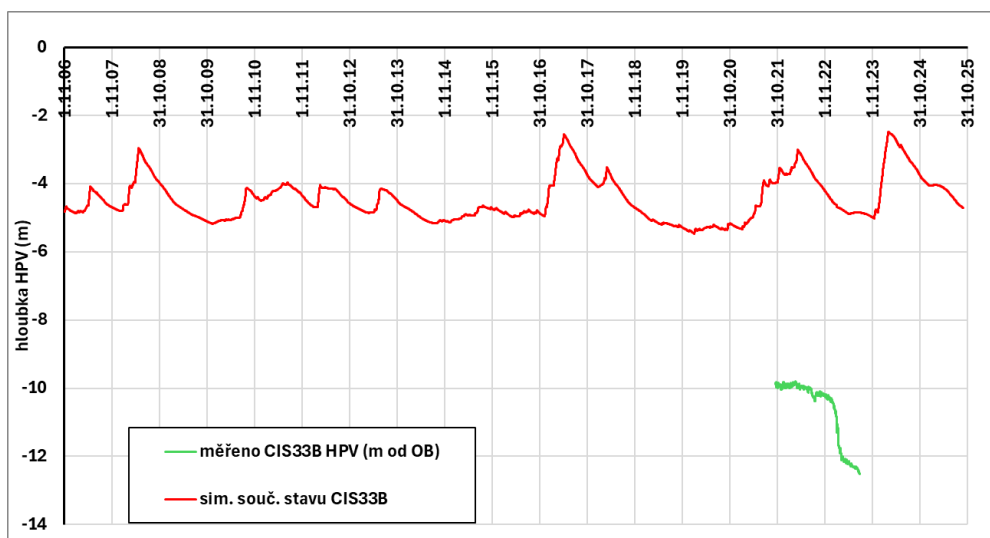
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno CN221 HPV (m od OB)	gemessen CN221 GWS (m unter GOK)
sim. souč. stavu CN221	Sim. des aktuellen Zustands CN221

Abbildung 21 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN221



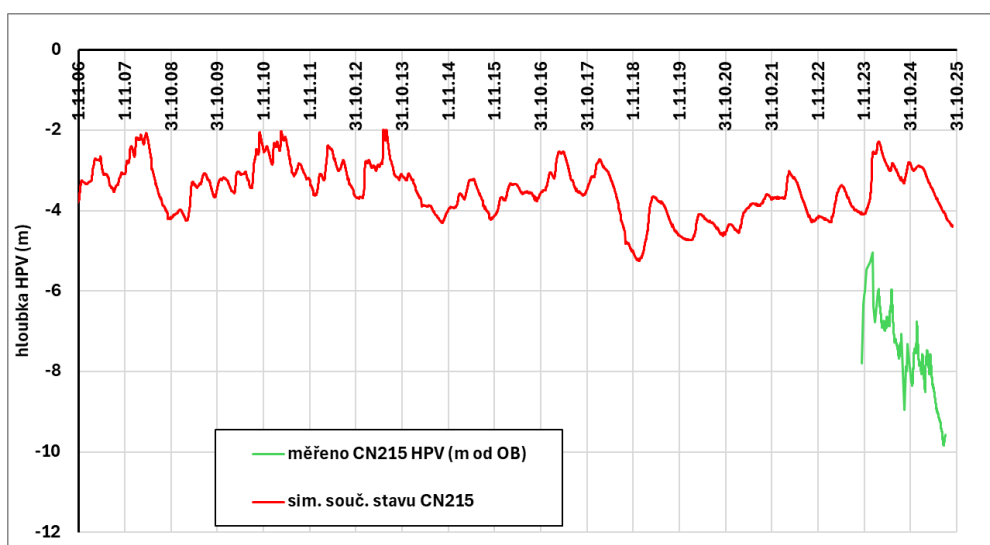
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno HV1 HPV (m od OB)	gemessen HV1 GWS (m unter GOK)
sim. souč. stavu HV1	Sim. des aktuellen Zustands HV1

Abbildung 22 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung HV1



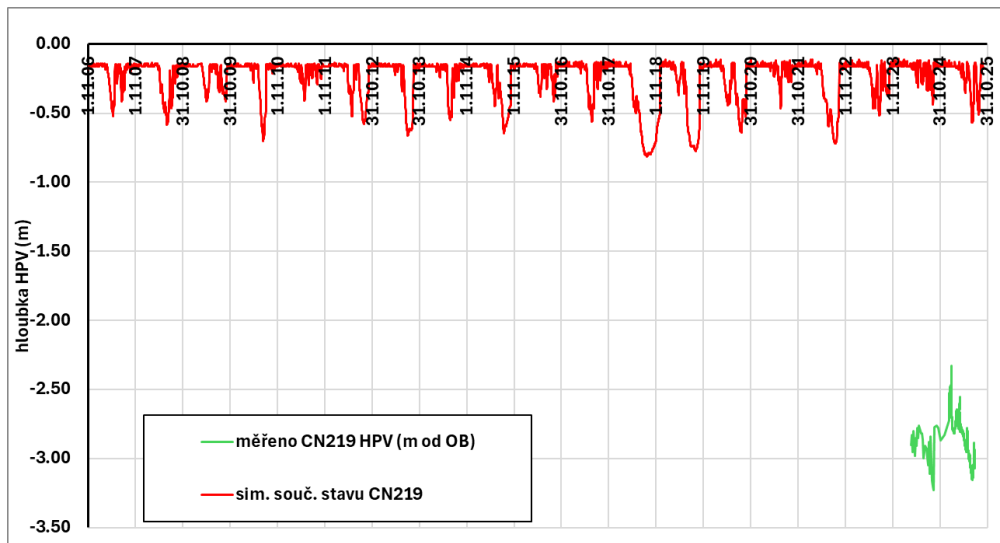
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno CIS33B HPV (m od OB)	gemessen CIS33B GWS (m unter GOK)
sim. souč. stavu CIS33B	Sim. des aktuellen Zustands CIS33B

Abbildung 23 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CIS33B



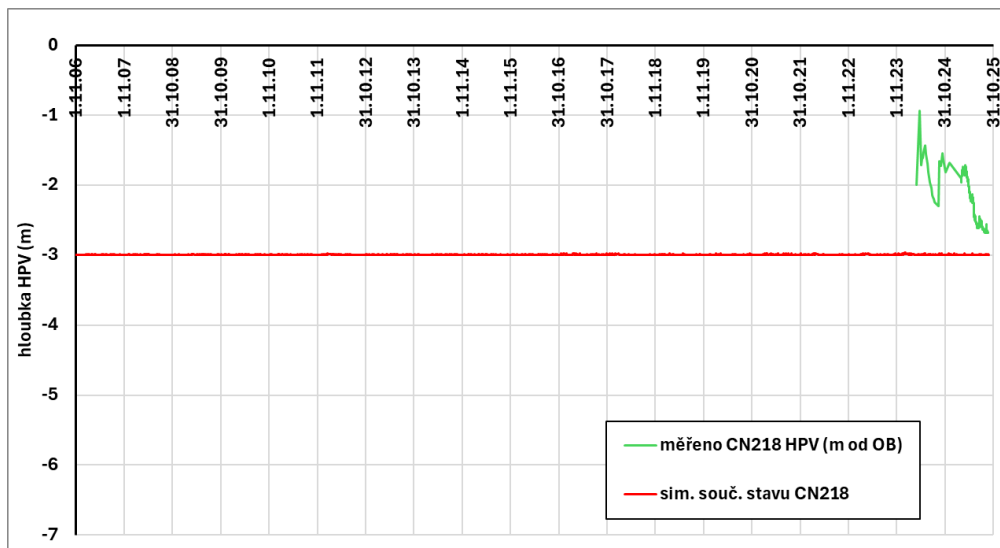
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno CN215 HPV (m od OB)	gemessen CN215 GWS (m unter GOK)
sim. souč. stavu CN215	Sim. des aktuellen Zustands CN215

Abbildung 24 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN215



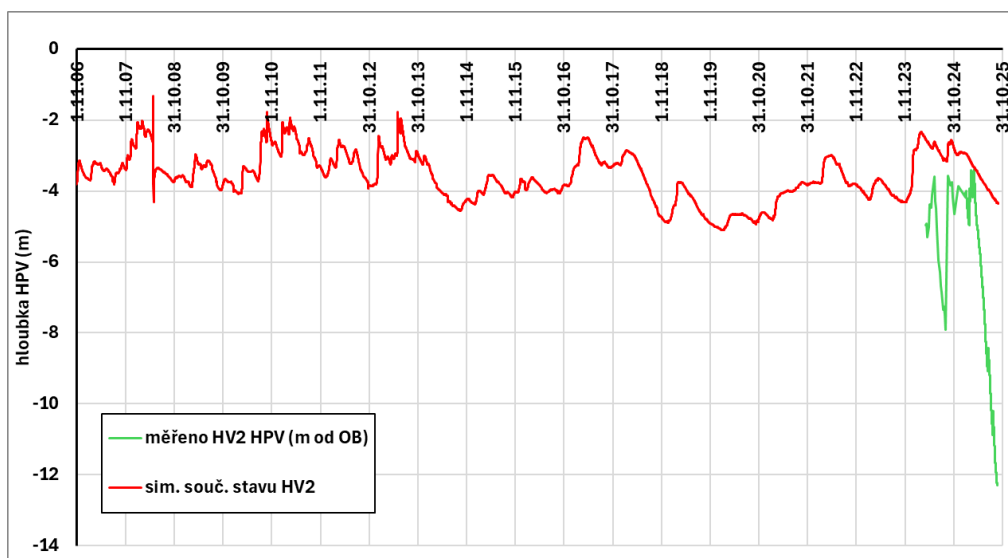
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno CN219 HPV (m od OB)	gemessen CN219 GWS (m unter GOK)
sim. souč. stavu CN219	Sim. des aktuellen Zustands CN219

Abbildung 25 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN219



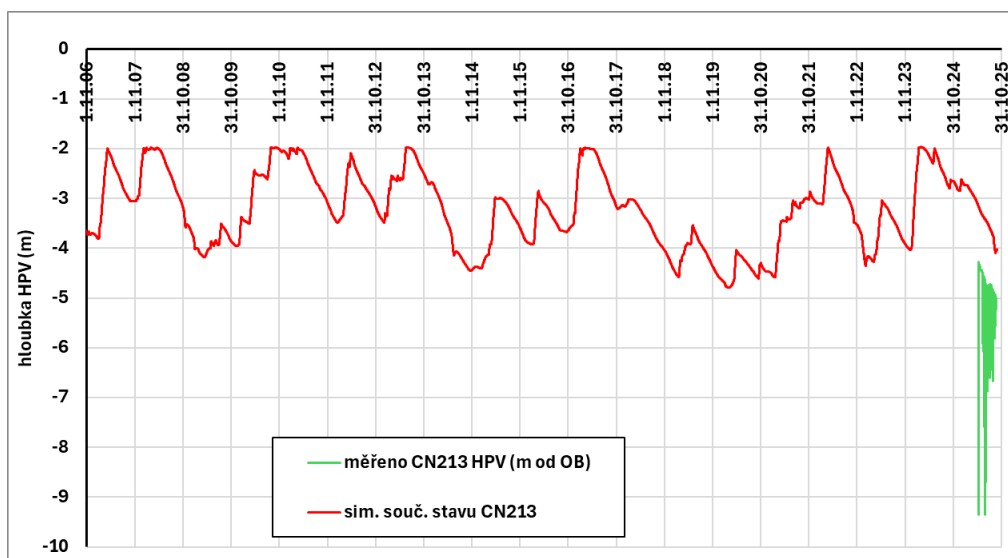
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno CN218 HPV (m od OB)	gemessen CN218 GWS (m unter GOK)
sim. souč. stavu CN218	Sim. des aktuellen Zustands CN218

Abbildung 26 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN218



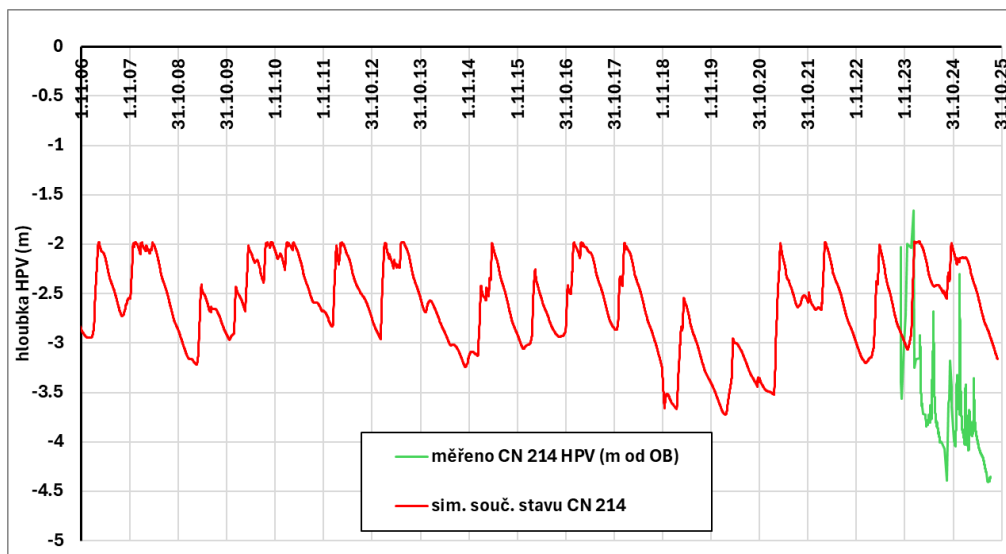
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno HV2 HPV (m od OB)	gemessen HV2 GWS (m unter GOK)
sim. souč. stavu HV2	Sim. des aktuellen Zustands HV2

Abbildung 27 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung HV2



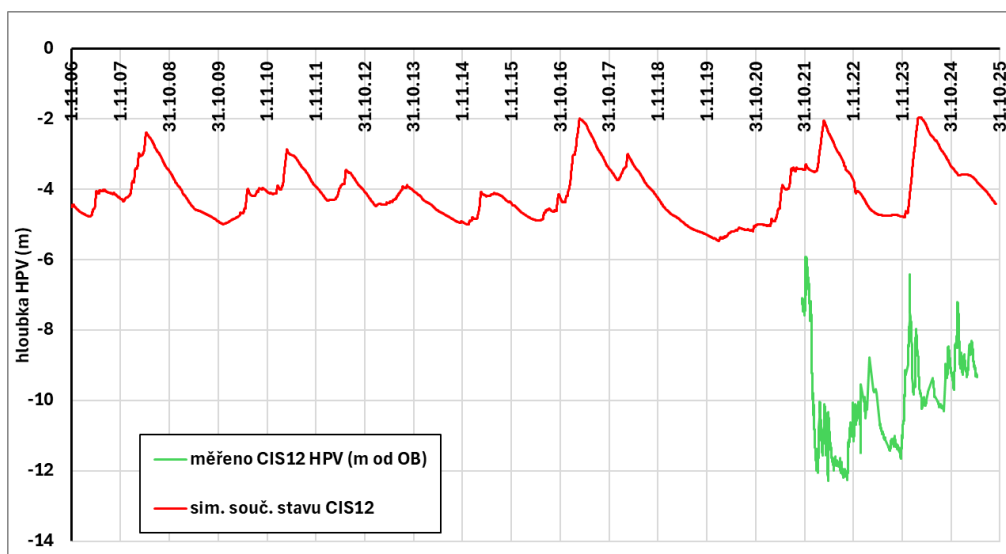
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno CN213 HPV (m od OB)	gemessen CN213 GWS (m unter GOK)
sim. souč. stavu CN213	Sim. des aktuellen Zustands CN213

Abbildung 28 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN213



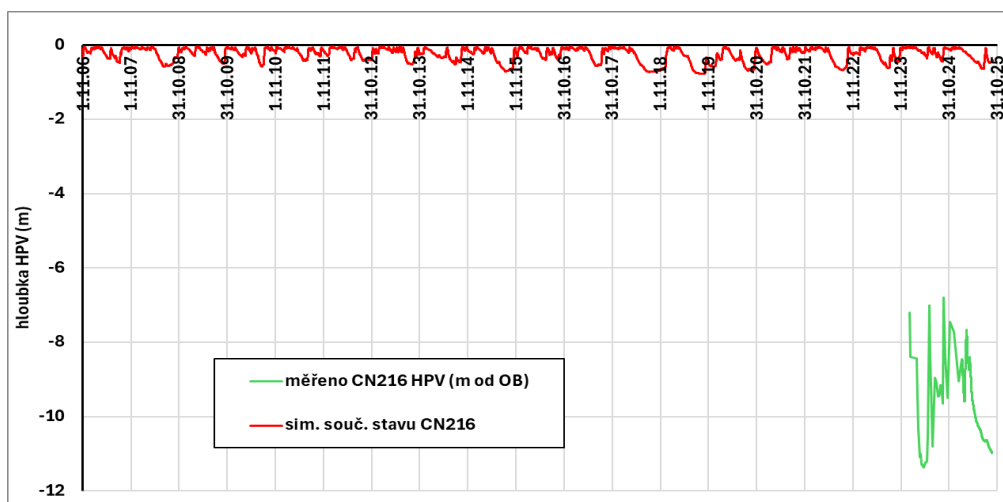
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno CN 214 HPV (m od OB)	gemessen CN 214 GWS (m unter GOK)
sim. souč. stavu CN 214	Sim. aktueller Zustand CN 214

Abbildung 29 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN214



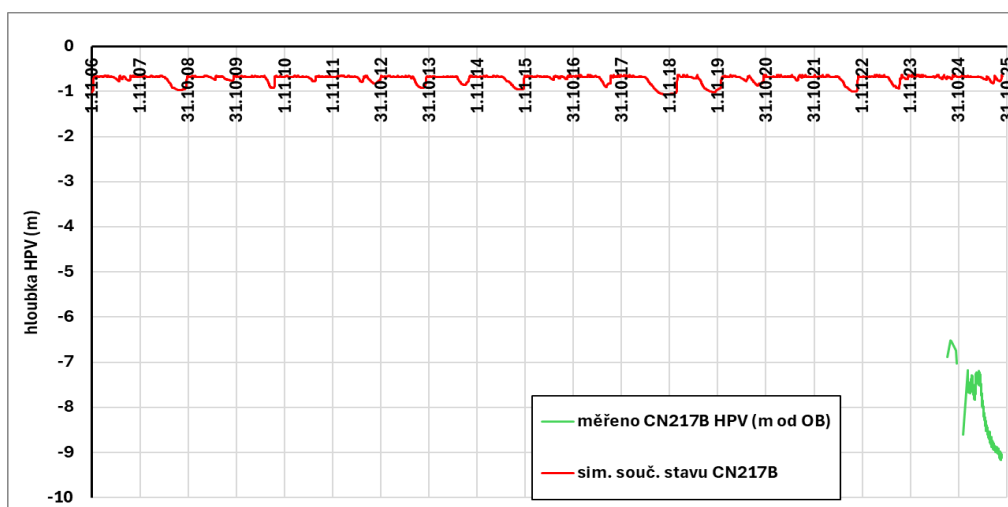
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno CIS12 HPV (m od OB)	gemessen CIS12 GWS (m unter GOK)
sim. souč. stavu CIS12	Sim. des aktuellen Zustands CIS12

Abbildung 30 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CIS12



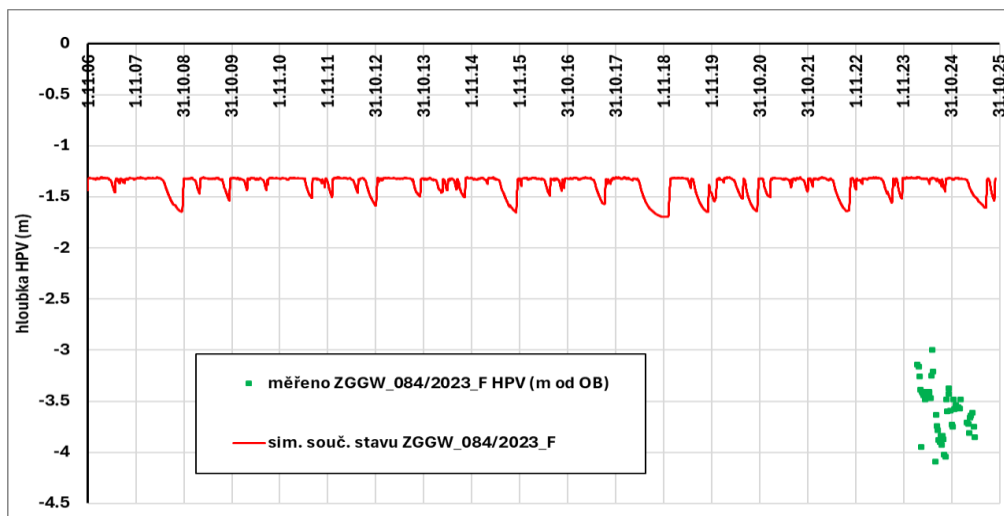
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno CN216 HPV (m od OB)	gemessen CN216 GWS (m unter GOK)
sim. souč. stavu CN216	Sim. des aktuellen Zustands CN216

Abbildung 31 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN216



hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno CN217B HPV (m od OB)	gemessen CN217B GWS (m unter GOK)
sim. souč. stavu CN217B	Sim. des aktuellen Zustands CN217B

Abbildung 32 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung CN217B



hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno ZGGW_084/2023_F HPV (m od OB)	gemessen ZGGW_084/2023_F GWS (m unter GOK)
sim. souč. stavu ZGGW_084/2023_F	Sim. aktueller Zustand ZGGW_084/2023_F

Abbildung 33 Vergleich der beobachteten (grüne Linie) und simulierten (rote Linie) Tiefen des oberflächennahen Grundwasserspiegels in der Bohrung ZGGW_084/2023F

4.2.3 Vergleich der langfristigen hydrologischen Bilanz

Die Stabilität der wesentlichen Elemente der durch das Modell simulierten hydrologischen Bilanz ist ein bedeutendes Kriterium für die Beurteilung der langfristigen Modellstabilität. Die Basiselemente der hydrologischen Bilanz wurden für die gesamte Modellfläche quantifiziert.

In der folgenden Abbildung ist die Entwicklung der durch das Modell simulierten Hauptkomponenten der hydrologischen Bilanz für die gesamte Fläche des Einzugsgebiets dargestellt. Die Erläuterungen befinden sich unter der Abbildung.

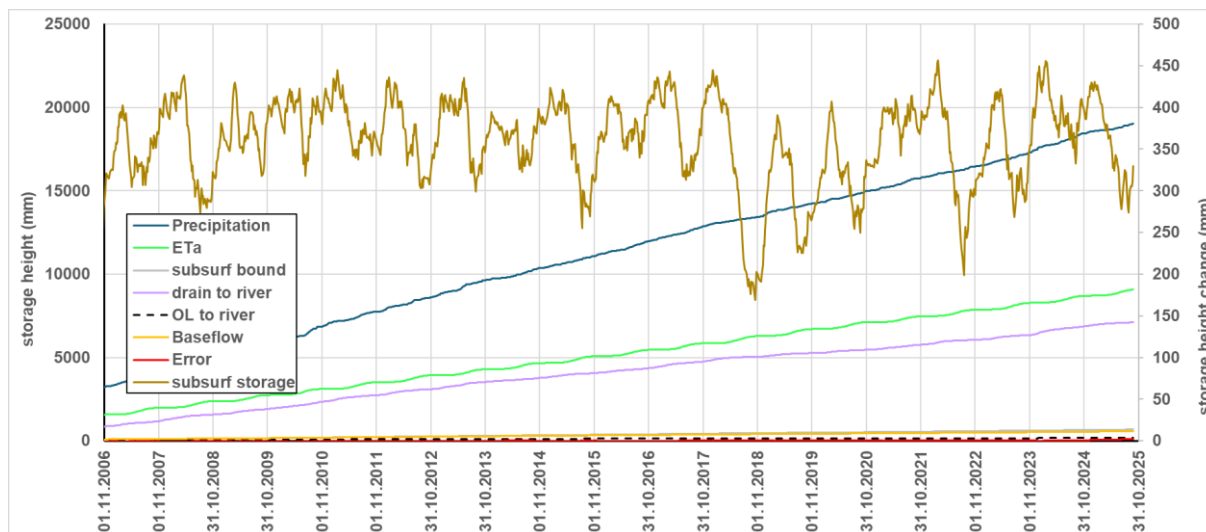


Abbildung 34 Grundelemente der hydrologischen Bilanz simuliert durch das Modell 2006–2025, gesamte Modellfläche mit Ausnahme der Fläche des Zinnwalder Granits

Die Hauptelemente der hydrologischen Bilanz sind in den Abbildungen als Summenlinien in mm Höhe angegeben. Der Grundeingang in die Bilanz ist der Niederschlag (**Precipitation**, blaue Linie), das größte Verlustglied ist die aktuelle Evapotranspiration (**ETa**, grüne Linie). Die Abflusskomponenten der Bilanz sind wie folgt gekennzeichnet: hypodermischer Abfluss – **drain to river**, lila Linie; Oberflächenabfluss – **OL to river**, schwarz gestrichelte Linie; Basisabfluss – **baseflow**, orangefarbene Linie. Die Bilanz der Grundwasserüberläufe über die Einzugsgebietsgrenzen hinweg ist als **subsurf bound** gekennzeichnet (graue Linie). Die simulierte Änderung des Wasservorrats im Boden und in der gesättigten Zone ist als **subsurf storage** gekennzeichnet (braune Linie). Der Fehler in der Bilanzberechnung ist als **Error** gekennzeichnet (rote Linie). In der folgenden Tabelle (Tabelle 10) sind die Hauptelemente der hydrologischen Bilanz für den Zeitraum 2006–2025 auf Jahressummen (mm/Jahr) umgerechnet.

Tabelle 10 Basiselemente der durch das Modell simulierten hydrologischen Bilanz für die einzelnen Einzugsgebiete des Untersuchungsgebiets. Durchschnittliche Jahreswerte in mm/Jahr für den Zeitraum 2006-2025.

Einzugsgebiet	Fläche (km ²)	Niederschläge	Aktuelle Evapotranspiration	Änderung des Vorrats im Einzugsgebiet	Abfluss (gesamt)	Überlauf in tieferen Schichten	Berechnungsfehler
Gesamtmodell	73.6	842	397	4.1	408	28	6
Gesamtmodell ohne Zinnwalder Granit	73	842	397	4.1	402	32	5
Bystřice	16.2	826	434	7.4	337	44	0
Rotes Wasser	21.9	868	362	1.5	473	35	12

Aus den Werten in der Tabelle ist ersichtlich, dass der numerische Fehler der Bilanzberechnung für die gesamte Fläche und für das Einzugsgebiet der Bystřice weniger als 1 % des Niederschlags ausmacht; im Fall des Einzugsgebiets Rotes Wasser beträgt der Fehler 1,3 % des Niederschlags.

4.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Modellkalibrierung

Auf Basis der aufgeführten Vergleiche mit den gemessenen Daten kann das Modell als hinreichend realitätsnah für den spezifizierten Zweck betrachtet werden: Auswertung der Unterschiede des oberflächennahen Grundwasserspiegels, des Bodenwassergehalts und des Durchflusses an ausgewählten Punkten und Flächen im Gebiet.

Die simulierten oberflächennahen Grundwasserspiegel weisen eine relativ gute Übereinstimmung mit den Messungen in der Gruppe der flachen Brunnen in Cínovec auf. Im Vergleich zu den gemessenen Spiegeln in den Bohrungen ist der simulierte Spiegel im Durchschnitt etwa 5 m flacher als der gemessene Spiegel (es werden jedoch Mittelwerte aus verschiedenen Zeiträumen verglichen).

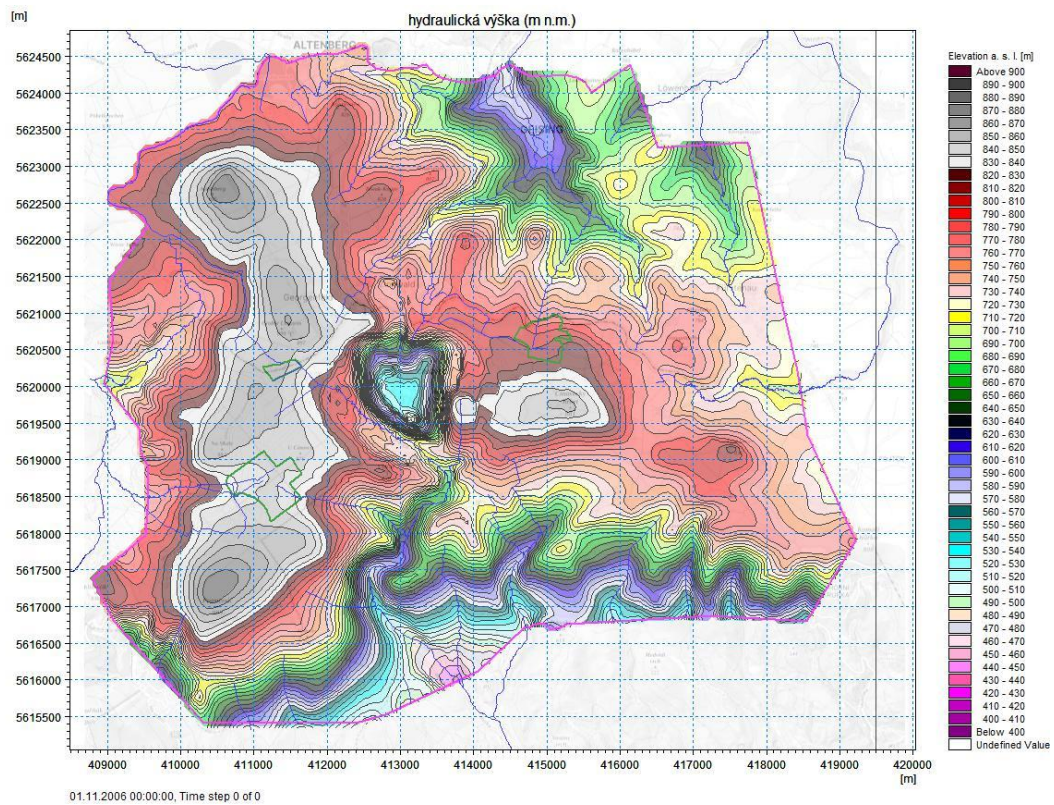
Der Gesamtabfluss im Einzugsgebiet Rotes Wasser ist geringfügig niedriger als der gemessene (-8 %). Im Falle des einbezogenen Teils des Einzugsgebiets von Bystřice unterschätzt das Modell den Gesamtabfluss deutlich (-26 %). In beiden Einzugsgebieten überschätzt das Modell die niedrigen Durchflüsse gegenüber den gemessenen; mittlere Durchflüsse weisen geringere Unterschiede auf, und hohe Durchflüsse unterschätzt das Modell. Die Erfassung der Änderungen der Abflussdynamik ist im Fall des Profils Geising akzeptabel, deutlich schlechter für den anteiligen Teil des Einzugsgebiets von Bystřice. Hier zeigen sich die Einschränkungen durch die räumliche Diskretisierung des Modells

(50x50 m), die verwendeten Schematisierungen, aber auch Unsicherheiten in den verfügbaren Daten, insbesondere bei der Interpolation der Niederschlagssummen von der Station Zinnwald und dem Eingangsfeld der Referenz-Evapotranspiration.

Aus den simulierten Elementen der hydrologischen Bilanz für die gesamte Einzugsgebietsfläche ist ein ungewöhnlich ausgeglichenes Verhältnis zwischen aktueller Evapotranspiration und Gesamtabfluss ersichtlich (47 bzw. 48 % des Niederschlags). Die Perkolation in tiefere Untergrundschichten wurde auf 4 % der jährlichen Niederschlagssumme geschätzt. Für den untersuchten Zeitraum als Ganzes (2006–2025) erscheint das untersuchte Einzugsgebiet als Ganzes sowie die bedeutenden Teilgebiete im Hinblick auf die hydrologische Bilanz als ausgeglichen (Änderung des Wasservorrats weniger als 1 %).

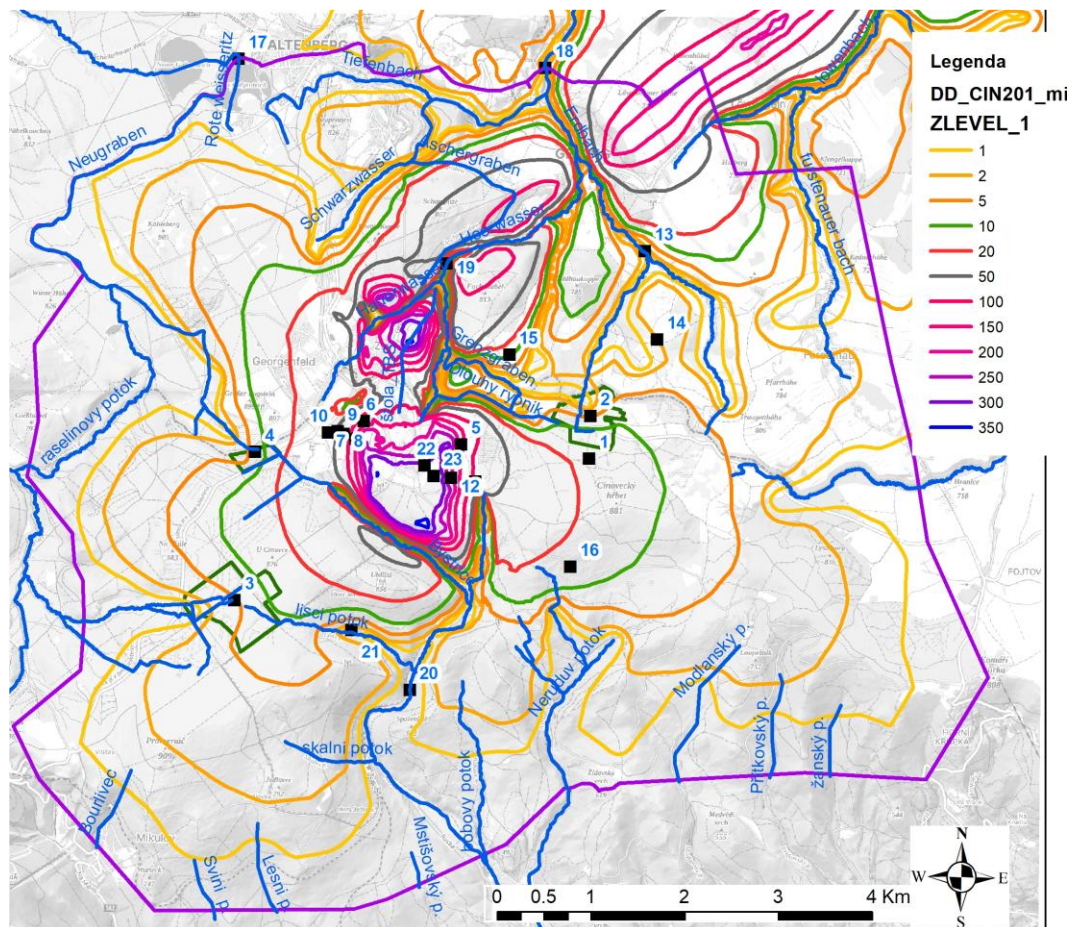
5 Zwei Simulationsvarianten mit Beeinflussung durch den Absenkungstrichter

Im nächsten Schritt wurden zwei Variantensimulationen unter Beeinflussung durch den Absenkungstrichter des tiefen Grundwassers durchgeführt. Für die Variante der Beeinflussung durch den geplanten Bergbau auf dem Gebiet der Tschechischen Republik (im Folgenden als **Variante CZ** bezeichnet) sowie für die Variante der kombinierten Beeinflussung durch den geplanten Bergbau auf dem Gebiet der Tschechischen Republik und der Bundesrepublik Deutschland (im Folgenden als **Variante DE CZ** bezeichnet) wurde identisch vorgegangen, jedoch unter Verwendung eines unterschiedlichen Satzes von Isolinien für die Absenkung des tiefen Grundwasserspiegels. Im Modell des aktuellen Zustands, das in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben wurde, wurde eine Änderung der Randbedingung an dem Modellboden vorgenommen. Auf der Grundlage der gelieferten Unterlagen aus den Ergebnissen des hydrogeologischen Modells wurde die hydraulische Höhe im Bereich des Absenkungstrichters um die Werte reduziert, die aus den vom Auftraggeber bereitgestellten Isolinien der Absenkung interpoliert wurden. Weiterhin wurde eine Wasserentnahme aus Bystřice oberhalb des Zusammenflusses mit dem Bach Liščí potok mit einer konstanten Menge von 5 l/s eingeführt. Die Entnahme repräsentiert die Unterbrechung des Grundwasserzuflusses in den Fluss Bystřice unter dem aktuellen Zustand der Überflutung der Grubenbaue. Alle übrigen Einstellungen und Parameter des Modells blieben unverändert.



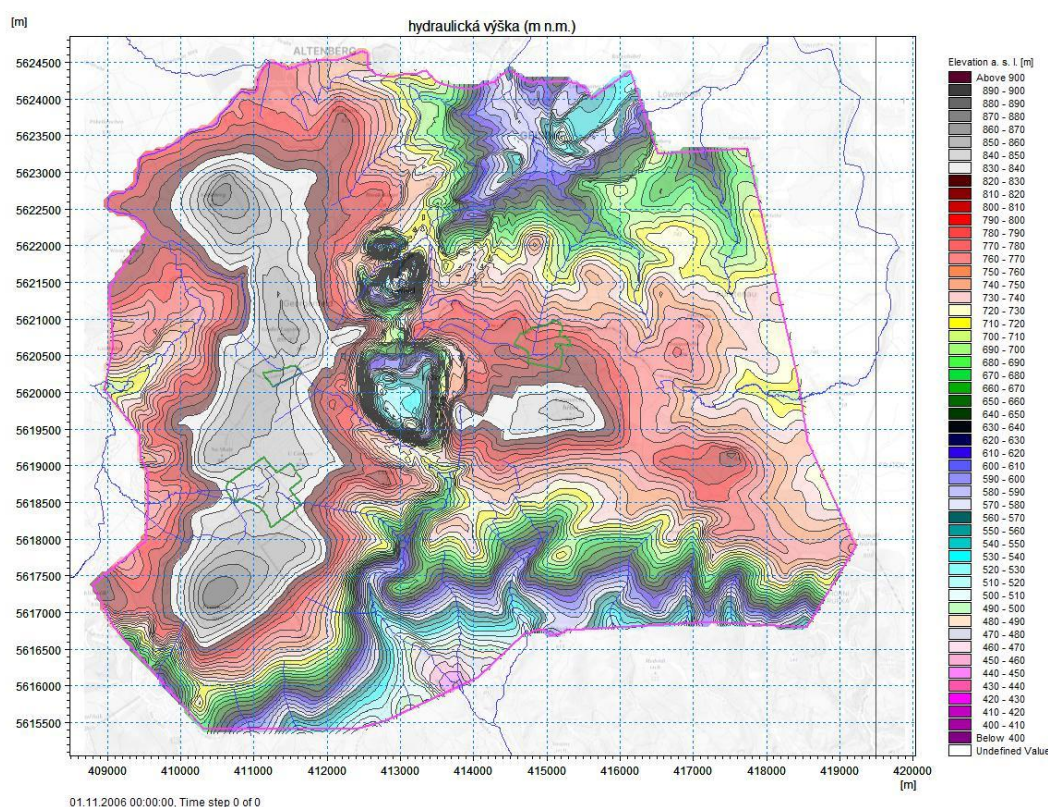
hydraulická výška (m n.m.)	hydraulische Höhe (m ü. M.)
----------------------------	-----------------------------

Abbildung 36 Werte der hydraulischen Höhe, die als Randbedingung im Modellboden mit Beeinflussung durch den Absenkungstrichter festgelegt wurden, Variante CZ (Höhe in m ü. M.)



Legenda	Legende
---------	---------

Abbildung 37 Isolinien der Absenkung der hydraulischen Höhe des tiefen Grundwassers, Variante der Beeinflussung durch den geplanten Bergbau auf dem Gebiet der Tschechischen Republik und der Bundesrepublik Deutschland (im Folgenden als Variante DE CZ bezeichnet)



hydraulická výška (m n.m.)	hydraulische Höhe (m ü. M.)
----------------------------	-----------------------------

Abbildung 38 Werte der hydraulischen Höhe, die als Randbedingung im Modellboden mit Beeinflussung durch den Absenkungstrichter festgelegt wurden, Variante DE CZ (Höhe in m ü. M.)

Mit den so geänderten Randbedingungen wurden zwei Simulationsvarianten mit Einfluss durch den abgesenkten tiefen Grundwasserspiegel wie oben beschrieben durchgeführt. Die Ergebnisse der Simulationen wurden mit den Ergebnissen der Modellsimulation für die gegenwärtigen Bedingungen (im Folgenden als **aktueller Zustand** bezeichnet) verglichen.

6 Vergleich der Ergebnisse aus Modellsimulationen

Die Größen und Lokalisationen für die Auswertung der Ergebnisse der Modellsimulationen sowie für den Vergleich zwischen dem aktuellen Zustand und der Simulationsvariante wurden dieselben verwendet wie in dem im 12/2025 übergebenen Modell [2]:

- Die simulierten Zeitreihen werden an 23 ausgewählten Punkten verglichen, die in der folgenden Tabelle näher aufgeführt sind
- Die Flächenausgabe erfolgt in Form von Karten der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels:
 - Durchschnittswert für den Simulationszeitraum (aktuellen Zustand und zwei Variantensimulationen und deren Differenz)
 - Durchschnittswert für einen ausgewählten Monat (genauer gesagt der Durchschnitt in dem gegebenen Monat aus allen Jahren des

Simulationszeitraums), wiederum als aktueller Zustand und zwei Variantensimulationen und deren Differenz.

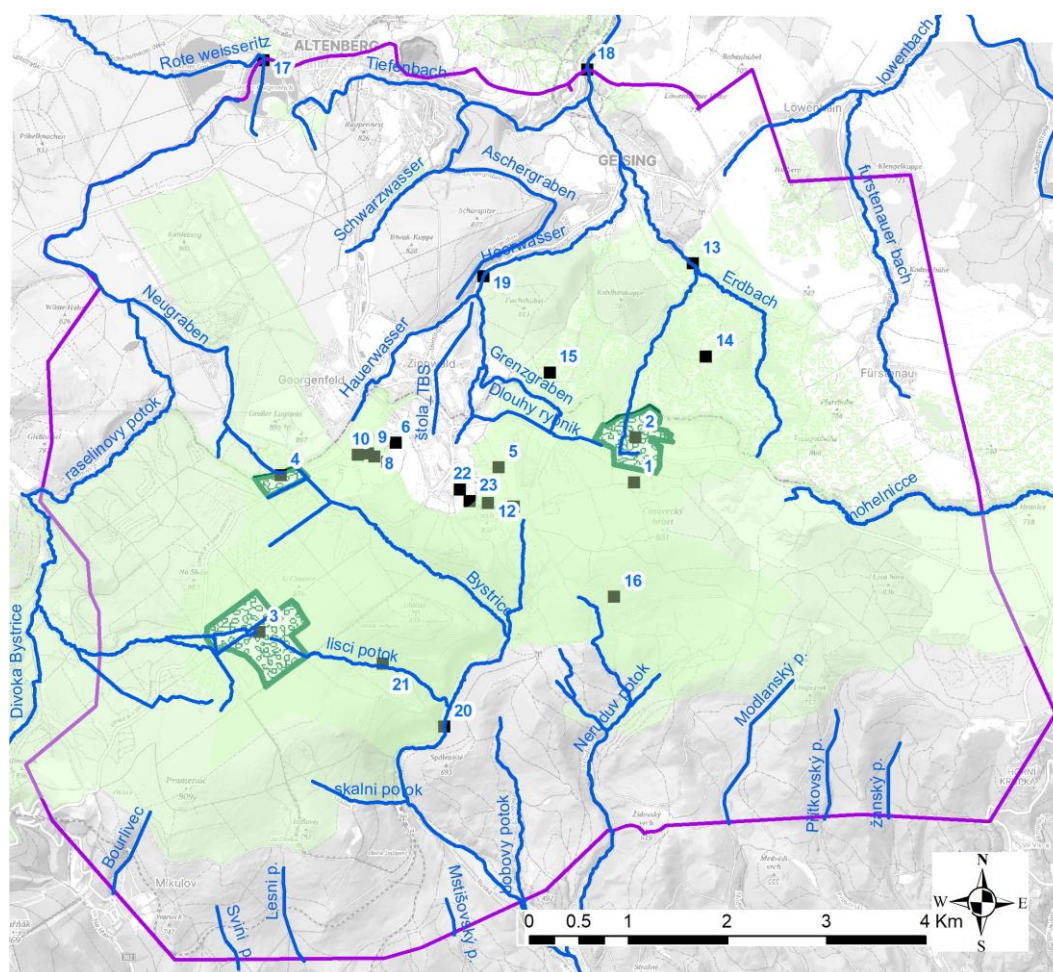
- C) Basiselemente der hydrologischen Bilanz für die gesamte Modellfläche. Berechnet wurden die durchschnittliche Bilanz für den simulierten Zeitraum sowie weiterhin die Durchschnittswerte für die 12 Monate des Jahres für beide Varianten und die Änderungen ausgewertet.

Der Umfang der Auswertung aller angeführten Ergebnisse ist auf den Zeitraum vom 1.1.2006 bis 1.1.2025 aufgrund der Stabilisierung des Modells zu Beginn der Simulation begrenzt.

Tabelle 11 Liste der Punkte für die Ergebnis-Zeitreihen

Punkt-Nr.	Beschreibung	X	Y	Variable
1	Quellgebiet_Malše S2	414953.5333	5620224.247	oberflächennaher Grundwasserspiegel
2	Moor_Cín._Hřbet	414965.2422	5620676.531	oberflächennaher Grundwasserspiegel oder Bodenwassergehalt
3	Moor_U jezera	411167.1408	5618715.965	oberflächennaher Grundwasserspiegel oder Bodenwassergehalt
4	Torfmoor_Cínovecké (S)	411382.2475	5620296.589	oberflächennaher Grundwasserspiegel oder Bodenwassergehalt
5	studny_Cínovec_249_61	413583.4529	5620374.906	oberflächennaher Grundwasserspiegel
6	studny_Cínovec_248	412544.9613	5620622.953	oberflächennaher Grundwasserspiegel
7	studny_Cínovec_83	412459.8976	5620431.328	oberflächennaher Grundwasserspiegel
8	studny_Cínovec_184	412331.3098	5620485.303	oberflächennaher Grundwasserspiegel
9	studny_Cínovec_308	412266.2222	5620517.054	oberflächennaher Grundwasserspiegel
10	studny_Cínovec_206	412163.0345	5620502.766	oberflächennaher Grundwasserspiegel
11	studny_Cínovec_64	413738.896	5619981.337	oberflächennaher Grundwasserspiegel
12	studny_Cínovec_149	413477.6194	5620017.718	oberflächennaher Grundwasserspiegel
13	chr_uzemi_DE105	415548.1462	5622433.321	Durchfluss, Erdbach

14	chr_uzemi_DE106	415679.9514	5621494.982	oberflächennaher Grundwasserspiegel oder Bodenwassergehalt
15	chr_uzemi_DE107	414100.9567	5621331.476	oberflächennaher Grundwasserspiegel oder Bodenwassergehalt
16	Quellgebiet_Nerudův_potok	414751.307	5619071.136	oberflächennaher Grundwasserspiegel
17	Durchfluss_Rote_Weißeritz	411210.8774	5624482.489	Durchfluss, Rote Weisseritz
18	Durchfluss_Erdbach, Geising	414482.8157	5624388.467	Durchfluss, Erdbach (Rotes Wasser)
19	Durchfluss_Heerwasser	413429.9252	5622303.52	Durchfluss, Heerwasser
20	Durchfluss_Bystrice	413036.4802	5617761.171	Durchfluss, Bystrice
21	Zufluss1_Stollen_Pramenac	412413.3852	5618398.818	oberflächennaher Grundwasserspiegel
22	Halde Cínovec	413194.2765	5620152.23	oberflächennaher Grundwasserspiegel
23	Absetzbecken Cínovec	413293.0785	5620036.168	oberflächennaher Grundwasserspiegel

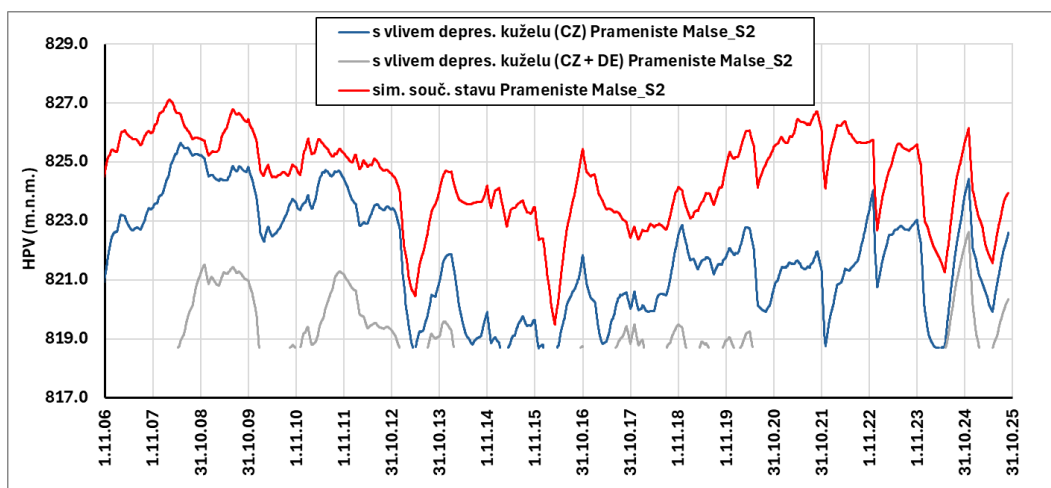


štola TBS	Stollen TBS
-----------	-------------

Abbildung 39 Ausgewählte Punkte für den Vergleich der simulierten Modell-Zeitreihen (schwarze Kästchen). Die Bezeichnung entspricht der vorherigen Tabelle (Tabelle 11). Hellgrüne Flächen: Gebietsschutzflächen (Natura 2000). Dunkelgrün umrandet sind die Torfmoorflächen auf dem Gebiet der Tschechischen Republik

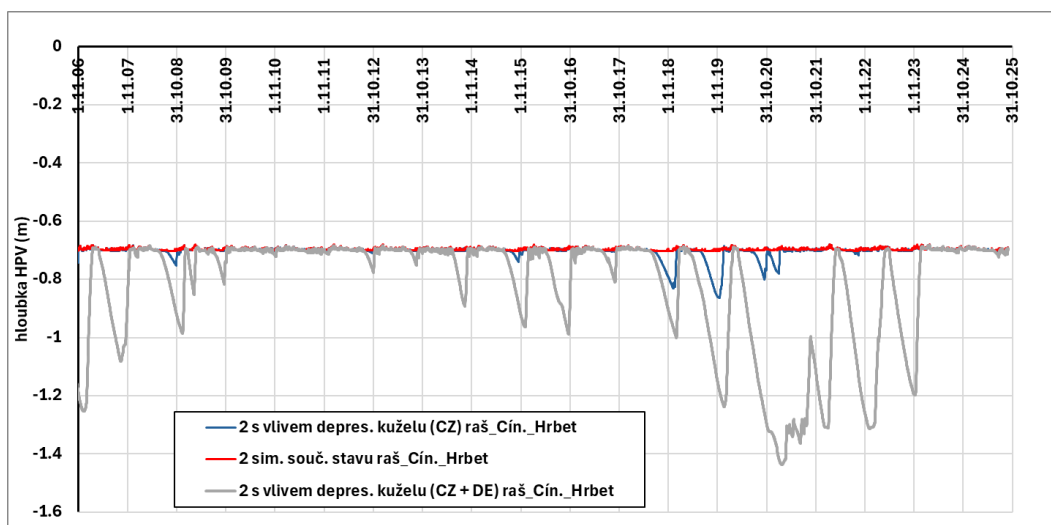
6.1 Vergleich der simulierten Zeitreihen des oberflächennahen Grundwasserspiegels

In den folgenden Abbildungen ist der Vergleich der simulierten oberflächennahen Grundwasserspiegel für ausgewählte Berechnungszellen des Modells dargestellt, in die die ausgewählten Punkte (Tabelle 11) lagen genau fallen. In den Diagrammen wird für die Linien die Farbe Grün für gemessene Daten (sofern verfügbar) verwendet, Rot für die Simulation des aktuellen Zustands, die Farbe Blau für die Simulationsvariante des beeinflussten Zustands (Variante CZ) und die Farbe Grau für die Simulationsvariante der kombinierten Beeinflussung (Variante DE CZ).



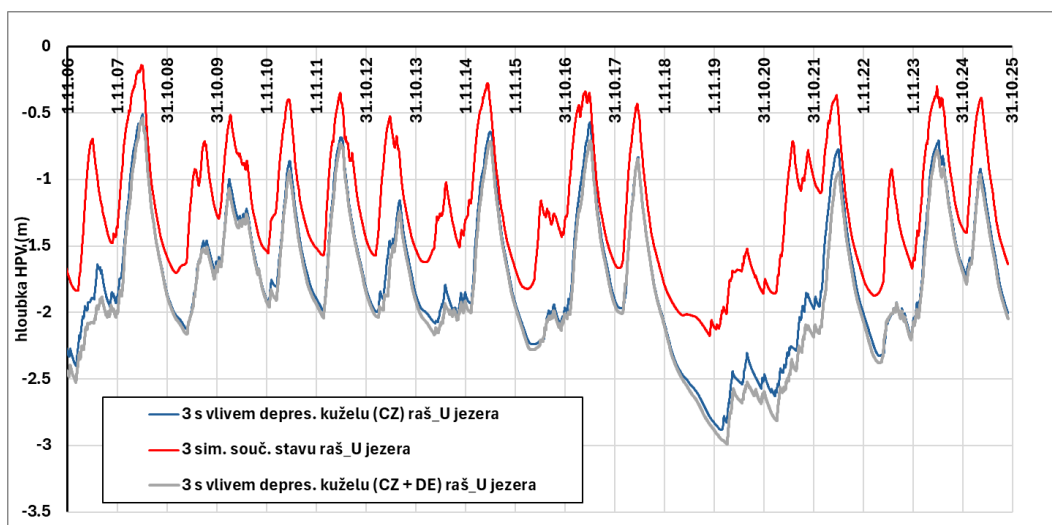
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
s vlivem depres. kuželu (CZ) Prameniste Malse_S2	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Quellgebiet Malše_S2
s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) Prameniste Malse_S2	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) Quellgebiet Malše_S2
sim. souč. stavu Prameniste Malse_S2	Sim. aktueller Zustand Quellgebiet Malse_S2

Abbildung 40 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 1 Quellgebiet Malše



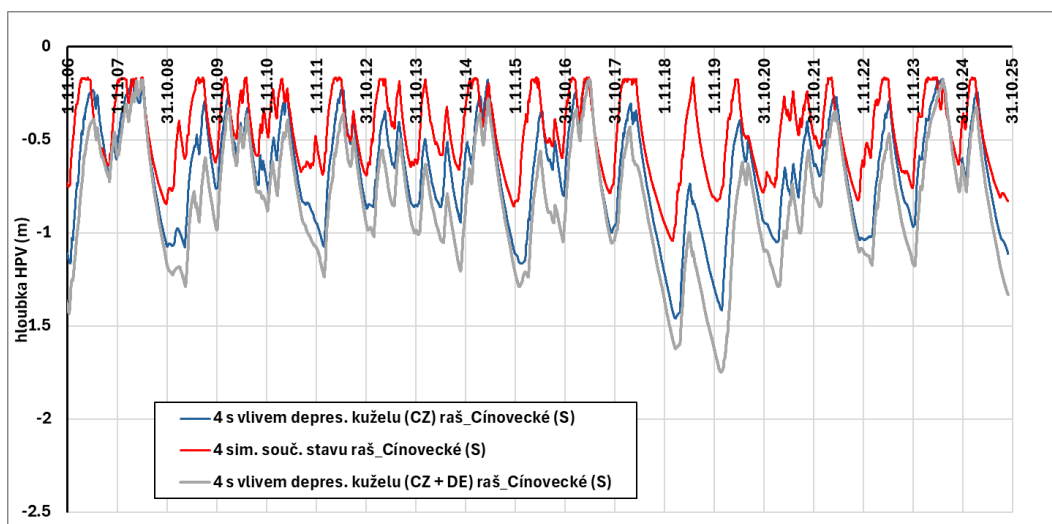
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
2 s vlivem depres. kuželu (CZ) raš_Cín._Hrbet	2 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Moor_Cín._Hřbet
2 s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) raš_Cín._Hrbet	2 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) Moor_Cín._Hřbet
2 sim. souč. stavu raš_Cín._Hrbet	2 Sim. aktueller Zustand Moor_Cín._Hřbet

Abbildung 41 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 2 Moor Cínoveký Hřbet



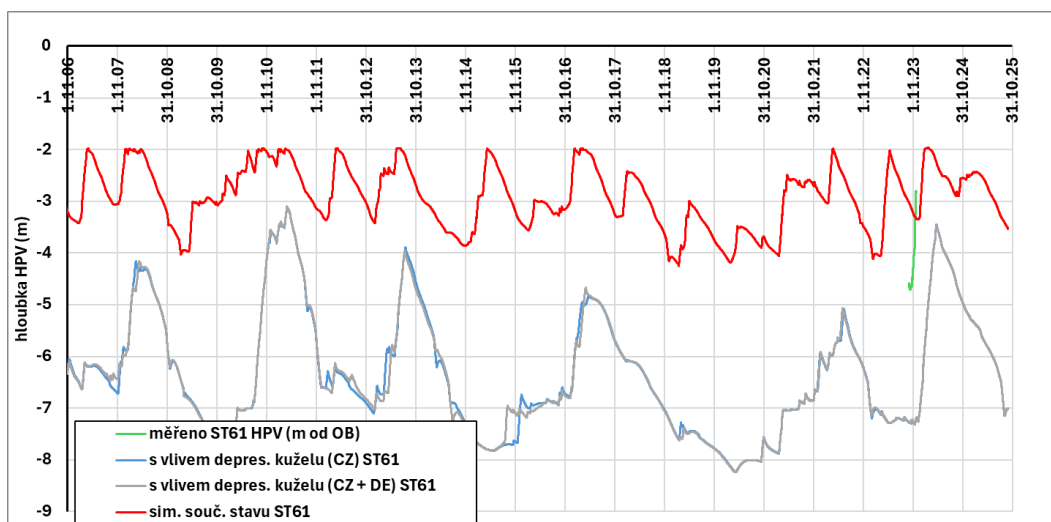
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
3 s vlivem depres. kuželu (CZ) raš_U jezera	3 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Moor_U jezera
3 s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) raš_U jezera	3 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) Moor_U jezera
3 sim. souč. stavu raš_U jezera	3 Sim. aktueller Zustand Moor_U jezera

Abbildung 42 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 3 Moor U jezera



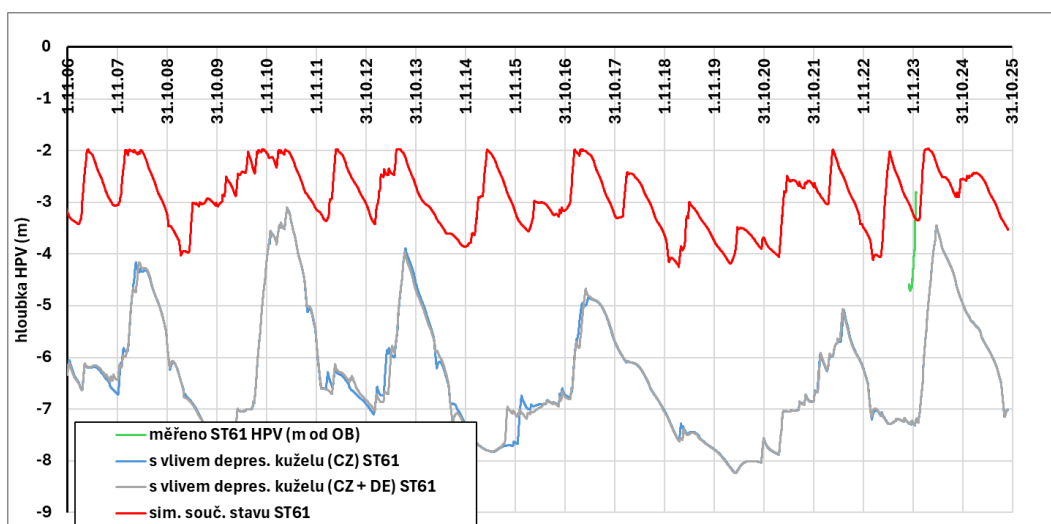
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
4 s vlivem depres. kuželu (CZ) raš_Cínovecké (S)	4 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Moor_Cínovecké (S)
4 s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) raš_Cínovecké (S)	4 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) Moor_Cínovecké (S)
4 sim. souč. stavu raš_Cínovecké (S)	4 Sim. aktueller Stand Moor_Cínovecké (S)

Abbildung 43 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 4 Moor Cínovecké (Norden)



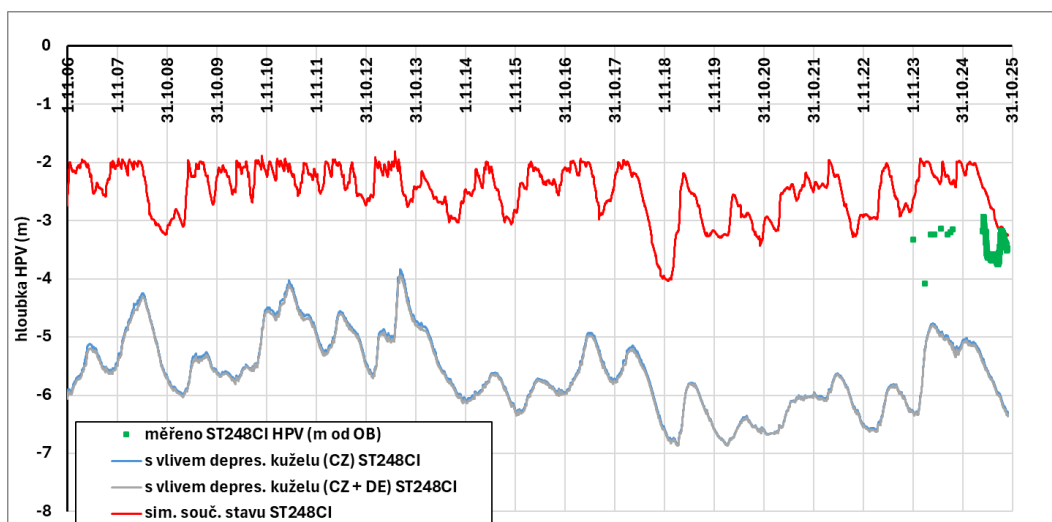
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno ST61 HPV (m od OB)	gemessen ST61 GWS (m unter GOK)
s vlivem depres. kuželu (CZ) ST61	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) ST61
s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) ST61	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) ST61
sim. souč. stavu ST61	Sim. des aktuellen Zustands ST61

Abbildung 44 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 5 Brunnen ST249



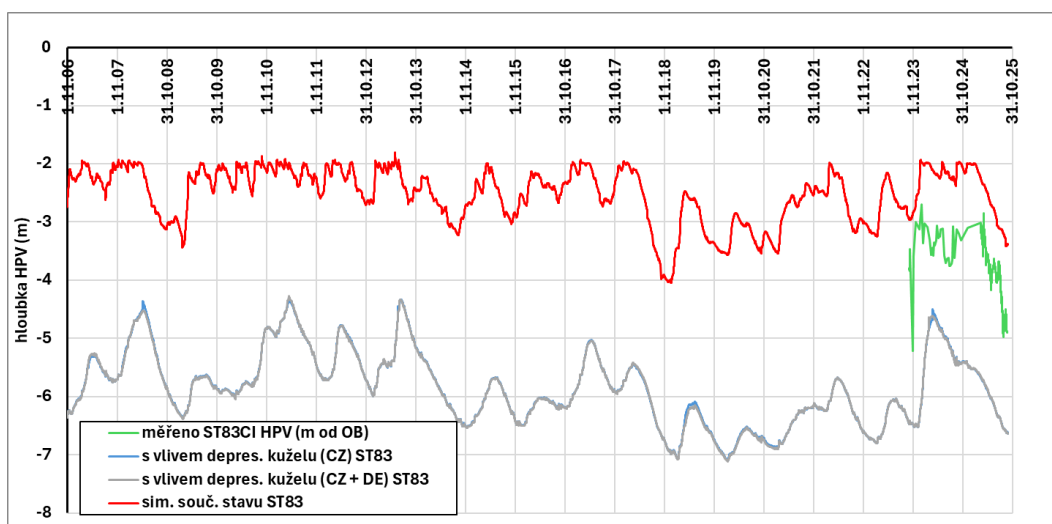
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno ST61 HPV (m od OB)	gemessen ST61 GWS (m unter GOK)
s vlivem depres. kuželu (CZ) ST61	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) ST61
s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) ST61	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) ST61
sim. souč. stavu ST61	Sim. des aktuellen Zustands ST61

Abbildung 45 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 5 Brunnen ST61



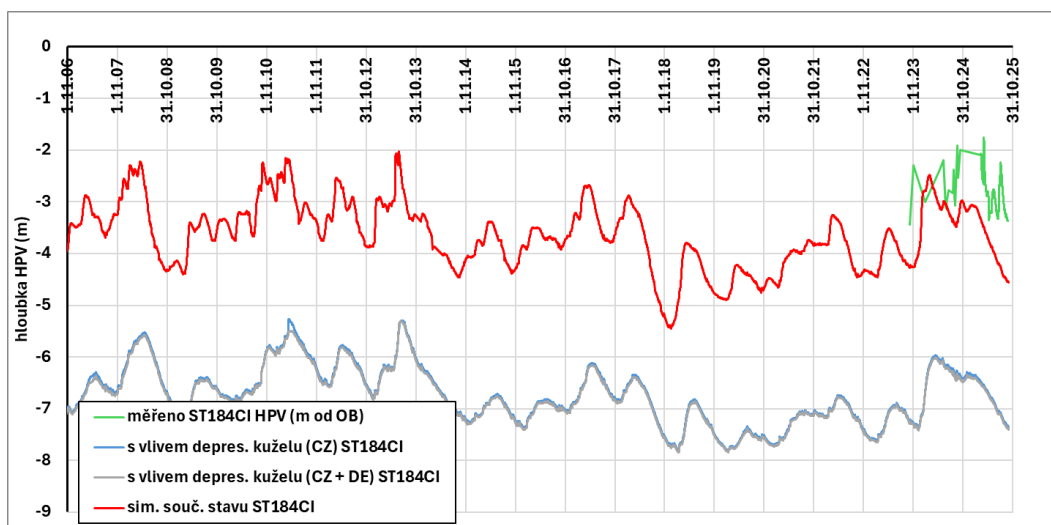
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno ST248CI HPV (m od OB)	gemessen ST248CI GWS (m unter GOK)
s vlivem depres. kuželu (CZ) ST248CI	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) ST248CI
s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) ST248CI	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) ST248CI
sim. souč. stavu ST248CI	Sim. des aktuellen Zustands ST248CI

Abbildung 46 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 6 Brunnen ST248



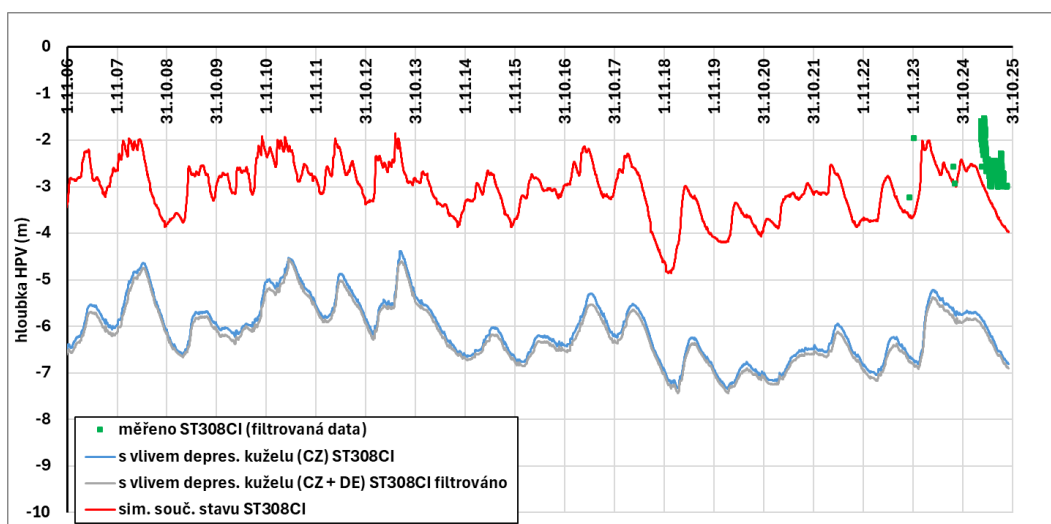
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno ST83CI HPV (m od OB)	gemessen ST83CI GWS (m unter GOK)
s vlivem depres. kuželu (CZ) ST83	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) ST83
s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) ST83	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) ST83
sim. souč. stavu ST83	Sim. des aktuellen Zustands ST83

Abbildung 47 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 7 Brunnen ST83



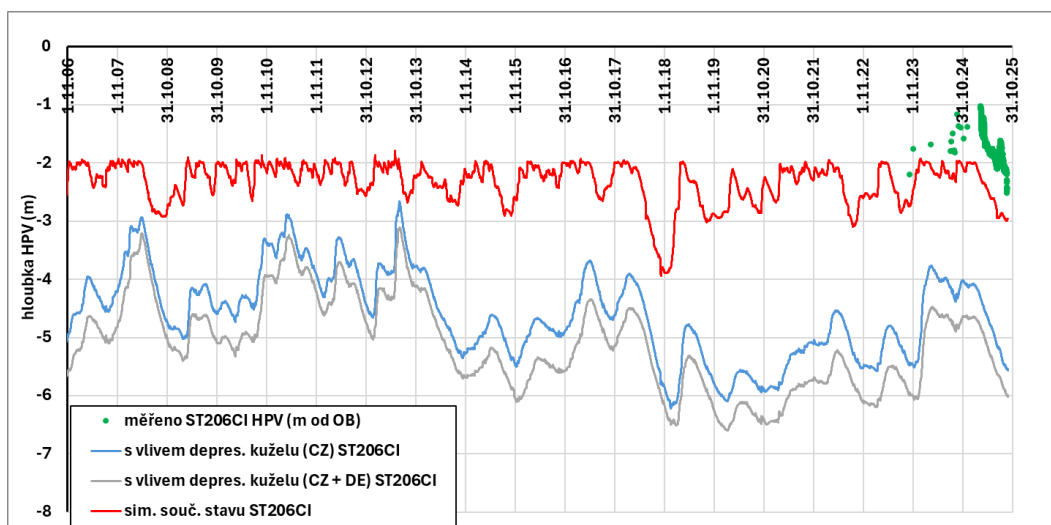
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno ST184CI HPV (m od OB)	gemessen ST184CI GWS (m unter GOK)
s vlivem depres. kuželu (CZ) ST184CI	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) ST184CI
s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) ST184CI	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) ST184CI
sim. souč. stavu ST184CI	Sim. des aktuellen Zustands ST184CI

Abbildung 48 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 8 Brunnen ST184



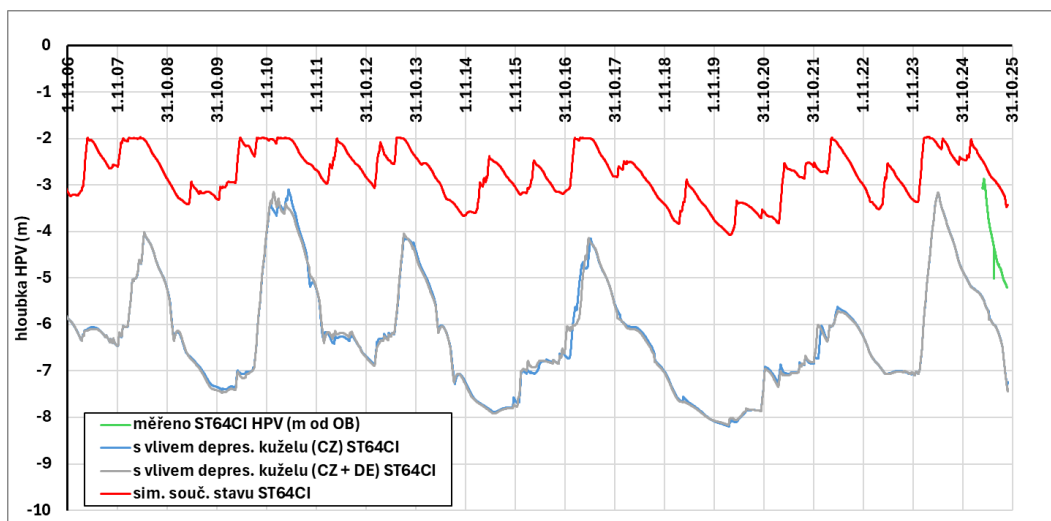
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno ST308CI (filtrovaná data)	gemessen ST308CI (gefilterte Daten)
s vlivem depres. kuželu (CZ) ST308CI	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) ST308CI
s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) ST308CI filtrováno	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ DE) ST308CI gefiltert
sim. souč. stavu ST308CI	Sim. des aktuellen Zustands ST308CI

Abbildung 49 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 9 Brunnen ST308



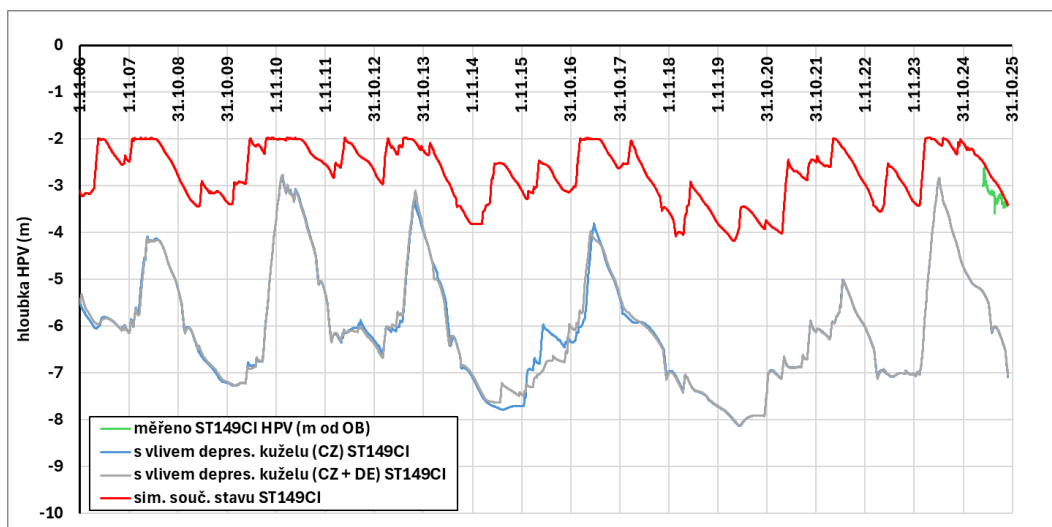
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno ST206CI HPV (m od OB)	gemessen ST206CI GWS (m unter GOK)
s vlivem depres. kuželu (CZ) ST206CI	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) ST206CI
s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) ST206CI	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) ST206CI
sim. souč. stavu ST206CI	Sim. des aktuellen Zustands ST206CI

Abbildung 50 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung, Punkt Nr. 10 Brunnen ST206



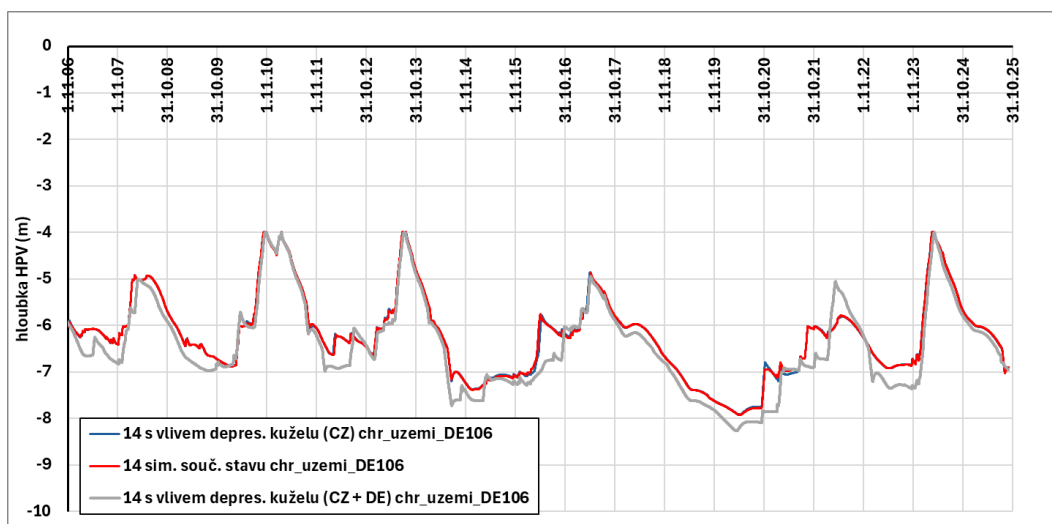
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno ST64CI HPV (m od OB)	gemessen ST64CI GWS (m unter GOK)
s vlivem depres. kuželu (CZ) ST64CI	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) ST64CI
s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) ST64CI	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) ST64CI
sim. souč. stavu ST64CI	Sim. des aktuellen Zustands ST64CI

Abbildung 51 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 11 Brunnen ST64



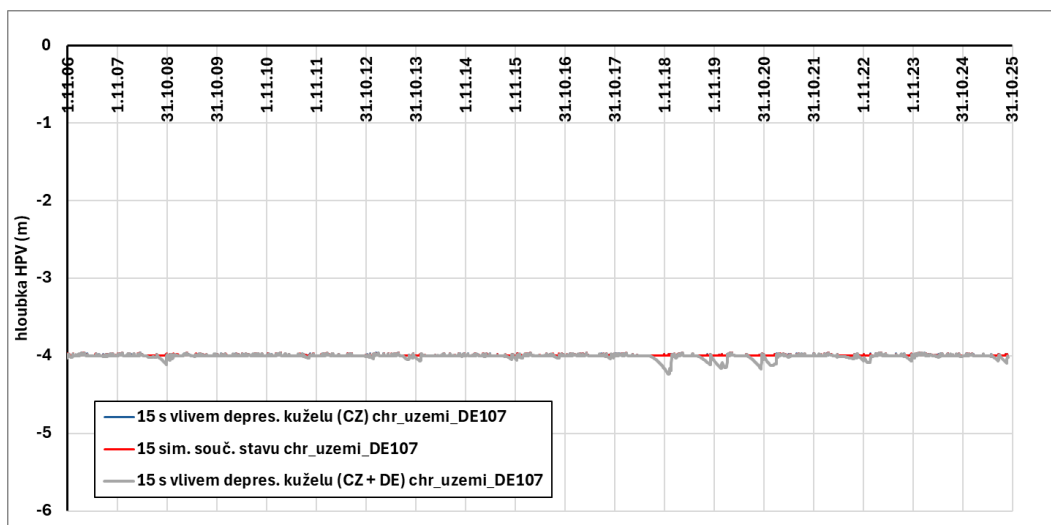
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
měřeno ST149CI HPV (m od OB)	gemessen ST149CI GWS (m unter GOK)
s vlivem depres. kuželu (CZ) ST149CI	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) ST149CI
s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) ST149CI	mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) ST149CI
sim. souč. stavu ST149CI	Sim. des aktuellen Zustands ST149CI

Abbildung 52 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 12 Brunnen ST149



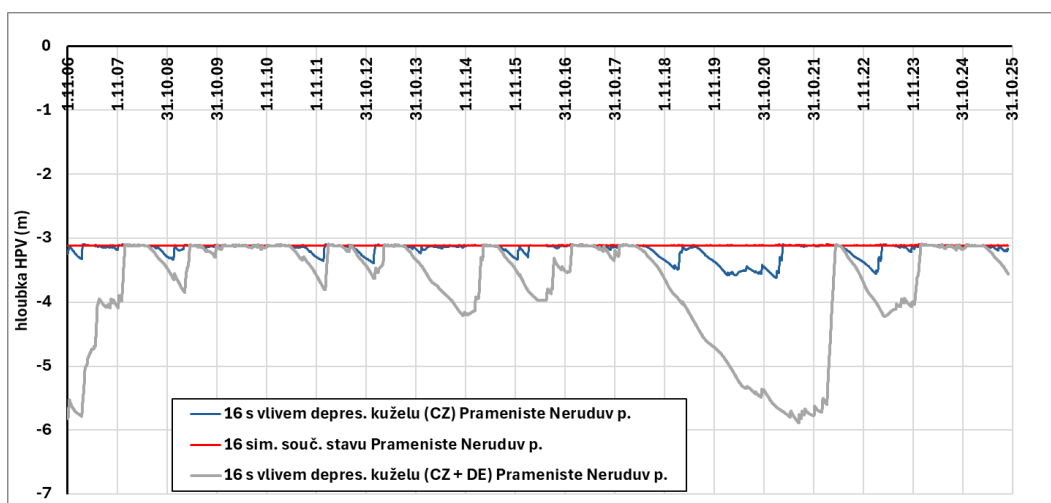
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
14 s vlivem depres. kuželu (CZ) chr_uzemi_DE106	14 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Schutzgebiet_DE106
14 s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) chr_uzemi_DE106	14 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) Schutzgebiet_DE106
14 sim. souč. stavu chr_uzemi_DE106	14 Sim. des aktuellen Zustands Schutzgebiet_DE106

Abbildung 53 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 14 Schutzgebiet in Deutschland DE106



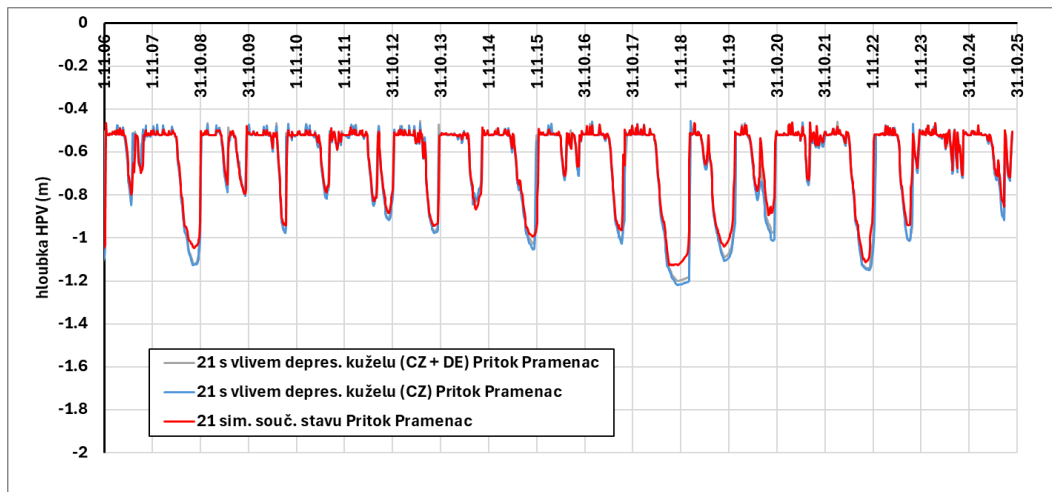
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
15 s vlivem depres. kuželu (CZ) chr_uzemi_DE107	15 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Schutzgebiet DE107
15 s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) chr_uzemi_DE107	15 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) Schutzgebiet DE107
15 sim. souč. stavu chr_uzemi_DE107	15 Sim. des aktuellen Zustands Schutzgebiet DE107

Abbildung 54 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 15 Schutzgebiet in Deutschland DE107



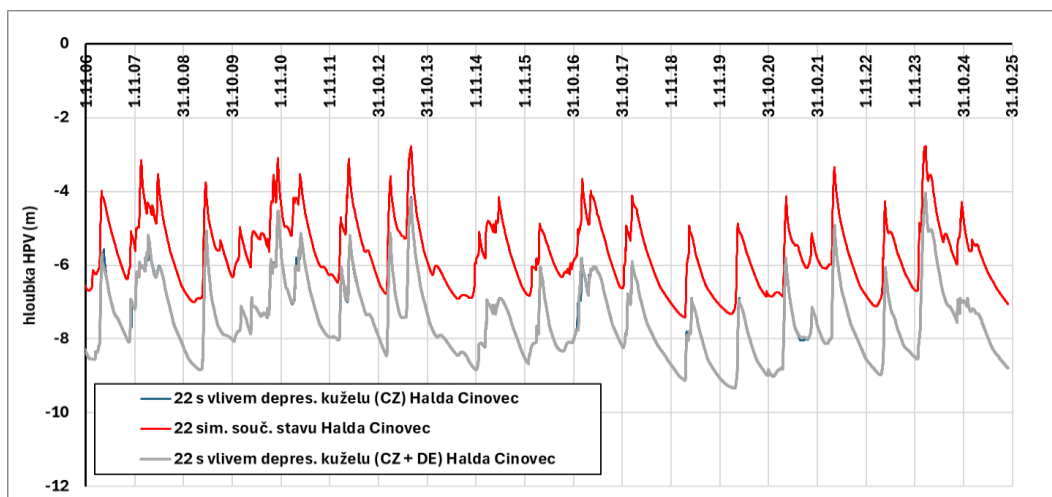
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
16 s vlivem depres. kuželu (CZ) Prameniste Neruduv p.	16 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Quellgebiet Neruduv p.
16 s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) Prameniste Neruduv p.	16 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) Quellgebiet Neruduv p.
16 sim. souč. stavu Prameniste Neruduv p.	16 Sim. des aktuellen Zustands Quellgebiet Neruduv p.

Abbildung 55 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 16 Quellgebiet im Einzugsgebiet des Nerudův potok



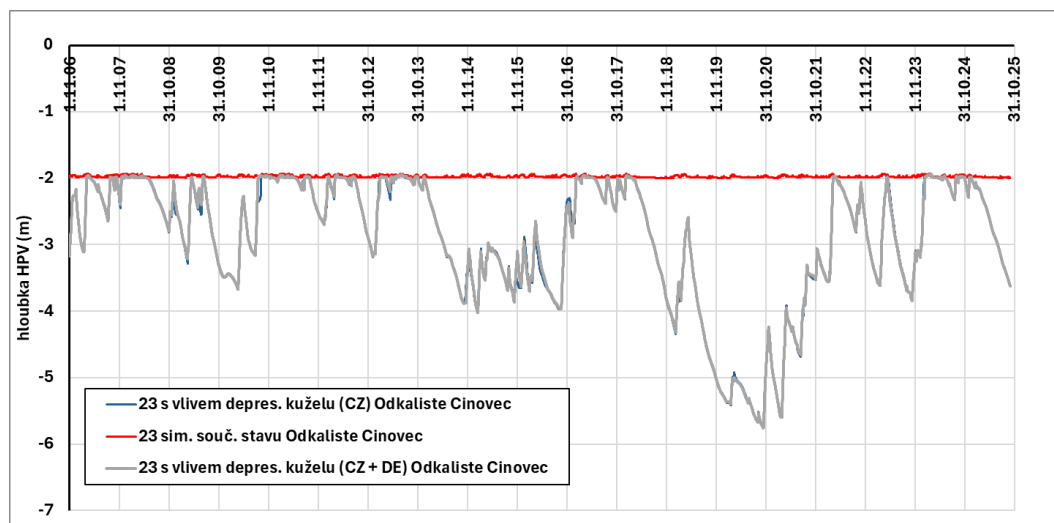
hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
21 s vlivem depres. kuželu (CZ) Pritok Pramenac	21 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Zufluss Pramenáč
21 s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) Pritok Pramenac	21 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) Zufluss Pramenáč
21 sim. souč. stavu Pritok Pramenac	21 Sim. des aktuellen Zustands Zufluss Pramenáč

Abbildung 56 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 21 Am Stollen Pramenáč



hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
22 s vlivem depres. kuželu (CZ) Halda Cinovec	22 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Halde Cínovec
22 s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) Halda Cinovec	22 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) Halde Cínovec
22 sim. souč. stavu Halda Cinovec	22 Sim. des aktuellen Zustands Halde Cinovec

Abbildung 57 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 22 Cínovec, Halde



hloubka HPV (m)	Tiefe des GWS (m)
23 s vlivem depres. kuželu (CZ) Odkaliste Cínovec	23 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Absetzbecken Cínovec
23 s vlivem depres. kuželu (CZ+DE) Odkaliste Cínovec	23 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ+DE) Absetzbecken Cínovec
23 sim. souč. stavu Odkaliste Cínovec	23. Sim. des aktuellen Zustands Absetzbecken Cínovec

Abbildung 58 Simulierte Zeitreihen der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 23 Cínovec, Absetzbecken

Tabelle 12 Zusammenfassung der gemessenen und simulierten Durchschnittswerte der Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels an ausgewählten Punkten. Bezeichnung siehe Tabelle 11

Gruppe	Brunnen in Cínovec									
	Punkt-Nr.	5	5	6	7	8	9	10	11	12
Beschreibung	ST249	ST61	ST248 CI	ST83CI	ST184CI	ST308CI fi	ST206CI	ST64CI	ST149CI	
aus der Messung (m)	-4.7	-3.9	-3.5	-3.9	-2.9	-2.4	-1.8	-4.2	-3.2	
Sim. Ist-Zustand (m)	-2.9	-2.9	-2.5	-2.5	-3.6	-3.1	-2.3	-2.8	-2.7	
Sim Variante CZ (m)	-6.3	-6.3	-5.6	-5.9	-6.7	-6.1	-4.6	-6.2	-6.0	
Unterschied (m)	-3.4	-3.4	-3.1	-3.3	-3.1	-3.0	-2.3	-3.5	-3.3	

Sim Variante DE+CZ	-6.3	-6.3	-5.6	-5.9	-6.8	-6.2	-5.1	-6.2	-6.0
Unterschied (m))	-3.4	-3.4	-3.1	-3.3	-3.1	-3.1	-2.8	-3.5	-3.3
Gruppe	Quellgebiete und andere								
Punkt-Nr.	1	16	21	22	23				
Beschreibung	Quellgebiet_Malše S2	Quellgebiet_Nerudův_potok	Zufluss1_Stollen_Pramenac	Halde Cínovec	Absetzbecken Cínovec				
aus der Messung (m)									
Sim. Ist-Zustand (m)	4.2	-3.1	-0.64	-5.7	-2.0				
Sim Variante CZ (m)	6.9	-3.2	-0.65	-7.5	-2.9				
Unterschied (m)	-2.6	-0.1	0	-1.8	-0.9				
Sim Variante DE+CZ	8.9	-3.8	-0.65	-7.5	-2.9				
Unterschied (m)	-4.6	-0.6	0	-1.8	-0.9				
Gruppe	Schutzgebiete								
Punkt-Nr.	2	3	4	14	15				
Beschreibung	Torfmoor Cín. Hřbet	Torfmoor U jezera	Torfmoor Cínovecké (S)	chr_uzemi_DE106	chr_uzemi_DE107				
aus der Messung (m)									
Sim. Ist-Zustand (m)	-0.7	-1.2	-0.5	-6.2	-4.0				
Sim Variante CZ (m)	-0.7	-1.7	-0.7	-6.2	-4.0				
Unterschied (m)	0.0	-0.5	-0.2	0.0	0.0				
Sim Variante DE+CZ	-0.8	-1.8	-0.8	-6.4	-4.0				
Unterschied (m)	-0.1	-0.6	-0.4	-0.2	0.0				

Kommentar zu den simulierten Zeitreihen:

In Fällen, in denen der simulierte Grundwasserspiegel so weit bis nahe an die Oberfläche angestiegen ist, dass er das Niveau der im Modell schematisierten oberflächennahen (virtuellen) Drainage erreichte (z. B. Abbildung 54 und Abbildung 55), ist in den Diagrammen eine gerade Linie erkennbar, die nicht der Realität entspricht (der Spiegel würde wahrscheinlich weiter zur Oberfläche ansteigen). Dieses Phänomen ist eine Folge der verwendeten Schematisierung der oberflächennahen Drainage in der Modellfläche. Ein relativer Vergleich der Simulationsergebnisse ist weiterhin möglich (es kann eine simulierte Absenkung des Grundwasserspiegels unter dieses Niveau in einer der Varianten erkennbar sein).

Im Fall von Punkt Nr. 1 (Quellgebiet von Malše) ist die gesamte Entnahme (gemäß Daten von SČVAK) im Modell auf drei Punkte (in drei verschiedenen Berechnungszellen) verteilt und als oberflächennahe Grundwasserentnahme schematisiert. An allen drei Punkten kommt es zu einer deutlichen Absenkung des simulierten Grundwasserspiegels in den Berechnungszellen, in denen die Entnahme eingeführt ist, und zwar sowohl für die Simulation des aktuellen Zustands als auch für beide Varianten. Die Absenkung ist auch in den Karten der simulierten Grundwasserspiegel erkennbar. Dieses Phänomen wird durch eine Kombination aus der verwendeten Schematisierung, der Größe der Berechnungszellen, der Größe der Entnahme und den für die gesättigte Zone im Modell an dieser Stelle verwendeten hydraulischen Parametern verursacht. Daher ist in der Abbildung (Abbildung 40) die hydraulische Höhe in m ü. M. an einer benachbarten Stelle der Entnahme angegeben, nicht genau an der Stelle, die in der Karte als Nr. 1 gekennzeichnet ist. Dank dessen ist es möglich, die Größe der Spiegelabsenkung für beide Varianten mit Beeinflussung zumindest abzuschätzen. Werte unter dem Niveau von etwa 818,7 m ü. M. sind durch die Berechnungsschematisierung des Modells beeinflusst und nicht in den Vergleich einbezogen. Für eine genauere modellbasierte Bewertung der Auswirkung auf das Quellgebiet von Malše wäre es erforderlich, die tatsächliche Größe der Wasserentnahme zu überprüfen, detailliertere Informationen über die Strömung und die Herkunft des Wassers im Quellgebiet zu erhalten (z. B. ob es sich nicht um eine Art bevorzugten Strömungsweg handelt) und die Größe des Einzugsgebiets. Eine mögliche Auswirkung auf das Quellgebiet ist zweckmäßig mit einem Modell mit detaillierterer räumlicher Schematisierung und detaillierterer Beschreibung der hydrogeologischen Bedingungen, die zur Akkumulation von Wasser an dieser Stelle führen, zu bewerten.

6.1.1 Zusammenfassung der simulierten Zeitreihen des oberflächennahen Grundwasserspiegels

Betrachtet man die Unterschiede zwischen der simulierten Zeitreihe für den aktuellen Zustand und der Variantensimulation für den beeinflussten Zustand an den ausgewählten Punkten, lässt sich Folgendes schlussfolgern:

- Die Unterschiede sind in den einzelnen Jahren des Simulationszeitraums vergleichbar. An keinem der ausgewählten Punkte simuliert das Modell im gegebenen Zeitraum ein trendbasiertes Absinken des oberflächennahen Grundwasserspiegels. Dies gilt für die Simulation des aktuellen Zustands und für die beiden Varianten mit Beeinflussung.
- Bei den beiden Varianten mit Beeinflussung simuliert das Modell die abgesenkten Spiegel (d. h. in größerer Tiefe) im Vergleich zur Simulation des aktuellen Zustands. Typische Unterschiede lassen sich für Gruppen ausgewählter Punkte verallgemeinern:
 - Im Falle von zehn Punkten, die Brunnen in verschiedenen Teilen der Gemeinde Cínovec repräsentieren, wird ein Absinken des Spiegels im

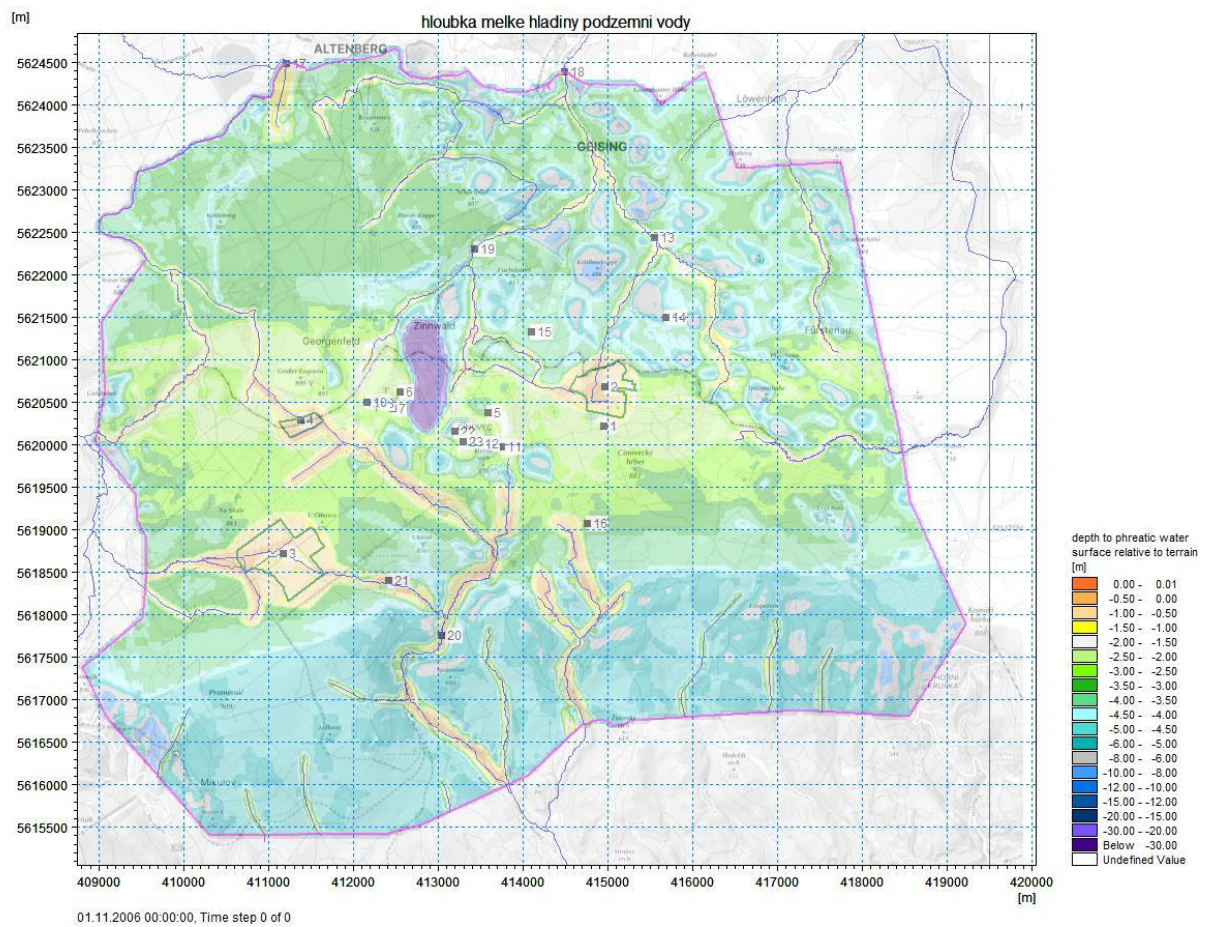
Durchschnitt um 3,2 m simuliert. Bei einem Teil der Punkte ist das Absinken während trockenerer Perioden ausgeprägter (bis zu ca. 4,2 m), bei den übrigen ist das Absinken mehr oder weniger konstant.

- Im Falle von fünf Punkten, die Torfmoore und die Schutzgebiete repräsentieren, ist das Absinken des simulierten Spiegels klein (bis zu 0,6 m)
- Für drei Quellgebiete wird ein durchschnittlicher Rückgang im Bereich von 0,1 bis 4,6 m simuliert, wobei insbesondere beim Quellgebiet Malše 2 eine erhöhte Unsicherheit in den Ergebnissen besteht. Es ist zweckmäßig, dieses Teilgebiet mit einem Modell mit detaillierterer Auflösung zu überprüfen.

Es lässt sich die Hypothese aufstellen, dass der simulierte Rückgang in weiter entfernten Punkten (Moor) geringer ist (bis 0,6 m), während er im Zentrum des Gebiets, in der Gemeinde Cínovec, an den beobachteten Punkten typischerweise 3 bis 4 m erreicht (für beide Beeinflussungsvarianten). Hier werden die Zeitwerte an ausgewählten Punkten präsentiert, bei der Interpretation ist jedoch auch die flächenhafte Variabilität zu berücksichtigen, die aus den Karten der simulierten Grundwasserspiegel ersichtlich ist. Aus den simulierten Zeitreihen ergibt sich, dass es sich um einen mehr oder weniger stabilen Rückgang im gesamten simulierten Zeitraum 2006-2025 handelt, in einigen Fällen ausgeprägter in trockeneren Perioden und geringer in niederschlagsreicheren Winter-/Frühlingsmonaten.

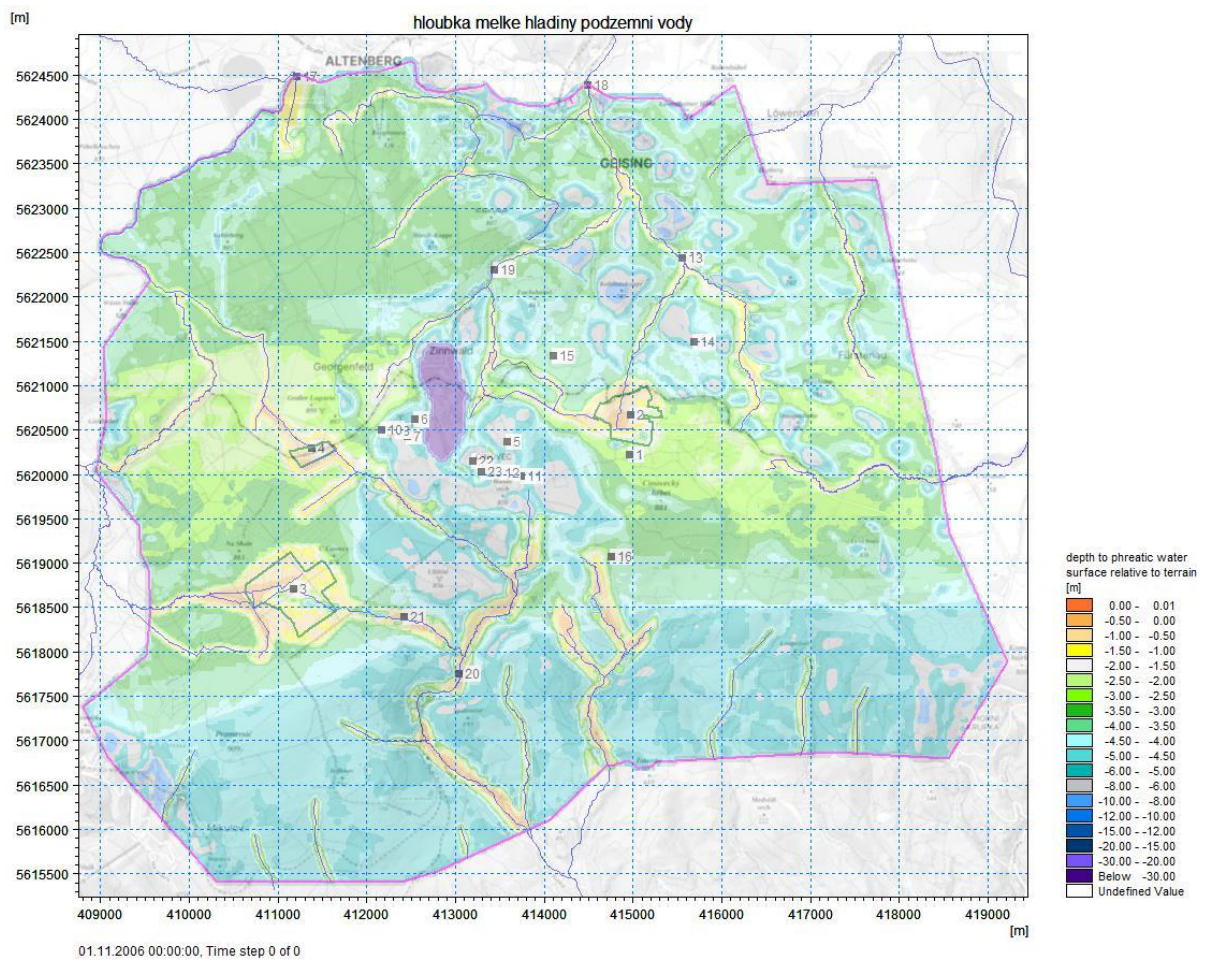
6.2 Vergleich der simulierten Karten der oberflächennahen Grundwasserspiegelmassen in der Modellfläche

Ein weiterer Typ von Modellausgaben sind Karten, die die räumliche Verteilung der gegebenen Größe in der Modellfläche zu einem bestimmten Zeitschritt darstellen. Für die Zwecke der Auswertung von Unterschieden sind im Folgenden Karten der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels aufgeführt, und zwar als durchschnittliche Werte für den Simulationszeitraum 01.11.2006-30.09.2025 für die Simulation des aktuellen Zustands, der beiden Varianten mit Beeinflussung und der Differenzkarte.



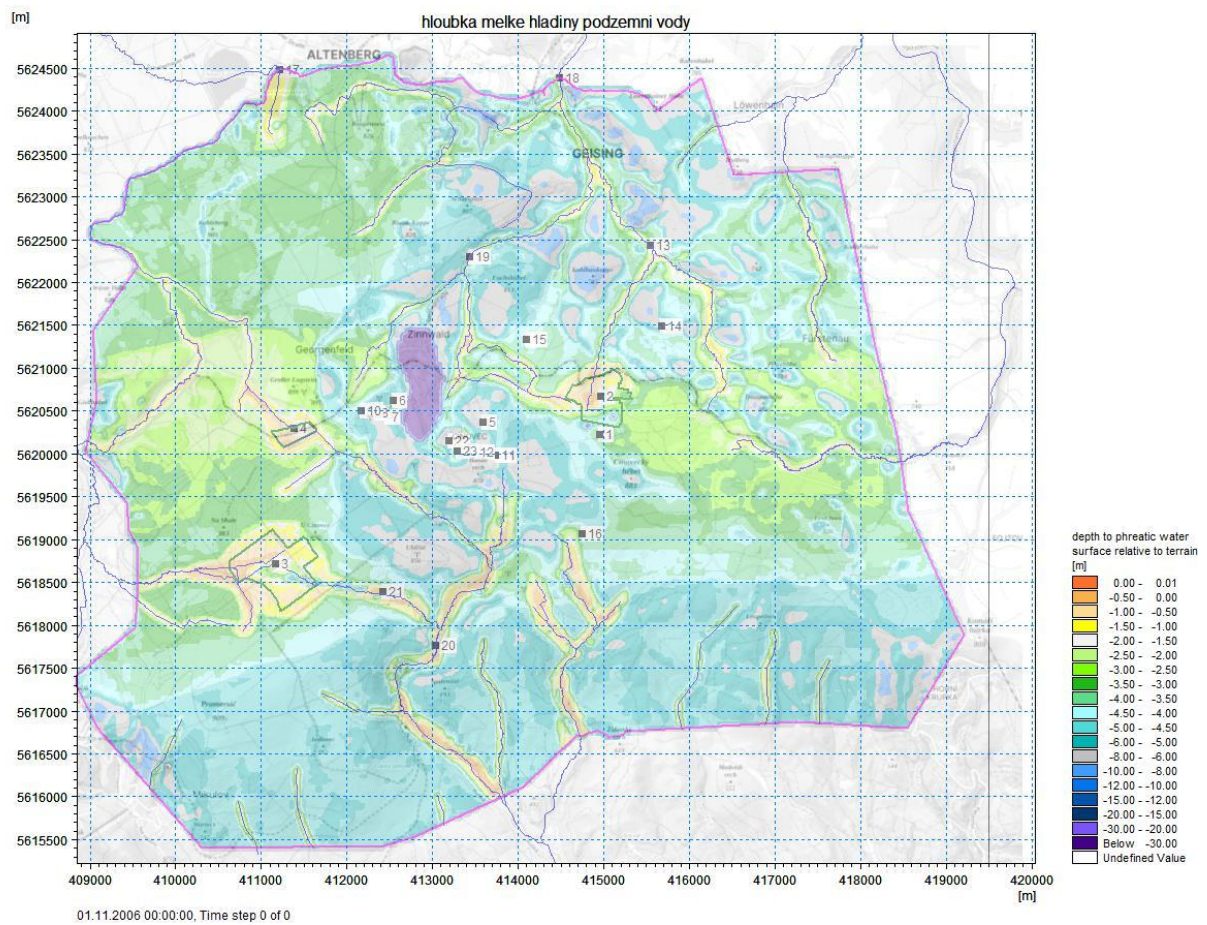
hloubka melke hladiny podzemni vody	Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels
-------------------------------------	--

Abbildung 59 Karte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, Mittelwerte für den Zeitraum 1.11.2006-30.9.2025, aktueller Zustand. Die Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche angegeben



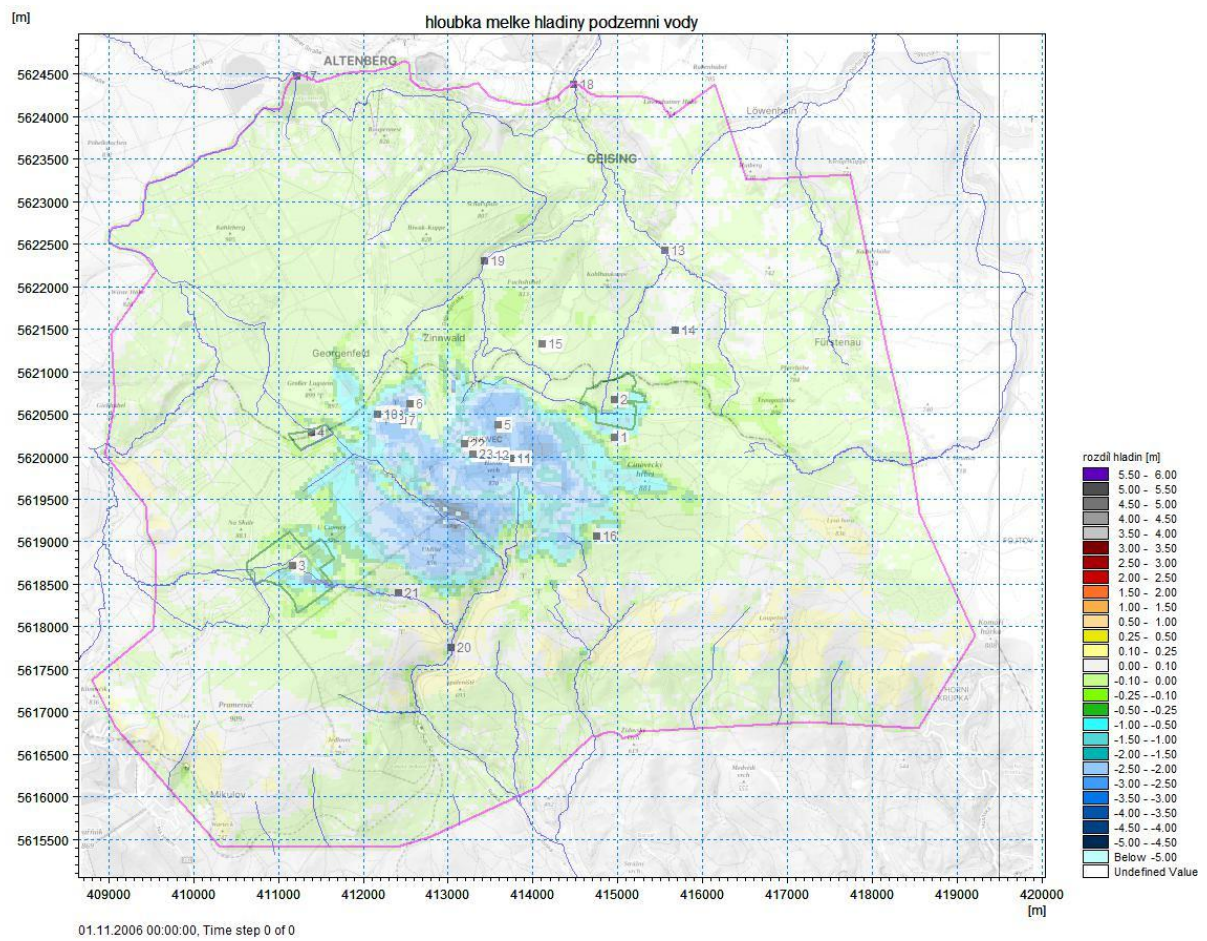
hloubka melke hladiny podzemni vody	Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels
-------------------------------------	--

Abbildung 60 Karte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, durchschnittliche Werte für den Zeitraum 01.11.2006–30.09.2025, Variante mit Beeinflussung CZ. Die Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche angegeben



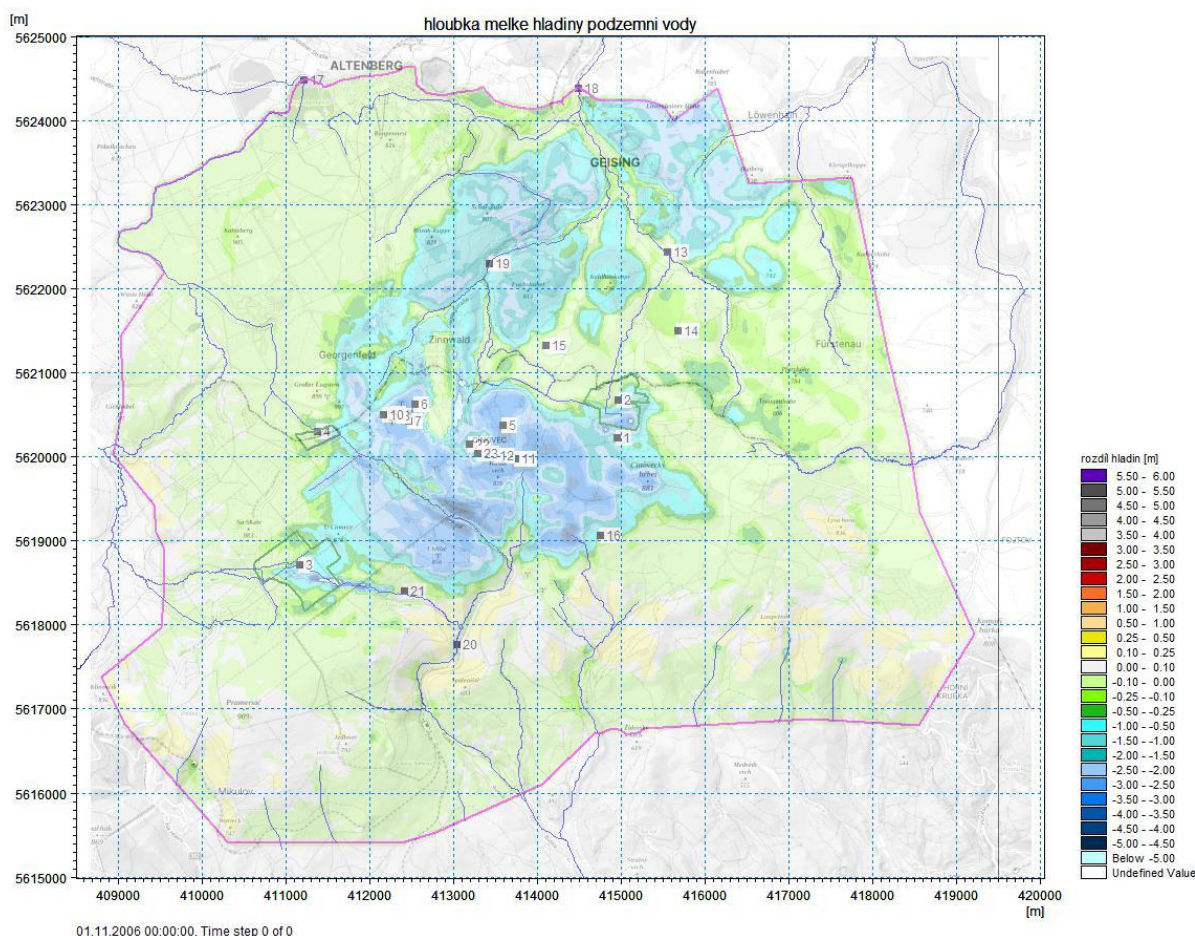
houbka melke hladiny podzemni vody	Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels
------------------------------------	--

Abbildung 61 Karte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, durchschnittliche Werte für den Zeitraum 01.11.2006–30.09.2025, Variante mit Beeinflussung DE_CZ. Die Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche angegeben



hloubka melke hladiny podzemni vody	Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels
rozdíl hladin [m]	Wasserspiegeldifferenz [m]

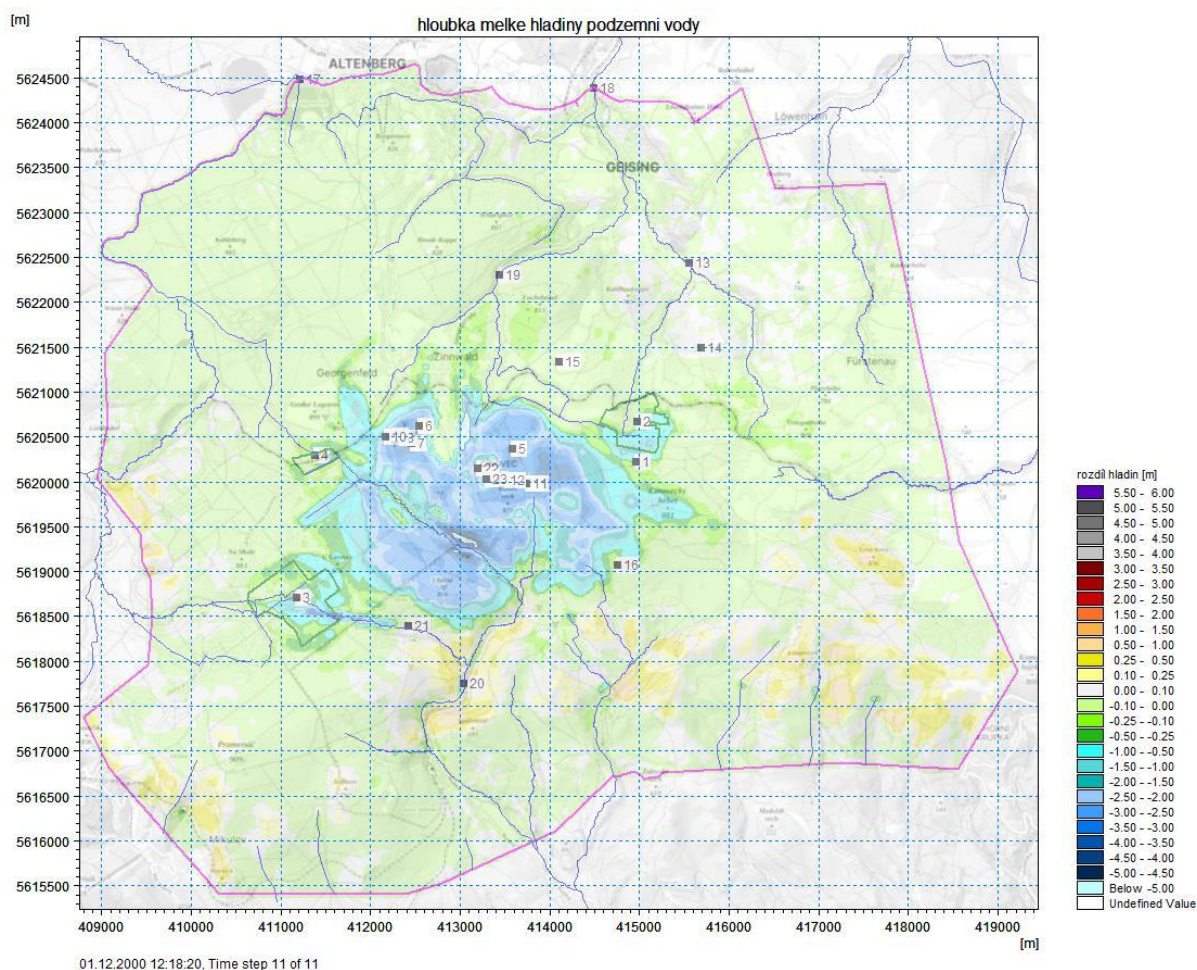
Abbildung 62 Differenzkarte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, durchschnittliche Werte für den Zeitraum 01.11.2006–30.09.2025. Unterschied zwischen der Simulation des aktuellen Zustands und der Variante CZ Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche



hloubka melke hladiny podzemni vody	Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels
rozdlí hladin [m]	Wasserspiegeldifferenz [m]

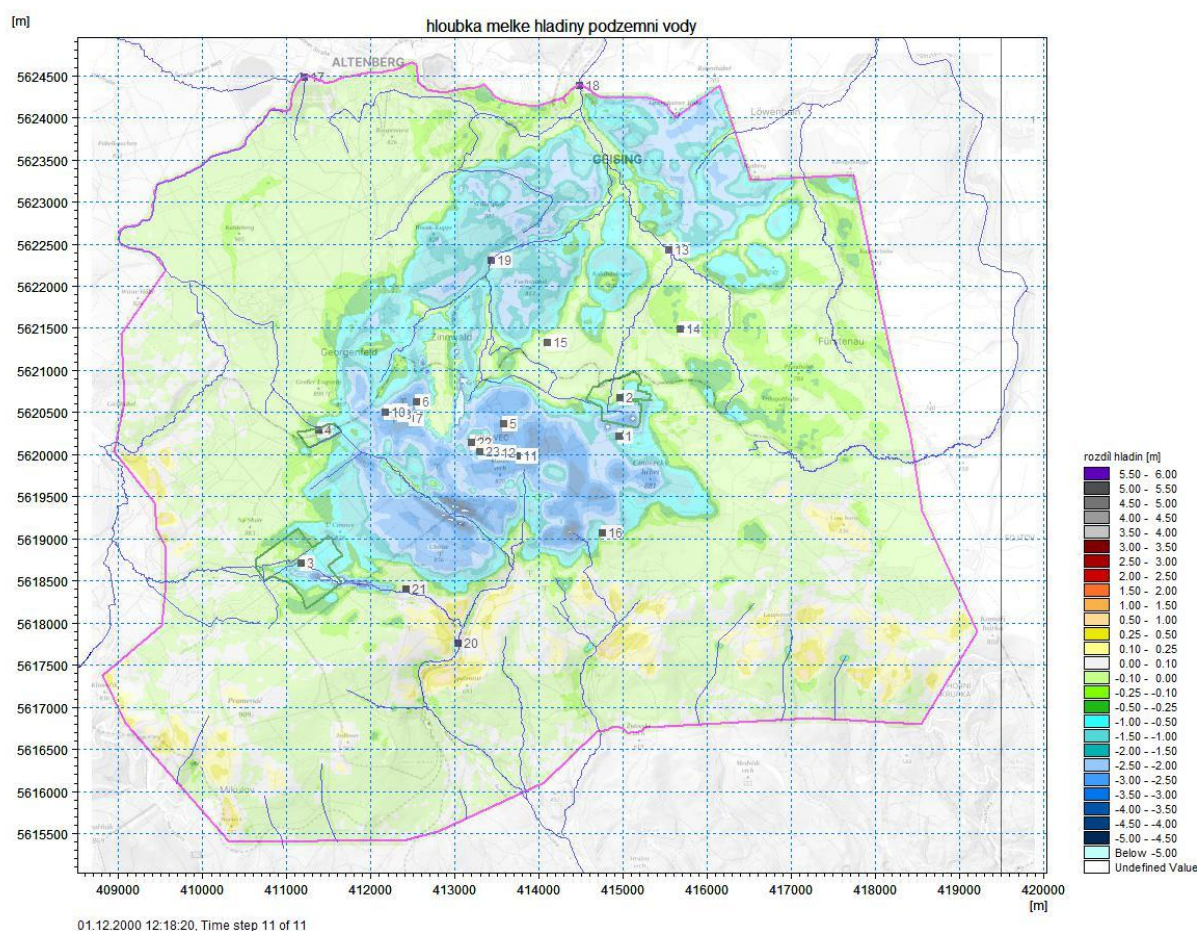
Abbildung 63 Differenzkarte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, durchschnittliche Werte für den Zeitraum 01.11.2006–30.09.2025. Der Unterschied zwischen der Simulation des aktuellen Zustands und der Variante DE_CZ. Die Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche angegeben

Mit Rücksicht auf die Änderungen des oberflächennahen Grundwasserspiegels im Jahresverlauf wurde für die weitere Auswertung ein Monat ausgewählt, in dem die Unterschiede zwischen dem simulierten aktuellen Zustand und der Variante mit Beeinflussung am deutlichsten sind. In den folgenden Abbildungen sind die Differenzkarten der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels dargestellt, und zwar als durchschnittliche Werte für alle Dezembermonate im Zeitraum 2006–2024.



hloubka melke hladiny podzemni vody	Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels
rozdíly hladin [m]	Wasserspiegeldifferenz [m]

Abbildung 64 Differenzkarte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, durchschnittliche Werte für die Dezembermonate 2006–2024. Der Unterschied zwischen der Simulation des aktuellen Zustands und der Variante CZ. Die Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche angegeben



01.12.2000 12:18:20. Time step 11 of 11

hloubka melke hladiny podzemni vody	Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels
rozdl hladin [m]	Wasserspiegeldifferenz [m]

Abbildung 65 Differenzkarte der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels, durchschnittliche Werte für die Dezembermonate 2006–2024. Der Unterschied zwischen der Simulation des aktuellen Zustands und der Variante DE_CZ. Die Farbskala ist in Metern unter der Geländeoberfläche angegeben

An den Modellausgaben ist ein abgesenkter oberflächennaher Grundwasserspiegel im Bereich des Cínovec-Granits erkennbar (lila Farbe). In diesem Bereich liegt der Spiegel nahe dem Modellboden, und es ist anzunehmen, dass er aufgrund der hydraulischen Bedingungen bei einer Entnahme weiter absinken wird, was bereits außerhalb der Domäne des hier präsentierten Modells liegt. Für dieses Gebiet sind die Ergebnisse aus einem Modell zu interpretieren, das tiefere Schichten einbezieht, nicht aus den hier präsentierten Ausgaben, die durch die oben beschriebene Modellbeschränkung verzerrt sind.

Aus den Ergebnissen dieses hydrologischen Modells ist weiter ersichtlich, dass sich der **Beeinflussungsbereich für die Variante CZ** (Abbildung 62) auf den Bereich der größten simulierten Absenkung des tiefen Grundwasserspiegels konzentriert - auf das Gebiet der Gemeinde Cínovec und weiter in östlicher und südlicher Richtung in das Einzugsgebiet der Bystřice. Die simulierte durchschnittliche Differenz des oberflächennahen Grundwasserspiegels von mehr als 0,25 m (dunkelgrüne Farbe auf der Skala der Differenzkarten) erstreckt sich von Georgenfeld im Westen bis zum Cínovecký hřbet im Osten, von Zinnwald im Norden bis zum Zusammenfluss der Bystřice mit dem Liščí potok im Süden.

Eine signifikante Absenkung des oberflächennahen Grundwasserspiegels wird im Gebiet der Gemeinde Cínovec und weiter nach Süden bis zum Südhang des Uhliště bis zur Kote von Cínovecký hřbet simuliert. Die Absenkung der simulierten Spiegel erreicht lokal bis zu -5,5 m gegenüber dem aktuellen Zustand (Talhänge von Bystřice südlich der Gemeinde Cínovec). Auf dem Großteil der abgegrenzten Fläche liegen die typischen Absenkungswerte bei -3,3 bis -0,7 m.

Aus den Karten ist ersichtlich, dass das obere Quellgebiet der Bystřice am stärksten von der Absenkung der simulierten Spiegel betroffen ist, einschließlich des namenlosen Zuflusses am Südhang des Husův vrch bis hin zum Zusammenfluss mit dem Liščí potok (einschließlich des Einzugsgebiets von Liščí potok). Ferner sind die Gewässer, die das Gebiet nach Norden auf das Territorium der BRD entwässern (oberes Einzugsgebiet von Heerwasser, Hauerwasser einschließlich des Grenzgraben-Kanals), signifikant beeinflusst. Auf dem tschechischen Gebiet wird zudem das obere Quellgebiet des Einzugsgebiets des Baches Nerudův potok signifikant beeinflusst.

Im Bereich der drei Moore (U Jezera, Cínovecké und Na cínoveckém hřbetu) werden vom Modell überwiegend Absenkungswerte im Bereich von 0 bis -0,5 m simuliert. Im Bereich des Moores U jezera werden lokal Werte von bis zu -4,6 erreicht; diese stehen jedoch mit der Schematisierung der tieferen Struktur des Stollens Pramenáč in Zusammenhang. Es wird davon ausgegangen, dass diese das flache hydrologische Regime im Moor nicht beeinflussen sollten. Der südliche Rand des Moores auf dem Cínovecký hřbet (an der Straße) ist von einem Bereich stärkerer Absenkung (bis zu -1 m) betroffen.

Im übrigen Modellgebiet, außerhalb der oben genannten Fläche werden vom Modell eher vernachlässigbare Werte der Änderung des oberflächennahen Grundwasserspiegels simuliert (hellgraue bis hellste grüne Farbe in der Farbskala).

Die Karte der **Absenkung des oberflächennahen Grundwasserspiegels für die Variante DE_CZ** (Abbildung 63): **auf dem Gebiet der Tschechischen Republik** im zentralen Teil des Gebiets (Gemeinde Cínovec und unmittelbare Umgebung) zeigt sie Werte der Spiegelabsenkung, die den Werten für die Variante CZ sehr nahekommen. Eine signifikante Absenkung des oberflächennahen Grundwasserspiegels wird erneut im Gebiet der Gemeinde Cínovec und weiter nach Süden bis zum Südhang des Uhliště bis zur Kote des Cínovecký hřbet simuliert. Die Absenkung der simulierten Spiegel erreicht erneut lokal bis zu -5,5 m gegenüber dem aktuellen Zustand (Talhänge von Bystřice südlich der Gemeinde Cínovec). Auf dem Großteil der abgegrenzten Fläche liegen die typischen Werte der Absenkung bei -3,3 bis -0,7 m. Zudem ist gegenüber der Variante CZ der Bereich der signifikanten Absenkung auf der Westseite (um die Kote U Cínovce) leicht erweitert, am stärksten jedoch auf der Ost- und Südostseite um die Kote des Cínovecký hřbet und im Bereich des Quellgebiets des Baches Nerudův potok. Die größte simulierte Absenkung des oberflächennahen Grundwasserspiegels in dieser Fläche (zwischen den Koten Husův vrch und Cínovecký hřbet) erreicht nun etwa 3,7 m, meistens dann etwa -0,7 bis -3 m. Im Zentrum des beeinflussten Gebiets (Cínovec und unmittelbare Umgebung) sind die Änderungen der simulierten Absenkung minimal. Eine deutlichere Absenkung des Grundwasserspiegels tritt lokal an den Rändern der Moorflächen U jezera und auf dem Cínovecký hřbet auf.

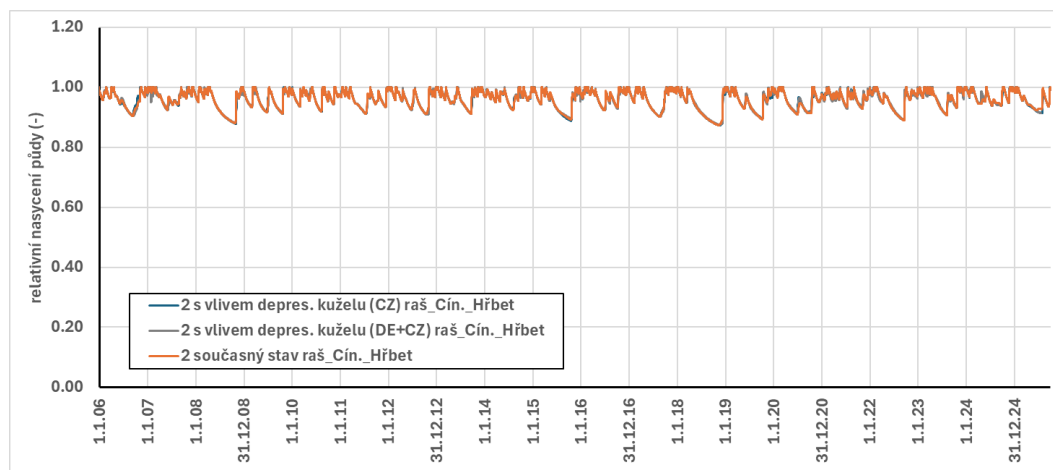
Auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland ist laut den Simulationsergebnissen **für die Variante DE_CZ** ein Gebietsstreifen von Georgenfeld in Richtung Geising (und Loewenhain) erheblich beeinflusst; die häufigsten Werte der Absenkung des oberflächennahen Grundwasserspiegels werden hier im Bereich von -1,2 bis -2,6 m simuliert.

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse müssen die Einschränkungen des Modells berücksichtigt werden, die durch die verfügbaren Eingangsdaten, die räumliche Auflösung, die verwendeten Schematisierungen und die Art der Einführung des

Haupteinflussparameters – also des Absenkungstrichters des tiefen Grundwassers aus dem hydrogeologischen Modell – gegeben sind. Alle diese Faktoren können eine höhere Unsicherheit in den Ergebnissen verursachen, insbesondere in Bereichen mit geneigtem Gelände – hier vor allem im oberen Einzugsgebiet der Bystřice und des Nerudův potok. Eine weitere Quelle der Unsicherheit liegt in der Fläche und der unmittelbaren Umgebung des Granitkörpers bei Cínovec, der stark durch Bergbautätigkeit beeinflusst ist, und das hier präsentierte Modell umfasst lediglich einen Ausschnitt bis zu einer Tiefe von 40 m, der durch Bedingungen in größeren Tiefen außerhalb des Modells beeinflusst wird.

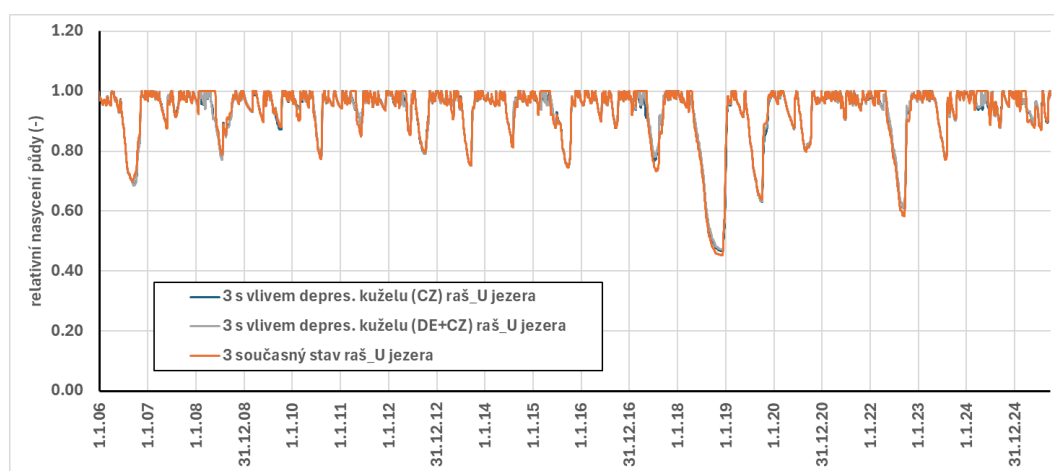
6.3 Vergleich der simulierten Zeitreihen des Bodenwassergehalts

Aus den Ergebnissen der Modellsimulationen wurden für ausgewählte Punkte ferner die Werte der relativen Bodensättigung in einer Tiefe von 0,5 m unter der Oberfläche gewonnen. Es handelt sich um relative Werte zwischen dem Bodenwassergehalt bei Sättigung (Wert 1) und dem residualen Bodenwassergehalt (0). Der Vergleich beider Simulationsvarianten des Modells mit der Simulation des aktuellen Zustands ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.



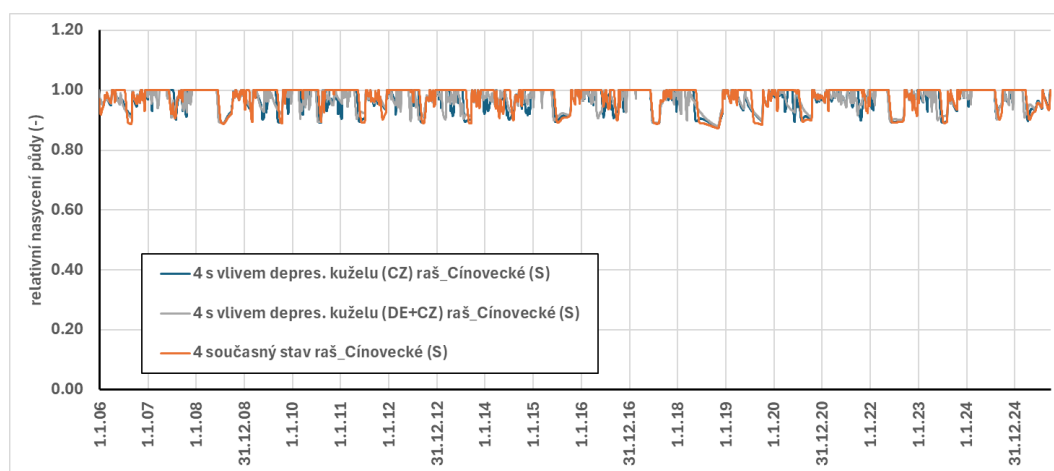
relativní nasycení půdy	relative Bodensättigung
2 s vlivem depres. kuželu (CZ) raš. Cín. Hřbet	2 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Moor Cín. Hřbet
2 s vlivem depres. kuželu (DE+CZ) raš. Cín. Hřbet	2 mit Einfluss des Absenkungstrichters (DE+CZ) Moor Cín. Hřbet
2 současný stav raš. Cín. Hřbet	2 aktueller Zustand Moor Cín. Hřbet

Abbildung 66 Simulierte Zeitreihen der relativen Sättigung in der Tiefe von 0,5 des Bodenprofils, aktueller Zustand und Variante mit Beeinflussung. Punkt Nr. 2 Moor Cínovecký hřbet



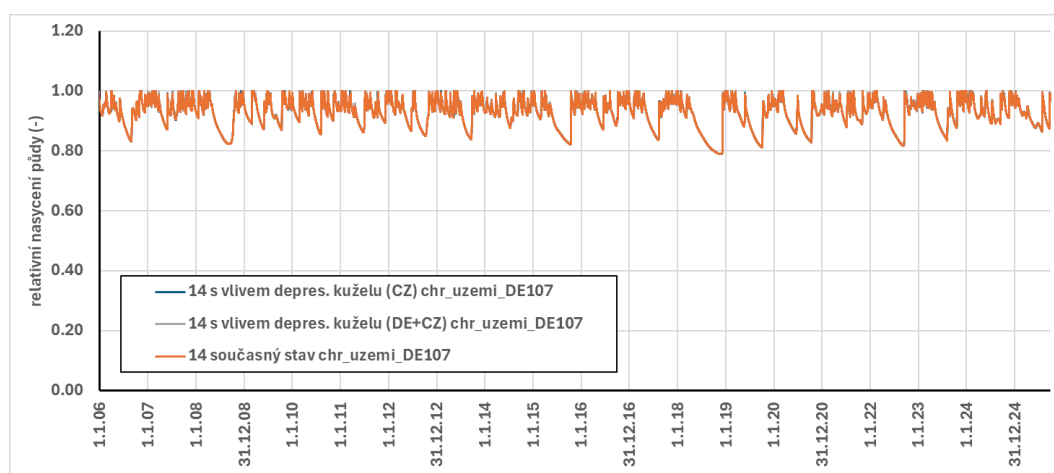
relativní nasycení půdy	relative Bodensättigung
3 s vlivem depres. kuželu (CZ) raš_U jezera	3 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Moor_U jezera
3 s vlivem depres. kuželu (DE+CZ) raš_U jezera	3 mit Einfluss des Absenkungstrichters (DE+CZ) Moor_U jezera
3 současný stav raš_U jezera	3 Aktueller Stand Moor_U jezera

Abbildung 67 Simulierte Zeitreihen der relativen Sättigung in der Tiefe von 0,5 des Bodenprofils, aktueller Zustand und Variante mit Beeinflussung. Punkt Nr. 3 Moor U jezera



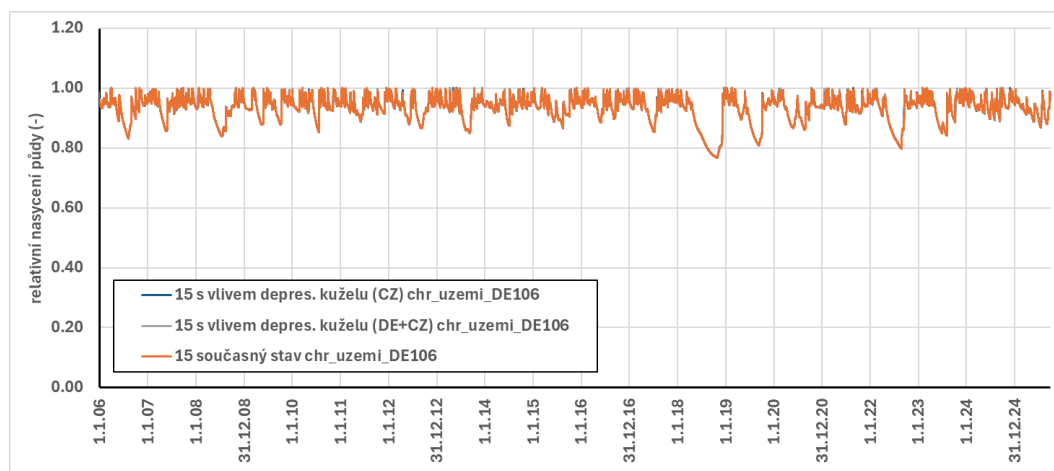
relativní nasycení půdy	relative Bodensättigung
4 s vlivem depres. kuželu (CZ) raš_Cínovecké (S)	4 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Moor_Cínovecké (S)
4 s vlivem depres. kuželu (DE+CZ) raš_Cínovecké (S)	4 mit Einfluss des Absenkungstrichters (DE+CZ) Moor_Cínovecké (S)
4 současný stav raš_Cínovecké (S)	4 Aktueller Zustand Moor_Cínovecké (S)

Abbildung 68 Simulierte Zeitreihen der relativen Sättigung in der Tiefe von 0,5 des Bodenprofils, aktueller Zustand und Variante mit Beeinflussung. Punkt Nr. 4 Moor Cínovecké (Norden)



relativní nasycení půdy	relative Bodensättigung
14s vlivem depres. kuželu (CZ) chr_uzemi_DE107	14 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Schutzgebiet_DE107
14s vlivem depres. kuželu (DE+CZ) chr_uzemi_DE107	14 mit Einfluss des Absenkungstrichters (DE+CZ) Schutzgebiet_DE107
14 současný stav chr_uzemi_DE107	14 aktueller Zustand Schutzgebiet_DE107

Abbildung 69 Simulierte Zeitreihen der relativen Sättigung in der Tiefe von 0,5 des Bodenprofils, aktueller Zustand und Variante mit Beeinflussung. Punkt Nr. 14 Schutzgebiet in Deutschland



relativní nasycení půdy	relative Bodensättigung
15 s vlivem depres. kuželu (CZ) chr_uzemi_DE106	15 mit Einfluss des Absenkungstrichters (CZ) Schutzgebiet_DE106
15 s vlivem depres. kuželu (DE+CZ) chr_uzemi_DE106	15 mit Einfluss des Absenkungstrichters (DE+CZ) Schutzgebiet_DE106
15 současný stav chr_uzemi_DE106	15 aktueller Zustand chr_uzemi_DE106

Abbildung 70 Simulierte Zeitreihen der relativen Sättigung in der Tiefe von 0,5 des Bodenprofils, aktueller Zustand und Variante mit Beeinflussung. Punkt Nr. 15 Schutzgebiet in Deutschland

An allen fünf ausgewerteten Punkten unterscheidet sich der simulierte Verlauf des Wassergehalts zwischen den beiden Simulationsvarianten praktisch nicht. Es lässt sich schlussfolgern, dass Veränderungen des Wassergehalts in der oberen Bodenschicht im Sinne einer Austrocknung infolge des abgesenkten oberflächennahen Grundwasserspiegels aus den Modellergebnissen nicht ersichtlich sind.

Bei der Schematisierung des hydrologischen Regimes der Moore wurde von der Annahme ausgegangen, dass es sich um eine Fläche handelt, die durch weniger durchlässiges Material vom tiefen Grundwasser getrennt ist. Wir gehen davon aus, dass dieser Faktor (zusammen mit der Geländekonfiguration und dem hohen Niederschlag) zu den Hauptfaktoren für die Entstehung von vernässtem Gebiet und in der Folge von Mooren zählt. Als Hauptquellen für die erhöhte Feuchtigkeit betrachten wir hier somit Niederschläge, die an der Oberfläche zurückgehalten werden, und nicht Grundwasseraustritte. Aus dieser Annahme ergibt sich auch der simulierte, absolut minimale Einfluss der Absenkung des (tiefen) Grundwasserspiegels auf das hydrologische Regime in den beobachteten Mooren, wo Werte nahe der Sättigung simuliert werden, die für den aktuellen Zustand wie auch für beide Beeinflussungsvarianten ähnlich sind.

6.4 Vergleich der simulierten Zeitreihen der Abflüsse

In fünf ausgewählten Profilen an Wasserläufen wurden die simulierten durchschnittlichen Tagesabflüsse für den aktuellen Zustand und beide Beeinflussungsvarianten verglichen. In den folgenden Diagrammen ist der Vergleich der simulierten durchschnittlichen Tagesabflüsse für den aktuellen Zustand (rote Linie) und beide Beeinflussungsvarianten dargestellt (blau: Variante CZ, grau: Variante DE CZ). Neben den fünf vorgegebenen Profilen an den Wasserläufen sind die Abflüsse dargestellt für: das Profil am Tiefer Bünau Stolln (ZGGrW01), den Ausfluss aus dem Tiefer Hilfe Gottes Stolln in den Wasserlauf Heerwasser (ZGGrW04) und die gesamte im Modell enthaltene Fläche des Einzugsgebiets von Bystřice. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in den Abbildungen ein Teil des simulierten Zeitraums ausgewählt. Der Abfluss auf der vertikalen Achse ist so begrenzt, dass der Unterschied vor allem bei den Niedrigwasserabflüssen erkennbar ist.

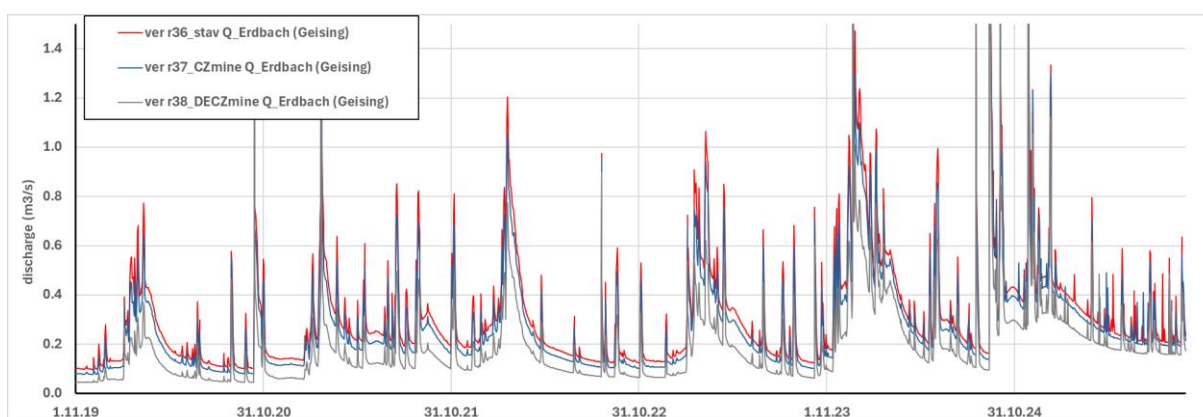


Abbildung 71 Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 18 Profil Geising1 (Rotes Wasser)

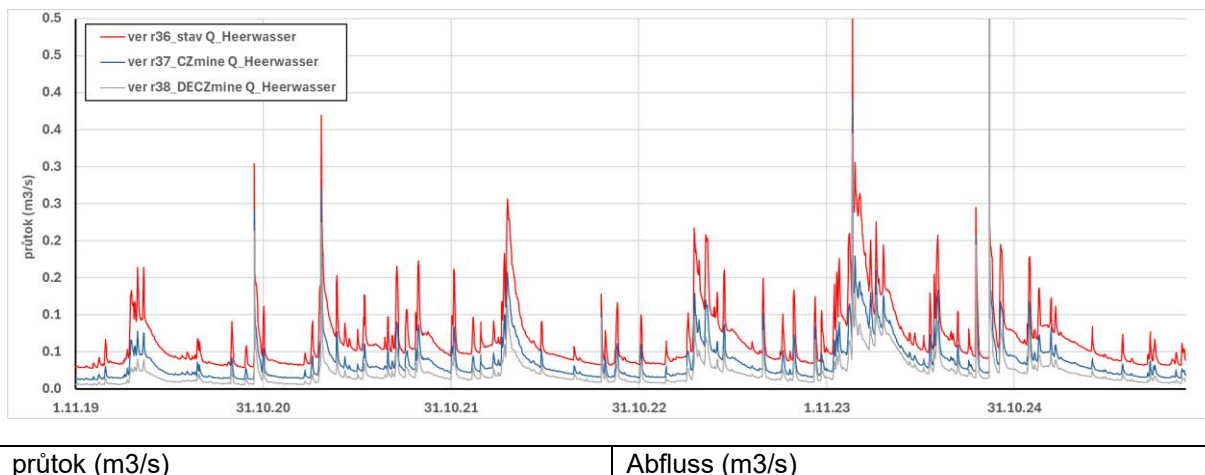


Abbildung 72 Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 19 am Fluss Heerwasser

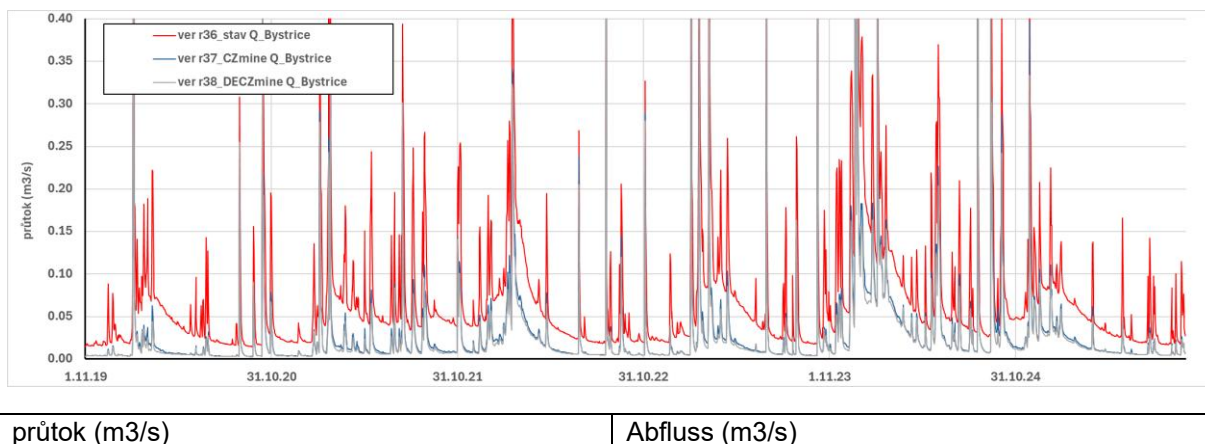


Abbildung 73 Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 20 an der Bystřice unterhalb des Liščí potok

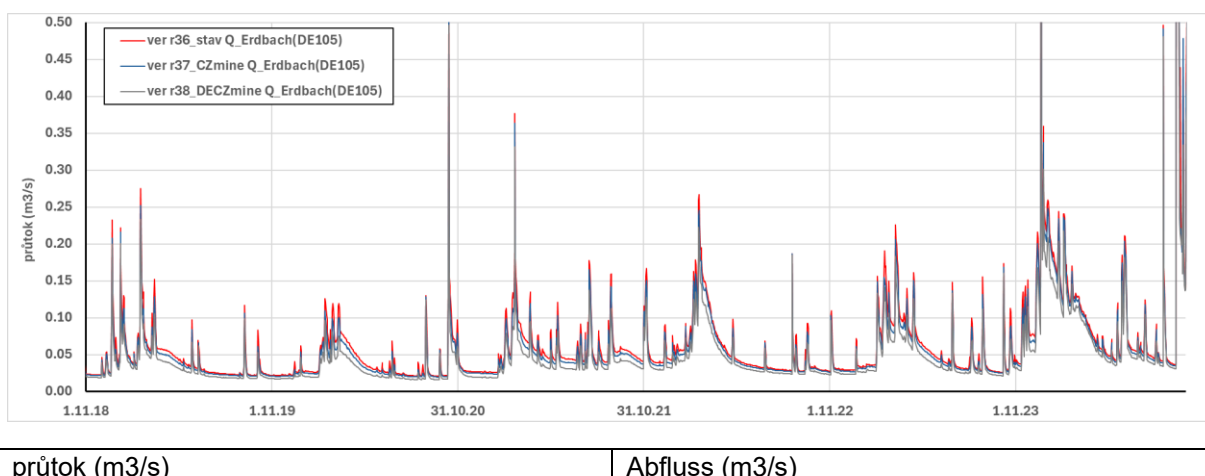


Abbildung 74 Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 13 am Fluss Erdbachbach

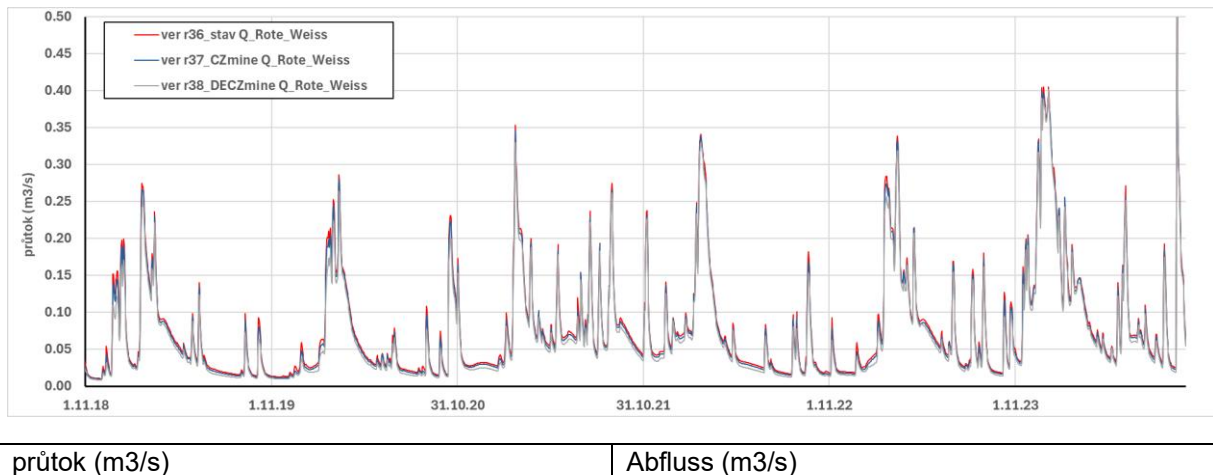


Abbildung 75 Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Punkt Nr. 17 am Fluss Rote Weisseritz

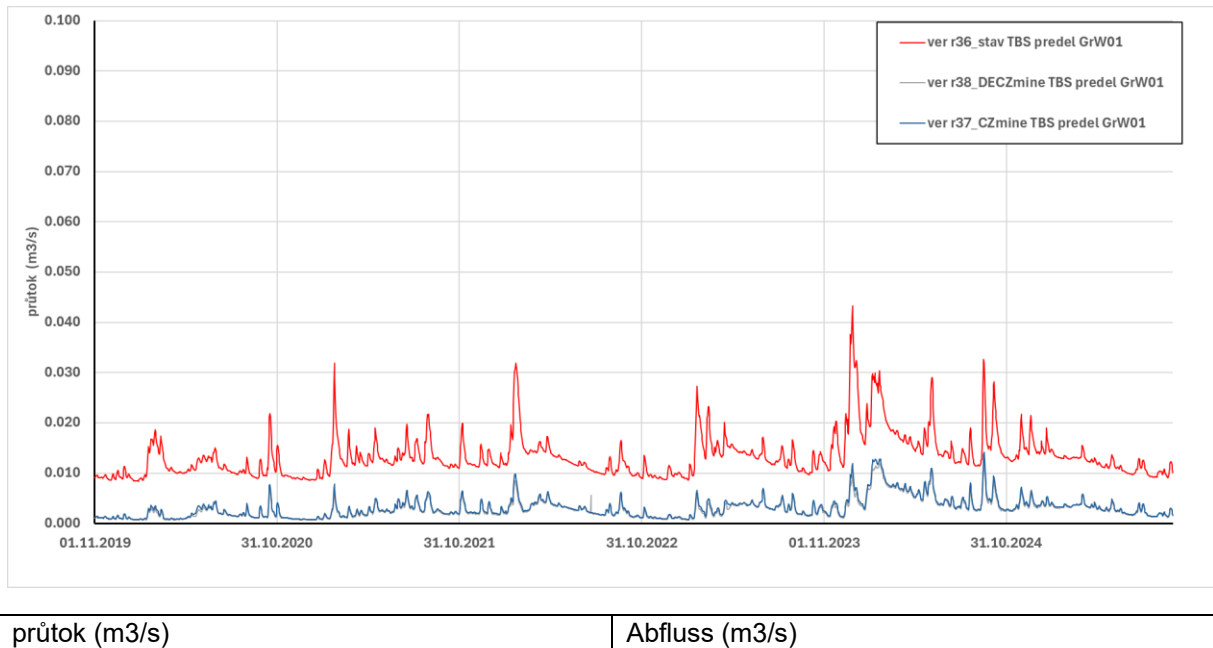


Abbildung 76 Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Profil der Wasserscheide am Tiefer Büнау Stolln (ZGGrW01).

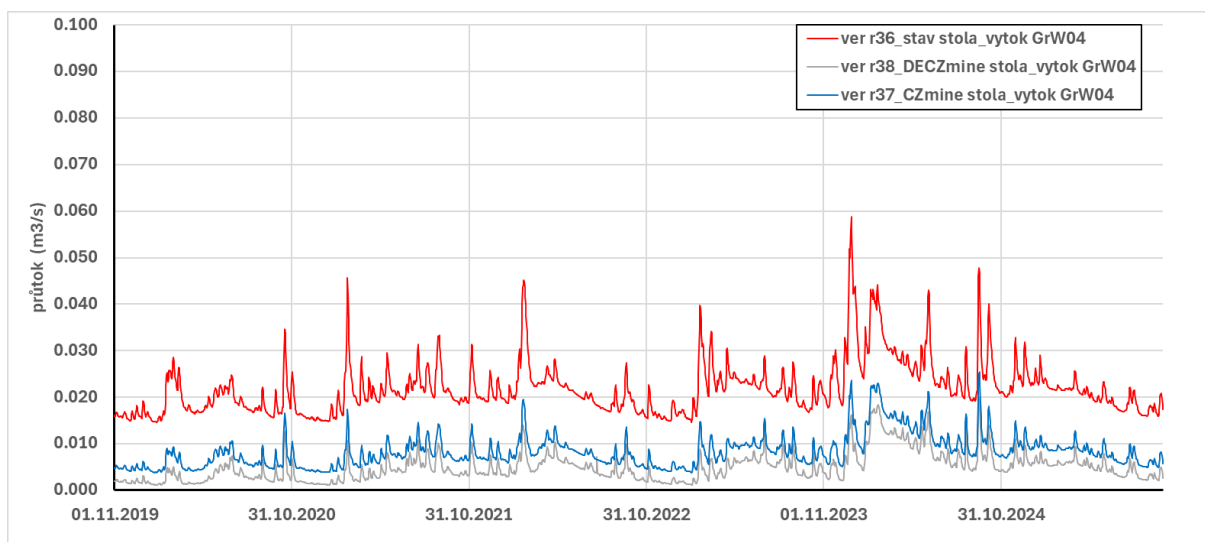
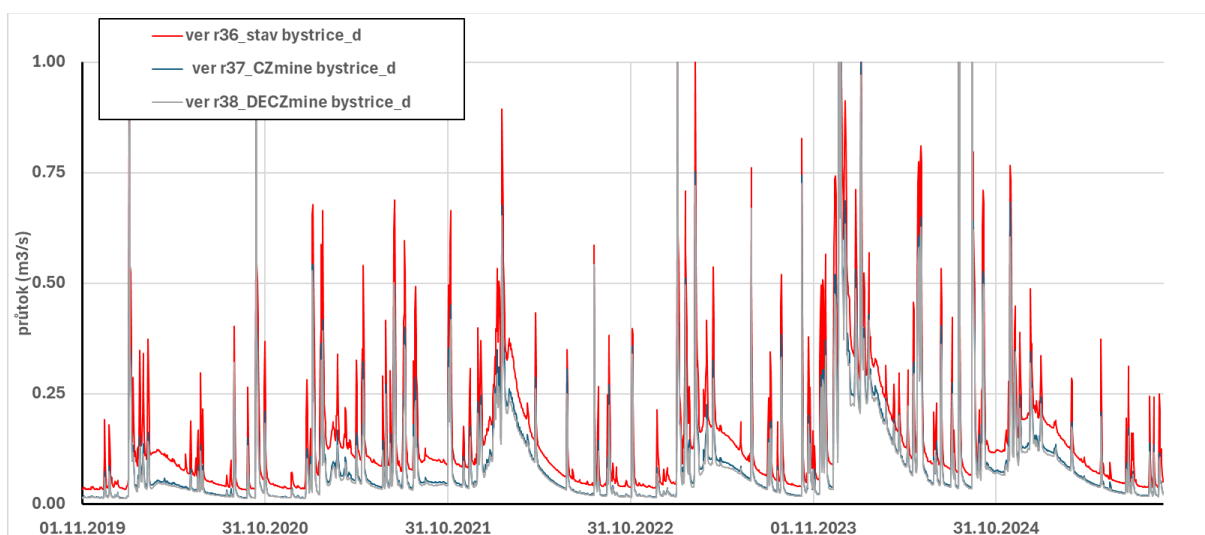


Abbildung 77 Simulierte Zeitreihen der durchschnittlichen Tagesabflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Profil am Tiefer Hilfe Gottes Stolln an der Mündung in den Wasserlauf Heerwasser (ZGGrW04)



průtok (m3/s)	Abfluss (m3/s)
---------------	----------------

Abbildung 78 Simulierte Zeitreihen der mittleren Tagesdurchflüsse, aktueller Zustand und Varianten mit Beeinflussung. Bystrice, Abfluss aus der gesamten im Modell enthaltenen Einzugsgebietsfläche.

Tabella 13 Zusammenfassung der gemessenen simulierten durchschnittlichen Durchflusswerte für den Zeitraum 01.01.2006–30.09.2025 an ausgewählten Profilen (l/s). Aktueller Zustand, zwei Beeinflussungsvarianten und Vergleich.

bod č.	13	17	18	19	20	ZGGrW01	ZGGrW04	ZGGOW04	
označení	Q_Erdbach(DE105)	Q_Rote Weiss	Q_Rotes Wasser (Geising)	Q_Heerwasser	Bystřice (pod Liščím p.)	TBS predel GrW01	štola výtok GrW04	Heerwasser GOW04	Bystřice_d
z měřených dat			369						237
simulace souč. stavu	75	89	338	72	83	14	23	77	176
sim s ovlivněním (CZ)	70	86	297	41	38	4	9	46	118
sim s ovlivněním (DE+CZ)	62	81	206	26	34	3	6	27	109
simulace současného stavu vůči měření (%)			92						74
simulace variant vůči současnému stavu (%)									
sim s ovlivněním (CZ)	93	97	88	57	45	27	40	60	67
sim s ovlivněním (DE+CZ)	82	91	61	36	41	24	26	35	62

bod č.	Punkt Nr.
označení	Bezeichnung
Bystřice (pod Liščím p.)	Bystřice (unter dem Bach Liščí p.)
TBS predel GrW01	TBS Wasserscheide GrW01
štola výtok GrW04	Stollenausfluss GrW04
změřených dat	Messdaten
simulace souč. stavu	Simulation des aktuellen Zustands
sim s ovlivněním (CZ)	Sim mit Beeinflussung (CZ)
sim s ovlivněním (DE+CZ)	Sims mit Beeinflussung (DE+CZ)
simulace současného stavu vůči měření (%)	Simulation des aktuellen Zustands im Vergleich zu Messwerten (%)
simulace variant vůči současnému stavu (%)	Simulation der Varianten im Vergleich zum aktuellen Zustand (%)
sim s ovlivněním (CZ)	Sim mit Beeinflussung (CZ)
sim s ovlivněním (DE+CZ)	Sim mit Beeinflussung (DE+CZ)

In der letzten Spalte der Tabelle ("Tabelle13) sind die Abflusswerte für das gesamte Einzugsgebiet von Bystřice angegeben, das im Berechnungsmodell enthalten ist (16,2 km²).

Des Weiteren wurde mit dem Verfasser die Größe des Überlaufs durch das Profil ZGGrW01 (Wasserscheide am Stollen Tiefer Büнау Stolln im Falle der simulierten Varianten mit Beeinflussung diskutiert. Das Berechnungsmodell simuliert geringe durchschnittliche Durchflusswerte (4 bzw. 3 l/s), es ist jedoch davon auszugehen, dass dieser Wert eher null sein wird. In diesem Fall würden die Durchflüsse an Heerwasser und in der Folge an Rotes Wasser reduziert werden, wie es die folgende Tabelle (Tabelle 14) anführt.

Tabelle 14 Korrigierte simulierte durchschnittliche Durchflusswerte für den Zeitraum 01.01.2006-30.09.2025 in ausgewählten Profilen (l/s) und deren Vergleich unter der Annahme eines Nullüberlaufs durch den Stollen Tiefer Büнау Stolln auf dem Gebiet der BRD.

bod č.	ZGGrW01	ZGGrW04	ZGGOW04	18
označení	TBS predel GrW01	stola vytok GrW04	Heerwas ser GOW04	Q_Rotes Wasser (Geising)
sim s ovlivněním (CZ)	0	6	42	293
sim s ovlivněním (DE+CZ)	0	2	24	203
simulace variant vůči současnému stavu (%)				
sim s ovlivněním (CZ)		24	55	87
sim s ovlivněním (DE+CZ)		11	31	60

bod č.	Punkt Nr.
označení	Bezeichnung
Bystřice (pod Liščím p.)	Bystřice (unter dem Bach Liščí p.)
TBS predel GrWO1	TBS Wasserscheide GrWO1
sim s ovlivněním (CZ)	Sim mit Beeinflussung (CZ)
sims ovlivněním (DE+CZ)	Sims mit Beeinflussung (DE+CZ)
simulace variant vůči současného stavu (%)	Simulation der Varianten im Vergleich zum aktuellen Zustand (%)
sim s ovlivněním (CZ)	Sim mit Beeinflussung (CZ)
sim s ovlivněním (DE+CZ)	Sim mit Beeinflussung (DE+CZ)

Zum Vergleich der Auswirkungen auf niedrige Durchflüsse wird des Weiteren ein Vergleich der Werte der durchschnittlichen täglichen Durchflüsse angeführt, die einem Überschreitungsprozentsatz von 97,3 % entsprechen. Die Daten basieren auf der Verarbeitung gemessener Daten und auf den Simulationsergebnissen für den aktuellen Zustand und zwei Varianten der Beeinflussung in drei ausgewählten Profilen an den Wasserläufen für den Zeitraum 2006-2025.

Tabelle 15 Vergleich der Werte niedriger Durchflüsse (Überschreitungsprozentsatz von 97,3 %), basierend auf gemessenen Daten und den Simulationsergebnissen für den aktuellen Zustand und die Beeinflussungsvarianten. Die Werte für den Zeitraum 2006-2025 sind in l/s angegeben.

Einzugsgebiet	Bystřice (unter dem Bach Liščí p.) (l/s)	Bystřice gesamte Fläche (l/s)	Geising 1 (l/s)
Q aus der Messung		8.2	45
Simulation des aktuellen Zustands	16.9	37.2	111.1
Simulation Variante CZ	3.8	16.9	89.8
Simulation Variante DE CZ	3.6	15.7	53.1
Anteil aus der Simulation des aktuellen Zustands (%)			
Simulation Variante CZ	22	46	81

Simulation Variante DE CZ	21	42	48
------------------------------	----	----	----

Im Einzugsgebiet der Bystřice mündet der Pramenáč-Stollen in den Liščí potok; er dient der Wasserüberleitung aus dem Einzugsgebiet der Divoká Bystřice. Aufgrund des Fehlens kontinuierlicher Durchflussmessungen im Stollen wurde dieser Zufluss nicht in das Modell einbezogen. Nach den vom Auftraggeber gelieferten Teilmeldungen kann der Zufluss in den Bach Liščí potok (und damit die Durchflussaufforderung in Bystřice unterhalb des Zusammenflusses mit dem Liščí potok) nur auf durchschnittlich etwa 8 l/s geschätzt werden.

Die Durchflüsse im Einzugsgebiet der Bystřice werden zudem durch das Einleiten von Grubenwasser in das Profil beeinflusst, das oberhalb des Zusammenflusses mit dem Liščí potok liegt. Diese Menge ist in den Simulationen nicht berücksichtigt.

Zur Bewertung der Durchflussvariabilität im Jahresverlauf wurden zudem die monatlichen Durchschnittsdurchflüsse berechnet, die auf der Verarbeitung gemessener Daten und den Simulationsergebnissen für den aktuellen Zustand und die Beeinflussungsvarianten in sechs ausgewählten Profilen an den Wasserläufen für den Zeitraum 01.11.2006-30.09.2025 basieren.

Tabelle 16 Simulierte monatliche Durchschnittsdurchflüsse für den aktuellen Zustand und zwei Beeinflussungsvarianten, ausgewählte Profile an den Wasserläufen. Zeitraum 2006-2025, Werte angegeben in l/s.

Profil	Nr. 13 Q_Erdbach (DE105)				Nr. 18 Rotes Wasser, Geising1		
	aktueller Zustand	Variante CZ	Variante DE CZ		aktueller Zustand	Variante CZ	Variante DE CZ
1	99	93	82	1	450	401	281
2	102	95	83	2	464	408	285
3	98	90	78	3	451	396	278
4	72	67	58	4	336	293	204
5	60	55	48	5	275	238	161
6	64	59	52	6	297	261	185
7	59	56	49	7	264	232	162
8	60	56	50	8	270	237	167
9	71	68	61	9	286	253	183
10	69	65	57	10	297	259	177
11	69	64	56	11	304	264	178
12	83	77	67	12	370	323	220
Profil	Nr. 19 Q_Heerwasser				Nr. 17 Q_Rote_Weißeritz		

Simulation	aktueller Zustand	Variante CZ	Variante DE CZ		aktueller Zustand	Variante CZ	Variante DE CZ
1	92	53	33	1	125	123	117
2	97	56	37	2	125	122	115
3	98	57	37	3	135	134	127
4	75	42	28	4	92	90	85
5	62	34	22	5	66	63	57
6	66	38	26	6	76	73	68
7	57	33	21	7	65	62	57
8	58	33	22	8	64	62	57
9	58	34	22	9	65	63	59
10	61	34	21	10	74	71	66
11	65	35	21	11	79	76	71
12	77	43	26	12	99	96	90
Profil							
Nr. 20 Bystřice unter dem Bach Liščí p.				Einzugsgebiet von Bystřice gesamt			
Simulation	aktueller Zustand	Variante CZ	Variante DE CZ		aktueller Zustand	Variante CZ	Variante DE CZ
1	114	57	52	1	247	179	166
2	122	60	54	2	261	187	173
3	115	52	46	3	240	167	153
4	75	31	28	4	172	118	109
5	64	24	22	5	151	99	92
6	72	34	32	6	155	106	100
7	62	26	24	7	134	84	78
8	68	34	32	8	142	92	88
9	66	34	32	9	134	91	85
10	67	28	25	10	137	81	76
11	72	29	26	11	147	88	81
12	96	44	40	12	190	124	115

6.4.1 Teilfazit aus dem Vergleich der simulierten Durchflüsse für den aktuellen Zustand und die Beeinflussungsvarianten

Aus dem Vergleich der simulierten mittleren Durchflusswerte an ausgewählten Profilen lässt sich schlussfolgern, dass

- In den simulierten Reihen der Durchflüsse sind jene Gewässer am stärksten beeinflusst, deren Einzugsgebiet im mittleren Teil des Absenkungstrichters liegt, also dort, wo es zur größten Absenkung des oberflächennahen Grundwasserspiegels kommt. Es ist daher ein größerer Einfluss auf die Verringerung der durchschnittlichen Durchflüsse in den oberen (Quell-)Bereichen der Einzugsgebiete von Rotes Wasser und Bystřice erkennbar, während in tiefer gelegenen Profilen, wo das Einzugsgebiet auch einen größeren Anteil an wenig beeinflussten Flächen umfasst, die Größe der simulierten Unterschiede zwischen dem aktuellen Zustand und den Beeinflussungsvarianten abnimmt.
- Die niedrigsten simulierten Durchflüsse werden durch den Einfluss beider Varianten signifikant stärker gesenkt (in prozentualer Hinsicht) als die durchschnittlichen Durchflüsse.
- Aus dem Verlauf der Zeitreihen ist ersichtlich, dass der Unterschied bei den für den aktuellen Zustand und die beiden Beeinflussungsvarianten simulierten Durchflüssen im Wesentlichen über alle Jahre des simulierten Zeitraums konstant ist; es ist kein Trend einer zeitlichen Änderung des Unterschieds erkennbar.
- Aus dem Vergleich der Unterschiede der monatlichen Durchschnittsdurchflüsse zwischen der Simulation des aktuellen Zustands und den beiden Beeinflussungsvarianten ergeben sich Unterschiede zwischen den Wasserläufen auf dem Gebiet der BRD und dem Einzugsgebiet der Bystřice. Im Einzugsgebiet Rotes Wasser (Profil Nr. 13, 18 und 19) weist der Durchflussunterschied im Jahresverlauf einen sehr ähnlichen prozentualen Anteil in jedem Monat auf. Im Profil Nr. 17 (Rote Weißeritz) sind die Werte des Unterschieds in allen Monaten ähnlich gering (Einheiten von Litern). Im Einzugsgebiet der Bystřice ist die Variabilität der Unterschiede im Jahresverlauf etwas höher, 12 bis 14 % zwischen den einzelnen Monaten. Der größte simulierte Rückgang der Durchflüsse (in l/s) tritt in den wasserreicheren Frühlingsmonaten auf; der höchste prozentuale Rückgang in den Herbstmonaten, gegebenenfalls gegen Ende des Frühlings.

Schlussfolgerungen für die einzelnen untersuchten Profile an den Wasserläufen:

1. Profil Nr. 13, Erdbach (DE105): Einzugsgebiet teilweise beeinflusst, signifikanter für die kombinierte Variante DE CZ. Es wurde die Verringerung des durchschnittlichen Durchflusses um 7% (Variante CZ), resp. 18% (Variante DE CZ) simuliert.
2. Profil Nr. 17, Rote Weißeritz: Einzugsgebiet liegt außerhalb der hauptsächlich beeinflussten Flächen. Es wurde die Verringerung des durchschnittlichen Durchflusses um 3% (Variante CZ), resp. 9% (Variante DE CZ) simuliert.
3. Profil Nr. 18 Geising1 (Rotes Wasser): spürbare Verringerung des durchschnittlichen Durchflusses sowie der niedrigen Durchflüsse für die Beeinflussungsvariante CZ (-12, bzw. -19%). Im Falle der Variante DE CZ ist die simulierte Verringerung hoch (-39% für durchschnittliche, resp. -52% für niedrige Durchflüsse).
4. Profil Nr. 19 am Heerwasser: Einzugsgebiet liegt im Zentrum des beeinflussten Gebiets für beide Varianten. Zudem bildet einen bedeutenden Teil des Durchflusses im Ist-Zustand der Auslauf aus dem Stollen, der für beide Varianten signifikant eingeschränkt oder annulliert wird. Für die Beeinflussungsvariante CZ ist eine

Verringerung der durchschnittlichen Durchflüsse um 43%, für die Variante DE CZ um 64% simuliert.

5. Profil Nr. 20 an der Bystřice unterhalb des Liščí potok: Einzugsgebiet liegt im Zentrum des beeinflussten Gebiets für beide Varianten. Für die Beeinflussungsvariante CZ ist ein Rückgang der durchschnittlichen Durchflüsse um 55%, bei niedrigen Durchflüssen um 78% simuliert. Für die Variante DE CZ ist ein Rückgang der durchschnittlichen Durchflüsse um 59%, bei niedrigen Durchflüssen um 79% simuliert.

Im Falle der Beeinflussung des Wasserlaufs Bystřice muss ferner die geplante Einleitung von gereinigtem Grubenwasser oberhalb des Vergleichsprofils (Punkt Nr. 20) berücksichtigt werden, die in der Simulation nicht enthalten ist. Dadurch wird es zu einer Aufbesserung der Durchflüsse kommen.

Die angeführten Werte sind im Rahmen der Unsicherheiten aus den verwendeten Kalibrierungsdaten sowie der verwendeten Auflösung und Schematisierung des Modells zu interpretieren. Die Unterschiede zwischen der Simulation des Ist-Zustands und den Kalibrierungsdaten sind in Kapitel 4.2 beschrieben. Zur Verringerung dieser Unsicherheit wäre es notwendig, die verfügbaren Messdaten zu verfeinern, insbesondere hinsichtlich Durchflusses, Niederschlag und meteorologischen Variablen, und weiter eine Untersuchung mit Fokus auf die Prozesse der Abflussbildung im geeigneten oberen Teil des Einzugsgebiets der Bystřice durchzuführen.

6.5 Vergleich der grundlegenden Elemente der hydrologischen Bilanz in der Modellfläche

Aus den Modellausgaben wurden die grundlegenden Elemente der hydrologischen Bilanz für den ganzen Zeitraum 01.11.2006–30.09.2025 berechnet und in durchschnittliche jährliche Summen (Höhen in mm) umgerechnet. Des Weiteren wurde die gleiche Bilanz in Monatsschritten ausgewertet (d. h. durchschnittliche Summen für 12 Monate im genannten Zeitraum). Die hydrologische Bilanz wurde für die Simulation des aktuellen Zustands und für beide Simulationen der Varianten mit Beeinflussung berechnet, und zwar für die gesamte Fläche des Modells sowie für die zwei größten Einzugsgebiete. Nach dem gleichen Verfahren wurde auch die hydrologische Bilanz für die drei untersuchten Moore berechnet.

Tabelle 17 Zusammenfassung der grundlegenden Elemente der hydrologischen Bilanz der gesamten Modellfläche, des Einzugsgebiets von Bystřice und Rotes Wasser und der drei Torfmoore (Zeitraum 01.11.2006–30.09.2025)

	Niederschlag (mm)	aktuelle Evapotranspiration		Gesamtoberflächenabfluss		gesamter Überfluss in tiefere Schichten		Änderung des Wassergehalts in der unterirdischen Domäne	
	(mm)	(mm)	% des Niederschlags	(mm)	% des Niederschlags	(mm)	% des Niederschlags	(mm)	% des Niederschlags
gesamte Modellfläche									
aktueller Zustand	842	397	47	408	48	28	3	4.1	0.8

Variante mit Beeinflussung (CZ)	842	397	47	361	43	78	9	3.6	0.4
Variante mit Beeinflussung (CZ+DE)	842	397	47	302	36	135	16	4.2	0.5
Einzugsgebiet von Bystřice									
aktueller Zustand	826	434	51	337	40	44	5	7.4	0.9
Variante mit Beeinflussung (CZ)	826	433	51	235	28	148	18	8.0	1.0
Variante mit Beeinflussung (CZ+DE)	826	433	51	219	26	164	19	8.9	1.1
Einzugsgebiet Rotes Wasser									
aktueller Zustand	868	362	43	473	56	35	4	1.5	0.2
Variante mit Beeinflussung (CZ)	868	361	43	434	52	81	10	1.9	0.2
Variante mit Beeinflussung (CZ+DE)	868	361	43	304	36	213	25	2.7	0.3
Torfmoor U jezera									
aktueller Zustand	884	415	49	416	49	-6	-1	2.3	0.3
Variante mit Beeinflussung (CZ)	884	415	49	324	38	87	10	4.0	0.5
Variante mit Beeinflussung (CZ+DE)	884	415	49	306	36	102	12	4.8	0.6
Torfmoor Cínovecké (S)									
aktueller Zustand	957	359	43	508	60	29	3	0.6	0.1
Variante mit Beeinflussung (CZ)	957	358	42	424	50	112	13	0.5	0.1
Variante mit Beeinflussung	957	357	42	387	46	150	18	0.5	0.1

(CZ+DE)									
Torfmoor Cín. Hřbet									
aktueller Zustand	845	399	47	363	43	-42	-5	2.3	0.3
Variante mit Beeinflussung (CZ)	845	398	47	265	31	29	3	3.7	0.4
Variante mit Beeinflussung (CZ+DE)	845	397	47	229	27	75	9	7.0	0.8

Im Falle der Torfmoorfläche am Cínovecký hřbet (Punkt Nr. 2) muss in die Bilanz noch die Wasserentnahme aus dem Quellgebiet der Malše eingerechnet werden, die sich in dem für die Bilanz abgegrenzten Polygon befindet. Die gepumpte Menge beträgt im Durchschnitt 15 mm Höhe pro Jahr, was etwa 2 % der Niederschlagssumme entspricht.

Im Falle der gesamten Modellfläche ist die simulierte Aufteilung des Abflusses durch Oberflächengewässer und des Überflusses in tiefere Schichten durch die Struktur des durchlässigeren Granits bei Cínovec beeinflusst, die im aktuellen Zustand in das Oberflächengewässer von Heerwasser entwässert wird. Aufgrund der Einstellung der Randbedingung an der Modellsohle entsteht ein Zufluss in das Modell über diese Randbedingung, was in der Bilanz der gesamten Modellfläche einen Unterschied von weniger als 1 % der Niederschlagssumme darstellt; diese Beeinflussung kann in der aktuellen Version des Modells als vernachlässigbar betrachtet werden.

Die Unterschiede zwischen den Simulationen für den aktuellen Zustand und den Beeinflussungsvarianten, die in Tabelle (Tabelle 17) aufgeführt sind, können für die gesamte Modellfläche

- bei der Beeinflussung durch die **Variante CZ** werden etwa 6 % der jährlichen Niederschlagssumme (47 mm der Niederschlagssumme) anstelle des Oberflächenabflusses in tiefere Schichten infiltriert.
- Im Fall der **Beeinflussung durch die Variante DE CZ** sind es 13 % (etwa 106 mm der Niederschlagssumme).

In beiden simulierten Varianten kommt es somit zu einem Rückgang des Durchflusses in den Wasserläufen und zu einer Erhöhung der Perkolation in tiefere Schichten. Die aktuelle Evapotranspiration bleibt unverändert, die Vegetation in der Fläche sollte also keinem Trockenstress ausgesetzt sein. Auch die Änderung des Wasservorrats in der Untergrundzone zeigt nur minimale Veränderungen.

Für das Einzugsgebiet der Bystřice gelten dieselben Schlussfolgerungen, die Unterschiede liegen lediglich in den Werten der Änderung (Erhöhung der Perkolation zu Lasten des Oberflächenabflusses): 12 % bei Beeinflussung durch die Variante CZ und 14 % bei Beeinflussung durch die Variante DE_CZ.

Im Einzugsgebiet Rotes Wasser gelten ebenfalls dieselben Schlussfolgerungen, wobei die Auswirkung für die Variante DE_CZ ausgeprägter ist. Die Unterschiede betragen: 5 % bei Beeinflussung durch die Variante CZ und 20 % bei Beeinflussung durch die Variante DE_CZ.

Im Falle der drei beobachteten Moore sind die simulierten Änderungen von gleicher Art wie in den vorangegangenen Fällen; die Änderungswerte liegen im Bereich von 10 bis 16 % der Niederschlagssumme.

7 Kurzzusammenfassung

Das mathematische Modell konzentriert sich auf die Wasserströmung und hydrologische Größen in der Oberflächen- und flachen Untergrundzone (bis zu einer Tiefe von 40 m). Es wurde primär anhand der verfügbaren Messreihen des Durchflusses sowie einer Reihe von Messungen des flachen Grundwasserspiegels in Bohrungen und Brunnen kalibriert (vom Auftraggeber übermittelte Daten). Die simulierten Tiefen des flachen Grundwassers in den Brunnen im Gebiet Cínovec entsprechen gut den Messdaten; in den Bohrungen südlich von Cínovec liegt der simulierte Wasserstand höher als der gemessene. Die simulierten Durchflüsse im Tiefer Bünau Stolln (ZGGrW01) entsprechen den Messungen, unterschätzen jedoch leicht die hohen Durchflüsse.

Der simulierte Abfluss aus dem Einzugsgebiet Rotes Wasser (Messung im Profil Geising 1) ist geringfügig niedriger als der gemessene (-8 %). Im Falle des einbezogenen Teils des Einzugsgebiets von Bystřice unterschätzt das Modell den Gesamtabfluss deutlich (-26 %). In beiden Einzugsgebieten überschätzt das Modell die niedrigen Durchflüsse gegenüber den gemessenen; mittlere Durchflüsse weisen geringere Unterschiede auf, und hohe Durchflüsse unterschätzt das Modell. Die Erfassung der Änderungen der Abflussdynamik ist im Fall des Profils Geising akzeptabel, deutlich schlechter für den anteiligen Teil des Einzugsgebiets von Bystřice.

Die simulierte hydrologische Bilanz ist im untersuchten Zeitraum (2006–2025) in allen Teilen des Modells stabil.

Es wurden **zwei Variantensimulationen** unter Beeinflussung durch den Absenkungstrichter des tiefen Grundwassers durchgeführt:

- Variante der Beeinflussung durch den geplanten Bergbau auf dem Gebiet der Tschechischen Republik (im Folgenden als **Variante CZ** bezeichnet)
- Variante der kombinierten Beeinflussung durch den geplanten Bergbau auf dem Gebiet der Tschechischen Republik und der Bundesrepublik Deutschland (im Folgenden als **Variante DE CZ** bezeichnet)

In der Modellsohle wurde die hydraulische Höhe im Bereich des Absenkungstrichters anhand der Isolinien der Absenkung des tiefen Grundwasserspiegels aus den Ergebnissen des hydrogeologischen Modells verringert. Weiterhin wurde eine Wasserentnahme aus Bystřice oberhalb des Zusammenflusses mit dem Bach Liščí potok mit einer konstanten Menge von 5 l/s eingeführt.

Die Größen und Lokalitäten für die Auswertung der Ergebnisse der Modellsimulationen sowie der Vergleich zwischen dem aktuellen Zustand wurden wie folgt gewählt:

- Die simulierten Zeitreihen werden an 23 ausgewählten Punkten verglichen
- Die Flächenausgabe erfolgt in Form von Karten der simulierten Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels:
- Grundelemente der hydrologischen Bilanz

Der Umfang der Auswertung aller angeführten Ergebnisse ist auf den Zeitraum vom 01.01.2006 bis 01.01.2025 begrenzt.

Für die Simulationen des flachen Grundwasserspiegels an ausgewählten Punkten lässt sich ableiten, dass:

- Die Unterschiede sind in den einzelnen Jahren des Simulationszeitraums vergleichbar. An keinem der ausgewählten Punkte simuliert das Modell im gegebenen Zeitraum ein trendbasiertes Absinken des oberflächennahen Grundwasserspiegels. Dies gilt für die Simulation des aktuellen Zustands und für die beiden Varianten mit Beeinflussung.
- Bei den beiden Varianten mit Beeinflussung simuliert das Modell die abgesenkten Spiegel (d. h. in größerer Tiefe) im Vergleich zur Simulation des aktuellen Zustands. Typische Unterschiede lassen sich für Gruppen ausgewählter Punkte verallgemeinern:
 - Im Falle von zehn Punkten, die Brunnen in verschiedenen Teilen der Gemeinde Cínovec repräsentieren, wird ein Absinken des Spiegels im Durchschnitt um 3,2 m simuliert. Bei einem Teil der Punkte ist das Absinken während trockenerer Perioden ausgeprägter (bis zu ca. 4,2 m), bei den übrigen ist das Absinken mehr oder weniger konstant.
 - Im Falle von fünf Punkten, die Torfmoore und die Schutzgebiete repräsentieren, ist das Absinken des simulierten Spiegels klein (bis zu 0,6 m)
 - Für drei Quellgebiete wird ein durchschnittlicher Rückgang im Bereich von 0,1 bis 4,6 m simuliert, wobei insbesondere beim Quellgebiet Malše 2 eine erhöhte Unsicherheit in den Ergebnissen besteht. Es ist zweckmäßig, dieses Teilgebiet mit einem Modell mit detaillierterer Auflösung zu überprüfen.

Aus den simulierten Zeitreihen ergibt sich, dass es sich um einen mehr oder weniger stabilen Rückgang im gesamten simulierten Zeitraum 2006-2025 handelt, in einigen Fällen ausgeprägter in trockeneren Perioden und geringer in niederschlagsreicheren Winter-/Frühlingsmonaten.

Aus den Ergebnissen dieses hydrologischen Modells geht ferner hervor, dass sich der **Bereich der Beeinflussung des flachen Grundwasserspiegels für die Variante CZ** (Abbildung 62) auf das Gebiet der stärksten simulierten Absenkung des tiefen Grundwasserspiegels konzentriert – im Bereich der Gemeinde Cínovec und weiter in südlicher Richtung in das Einzugsgebiet von Bystřice. Die simulierte durchschnittliche Differenz des oberflächennahen Grundwasserspiegels von mehr als 0,25 m (dunkelgrüne Farbe auf der Skala der Differenzkarten) erstreckt sich von Georgenfeld im Westen bis zum Cínovecký hřbet im Osten, von Zinnwald im Norden bis zum Zusammenfluss der Bystřice mit dem Liščí potok im Süden.

Die größte Absenkung des oberflächennahen Grundwasserspiegels wird in der Fläche und der unmittelbaren Umgebung des Cínovec-Granitkörpers im mittleren Teil der Gemeinde Cínovec simuliert. In der Umgebung der Gemeinde werden die größten Absenkungen des Grundwasserspiegels im Bereich zwischen dem Husův vrch und dem Cínovecký hřbet sowie südöstlich des Husův vrch simuliert. Ähnliche Werte werden südlich der Kote Cínovec simuliert. In diesen drei Gebieten erreicht die Absenkung der simulierten Spiegel bis zu -5.5 m gegenüber dem aktuellen Zustand. Auf dem Großteil der abgegrenzten Fläche liegen die typischen Absenkungswerte bei -3,3 bis -0,7 m.

Aus den Karten ist ersichtlich, dass das obere Quellgebiet der Bystřice am stärksten von der Absenkung der simulierten Spiegel betroffen ist, einschließlich des namenlosen Zuflusses am Südhang des Husův vrch bis hin zum Zusammenfluss mit dem Liščí potok (einschließlich des Einzugsgebiets von Liščí potok). Ferner sind die Gewässer, die das Gebiet nach Norden auf das Territorium der BRD entwässern (oberes Einzugsgebiet von Heerwasser, Hauerwasser einschließlich des Grenzgraben-Kanals), signifikant beeinflusst. Auf dem tschechischen Gebiet wird zudem das obere Quellgebiet des Einzugsgebiets des Baches Nerudův potok signifikant beeinflusst.

Im Bereich der drei Moore (U Jezera, Cínovecké und Na cínoveckém hřbetu) werden vom Modell überwiegend Absenkungswerte im Bereich von 0 bis -0,5 m simuliert. Im Bereich des Moores U jezera werden lokal Werte von bis zu -4,6 erreicht; diese stehen jedoch mit der Schematisierung der tieferen Struktur des Stollens Pramenáč in Zusammenhang. Es wird davon ausgegangen, dass diese das flache hydrologische Regime im Moor nicht beeinflussen sollten. Der südliche Rand des Moores auf dem Cínovecký hřbet (an der Straße) ist von einem Bereich stärkerer Absenkung (bis zu -1 m) betroffen.

Im übrigen Modellgebiet, außerhalb der oben genannten Fläche werden vom Modell eher vernachlässigbare Werte der Änderung des oberflächennahen Grundwasserspiegels simuliert (hellgraue bis hellste grüne Farbe in der Farbskala).

Der **Bereich der Absenkung des flachen Grundwasserspiegels für die Variante DE_CZ** (Abbildung 63) auf dem Gebiet der Tschechischen Republik ist im Vergleich zur Variante CZ auf der westlichen Seite (um die Kote U Cínovce) leicht erweitert, am stärksten jedoch auf der östlichen und südöstlichen Seite um den Cínovecký hřbet und im Bereich des Quellgebiets des Baches Nerudův potok. Die größte simulierte Absenkung des flachen Grundwasserspiegels gegenüber der Variante CZ erreicht etwa 3 m, auf dem Großteil der Fläche dann etwa -1,2 bis -1,7 m. Im Zentrum des beeinflussten Gebiets (Cínovec und nächste Umgebung) sind die Änderungen minimal. Eine deutlichere Absenkung des Grundwasserspiegels tritt lokal an den Rändern der Moorflächen U jezera und auf dem Cínovecký hřbet auf.

Auf dem Gebiet der BRD ist laut den Simulationsergebnissen ein Gebietsstreifen von Georgenfeld in Richtung Geising (und Löwenhain) stark beeinflusst; die häufigsten Werte der Absenkung des flachen Grundwasserspiegels werden hier im Bereich von -1,2 bis -2,6 m simuliert.

An allen fünf ausgewerteten Punkten ist der simulierte Verlauf des Wassergehalts für den aktuellen Zustand und beide Simulationsvarianten praktisch identisch. Es lässt sich schlussfolgern, dass Veränderungen des Wassergehalts in der oberen Bodenschicht im Sinne einer Austrocknung infolge des abgesenkten oberflächennahen Grundwasserspiegels aus den Modellergebnissen nicht ersichtlich sind.

Aus dem Vergleich der simulierten mittleren Durchflusswerte an ausgewählten Profilen lässt sich schlussfolgern, dass

- In den simulierten Reihen der Durchflüsse sind jene Gewässer am stärksten beeinflusst, deren Einzugsgebiet im mittleren Teil des Absenkungstrichters liegt, also dort, wo es zur größten Absenkung des oberflächennahen Grundwasserspiegels kommt. Es ist daher ein größerer Einfluss auf die Verringerung der durchschnittlichen Durchflüsse in den oberen (Quell-)Bereichen der Einzugsgebiete von Rotes Wasser und Bystřice erkennbar, während in tiefer gelegenen Profilen, wo das Einzugsgebiet auch einen größeren Anteil an wenig beeinflussten Flächen umfasst, die Größe der simulierten Unterschiede zwischen dem aktuellen Zustand und den Beeinflussungsvarianten abnimmt.

- Die niedrigsten simulierten Durchflüsse werden durch den Einfluss beider Varianten signifikant stärker gesenkt (in prozentualer Hinsicht) als die durchschnittlichen Durchflüsse.
- Aus dem Verlauf der Zeitreihen ist ersichtlich, dass der Unterschied bei den für den aktuellen Zustand und die beiden Beeinflussungsvarianten simulierten Durchflüssen im Wesentlichen über alle Jahre des simulierten Zeitraums konstant ist; es ist kein Trend einer zeitlichen Änderung des Unterschieds erkennbar.
- Aus dem Vergleich der Unterschiede der monatlichen Durchschnittsdurchflüsse zwischen der Simulation des aktuellen Zustands und den beiden Beeinflussungsvarianten ergeben sich Unterschiede zwischen den Wasserläufen auf dem Gebiet der BRD und dem Einzugsgebiet der Bystřice. Im Einzugsgebiet Rotes Wasser (Profil Nr. 13, 18 und 19) weist der Durchflussunterschied im Jahresverlauf einen sehr ähnlichen prozentualen Anteil in jedem Monat auf. Im Profil Nr. 17 (Rote Weißeritz) sind die Werte des Unterschieds in allen Monaten ähnlich gering (Einheiten von Litern). Im Einzugsgebiet der Bystřice ist die Variabilität der Unterschiede im Jahresverlauf etwas höher, 12 bis 14 % zwischen den einzelnen Monaten. Der größte simulierte Rückgang der Durchflüsse (in l/s) tritt in den wasserreicheren Frühlingsmonaten auf; der höchste prozentuale Rückgang in den Herbstmonaten, gegebenenfalls gegen Ende des Frühlings.

Schlussfolgerungen für die einzelnen untersuchten Profile an den Wasserläufen:

6. Profil Nr. 13, Erdbach (DE105): Einzugsgebiet teilweise beeinflusst, signifikanter für die kombinierte Variante DE CZ. Es wurde die Verringerung des durchschnittlichen Durchflusses um 7% (Variante CZ), resp. 18% (Variante DE CZ) simuliert.
7. Profil Nr. 17, Rote Weißeritz: Einzugsgebiet liegt außerhalb der hauptsächlich beeinflussten Flächen. Es wurde die Verringerung des durchschnittlichen Durchflusses um 3% (Variante CZ), resp. 9% (Variante DE CZ) simuliert.
8. Profil Nr. 18 Geising1 (Rotes Wasser): spürbare Verringerung des durchschnittlichen Durchflusses sowie der niedrigen Durchflüsse für die Beeinflussungsvariante CZ (-12, bzw. -19%). Im Falle der Variante DE CZ ist die simulierte Verringerung hoch (-39% für durchschnittliche, resp. -52% für niedrige Durchflüsse).
9. Profil Nr. 19 am Heerwasser: Einzugsgebiet liegt im Zentrum des beeinflussten Gebiets für beide Varianten. Zudem bildet einen bedeutenden Teil des Durchflusses im Ist-Zustand der Auslauf aus dem Stollen, der für beide Varianten signifikant eingeschränkt oder annulliert wird. Für die Beeinflussungsvariante CZ ist eine Verringerung der durchschnittlichen Durchflüsse um 43%, für die Variante DE CZ um 64% simuliert.
10. Profil Nr. 20 an der Bystřice unterhalb des Liščí potok: Einzugsgebiet liegt im Zentrum des beeinflussten Gebiets für beide Varianten. Für die Beeinflussungsvariante CZ ist ein Rückgang der durchschnittlichen Durchflüsse um 55%, bei niedrigen Durchflüssen um 78% simuliert. Für die Variante DE CZ ist ein Rückgang der durchschnittlichen Durchflüsse um 59%, bei niedrigen Durchflüssen um 79% simuliert.

Die Unterschiede in den Grundelementen der hydrologischen Bilanz zwischen den Simulationen für den aktuellen Zustand und den Varianten mit Beeinflussung, die in Tabelle (Tabelle 17) aufgeführt sind, lassen sich für die gesamte Modellfläche wie folgt interpretieren:

- bei der **Beeinflussung durch die Variante CZ** werden etwa 6 % der jährlichen Niederschlagssumme (47 mm der Niederschlagssumme) anstelle des Oberflächenabflusses in tiefere Schichten infiltriert.
- Im Fall der **Beeinflussung durch die Variante DE CZ** sind es 13 % (etwa 106 mm der Niederschlagssumme).

In beiden simulierten Varianten kommt es somit zu einem Rückgang des Durchflusses in den Wasserläufen und zu einer Erhöhung der Perkolation in tiefere Schichten. Die aktuelle Evapotranspiration bleibt unverändert, die Vegetation in der Fläche sollte also keinem Trockenstress ausgesetzt sein. Auch die Änderung des Wasservorrats in der Untergrundzone zeigt nur minimale Veränderungen.

Für das Einzugsgebiet der Bystřice gelten dieselben Schlussfolgerungen, die Unterschiede liegen lediglich in den Werten der Änderung (Erhöhung der Perkolation zu Lasten des Oberflächenabflusses): 12 % bei Beeinflussung durch die Variante CZ und 14 % bei Beeinflussung durch die Variante DE_CZ.

Im Einzugsgebiet Rotes Wasser gelten ebenfalls dieselben Schlussfolgerungen, wobei die Auswirkung für die Variante DE_CZ ausgeprägter ist. Die Unterschiede betragen: 5 % bei Beeinflussung durch die Variante CZ und 20 % bei Beeinflussung durch die Variante DE_CZ.

Im Falle der drei beobachteten Moore sind die simulierten Änderungen von gleicher Art wie in den vorangegangenen Fällen; die Änderungswerte liegen im Bereich von 10 bis 16 % der Niederschlagssumme.

ANLAGEN

ANHANG A – Liste der Abkürzungen und Literatur

Abkürzung	Erläuterung
CEVT	Zentrales Fließgewässerverzeichnis
CzechGlobe	Forschungsinstitut für den globalen Wandel, v.v.i. (Öffentliche Forschungseinrichtung)
ČHMÚ	Tschechisches Hydrometeorologisches Institut
DIBAVOD	Datenbank der Fließgewässer
DPZ	Fernerkundung der Erde
DWD	Deutscher Wetterdienst
HPV	Grundwasserspiegel
Kc	Vegetationsparameter Crop Coefficient (Pflanzenkoeffizient)
LAI	Leaf area index, Blattflächenindex
PKÚ	Brennstoffkombinat Ústí
POH	Einzugsgebiet des Flusses Ohře (Eger), Staatsbetrieb
RD	Rood depth, Tiefe der Wurzelzone
VHB	Wasserwirtschaftliche Bilanz
Zabaged	Geografische Basisdatenbank
ZTM ČR 1:50 000	Topographische Zentralkarte der Tschechischen Republik im Maßstab 1:50 000

Zitierte Literatur:

[1] Tachecí a kol. 2024: Hydrologický model Cínovec. Sestavení, kalibrace a validace distribuovaného hydrologického matematického modelu v oblasti Cínovec – Teplice. Abschlussbericht zum 30.09.2024, DHI a.s. Prag.

[2] Tachecí a kol. 2025: Detailní hydrologický model okolí Cínovce a Zinnwaldu. Zpřesnění distribuovaného hydrologického matematického modelu v oblasti Cínovec Zinnwald, variantní simulace ovlivnění depresním kuželem. Abschlussbericht zum 08.12.2025, DHI a.s. Prag.

The expert in **WATER ENVIRONMENTS**

