

Abschlussbericht

Entwicklung zweier 3D-Modelle hydrogeologischer Körper im sächsisch-böhmischen Grenzgebiet im Rahmen des Ziel 3-Projektes GRACE

Projekt-Nr. 30120197

Vertrag Nr.: 44(13)-4331/239/16 (B967)

Auftraggeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3
01326 Dresden

Halsbrücke, den 29.01.2014

G.E.O.S.

Ingenieurgesellschaft mbH

09633 Halsbrücke
Schwarze Kiefern 2

09581 Freiberg, Postfach 1162

Telefon: +49(0)3731 369-0

Telefax: +49(0)3731 369-200

E-Mail: info@geosfreiberg.de

www.geosfreiberg.de

Geschäftsführer:

Jan Richter

Beiratsvorsitzender:

Dr. h. c. Lothar de Maizière

HRB 1035 Amtsgericht

Registergericht Chemnitz

Sparkasse Mittelsachsen

Konto: 3 115 019 148

BLZ: 870 520 00

IBAN:

DE30 8705 2000 3115 0191 48

SWIFT (BIC): WELADED1FGX

Deutsche Bank AG

Konto: 2 201 069

BLZ: 870 700 00

IBAN:

DE59 8707 0000 0220 1069 00

SWIFT (BIC): DEUTDE8CXXX

USt.-IdNr. DE811132746

Auftraggeber:	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Pillnitzer Platz 3 01326 Dresden
Projekt-Nr. G.E.O.S.:	30120197
Bearbeitungszeitraum:	Januar 2013 bis November 2013
Bearbeiter:	Dr. R. Kahnt, R. Löser, Dr. A. D. Gabriel, D. Hermann S. Renker, M. Helbig, A. Kutzke
Land/Landkreis/Kommune:	Freistaat Sachsen
Messtischblatt:	L5150 (Sebnitz), L5152 (Neugersdorf), L5154 (Zittau)
Seitenanzahl Text:	115
Anzahl der Anlagen:	7

Halsbrücke, den 29.01.2014

Jan Richter
Geschäftsführer

Dr. R. Kahnt
Projektleiter

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 Einführung	14
1.1 Anlass und Aufgabenstellung	14
1.2 Durchzuführende Arbeiten.....	14
1.3 Übersicht über das Kartierungsgebiet.....	16
1.3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes Kirnitzschtal	16
1.3.2 Beschreibung des Untersuchungsgebietes Lückendorf	20
1.3.3 Verwendete Kartengrundlagen/Luftbilder	22
2 Recherche.....	25
2.1 Festgelegter Rechercheumfang	25
2.2 Rechercheergebnisse.....	26
2.2.1 Modellgebiet Kirnitzschtal	26
2.2.2 Modellgebiet Lückendorf	28
2.3 Auswahl und Erfassung der Aufschlüsse	28
2.4 Datenübergabe an das LfULG.....	29
3 Datenvorbereitung	30
3.1 Strukturmodell	30
3.1.1 Normalprofil Teilgebiet Kirnitzschtal	30
3.1.2 Normalprofil Teilgebiet Lückendorf	35
3.1.3 Erstellung der geologischen Schnitte Teilgebiet Kirnitzschtal.....	38
3.1.4 Erstellung der geologischen Schnitte Teilgebiet Lückendorf.....	38
3.2 Punktdatenbasis Kirnitzschtal.....	39
3.2.1 Höhenprüfung (Vorgehensweise und Ergebnisse)	44
3.2.2 Vorauswahl der Aufschlüsse für die Modellbildung	47
3.2.3 Stratifizierung und Codierung (Vorgehensweise und Ergebnisse)	47

3.2.4	Zusätzliche Punktdaten im Ergebnis der Geländearbeiten	51
3.2.5	Virtuelle Stützstellen	52
3.2.6	Nachqualifizierung der Punktdatenbasis	53
3.3	<i>Punktdatenbasis Lückendorf</i>	53
3.3.1	Datenquellen	53
3.3.2	Höhenprüfung (Vorgehensweise und Ergebnisse)	55
3.3.3	Stratifizierung und Codierung (Vorgehensweise und Ergebnisse)	57
3.3.4	Virtuelle Stützstellen	58
4	Konstruktion der HGK Kirnitzschtal	59
4.1	<i>Modellbegrenzung</i>	59
4.1.1	Bearbeitung des Höhenmodells und Ableitung der Modelloberfläche	59
4.1.2	Modellgrundfläche.....	59
4.1.3	Puffer	60
4.2	<i>Erstellung der Verbreitungen</i>	61
4.3	<i>Eingangsdaten der Modellierung: Modellierungsgebiet Kirnitzschtal</i>	64
4.3.1	Quartär.....	64
4.3.2	Tertiärer Vulkanismus	66
4.3.3	Lausitzer Überschiebung.....	67
4.3.4	Cenomane Sandsteine	68
4.3.5	Labiatuspläner (Briesnitz-Formation).....	70
4.3.6	Labiatus-Sandstein (Schmilka-Formation).....	78
4.3.7	Sandsteine der Postelwitz- und Schrammstein-Formation	80
4.3.8	Postelwitz-Formation: Sandstein Stufe a	81
4.3.9	Postelwitz-Formation: Sandstein Stufe b.....	86
4.3.10	Postelwitz-Formation: Sandstein Stufe c	88
4.3.11	Zwischenhorizont γ_3	89
4.3.12	Schrammstein-Formation: Sandstein Stufe d.....	89

4.3.13	Zwischenhorizont δ_2	91
4.3.14	Schrammstein-Formation: Sandstein Stufe e	91
4.4	<i>Konstruktion der hydrogeologischen Körper HGK - Bearbeitungskonzept</i>	92
4.4.1	Lockergestein (Randbedingungen, Ergebnisse der geostatistischen Analyse, Interpolationsverfahren)	95
4.4.2	Festgestein	95
4.4.3	Tektonische Elemente	96
4.4.4	Besonderheiten	97
4.5	<i>Hydrogeologische Beschreibung der HGK</i>	98
4.5.1	Anthropogene Bildungen (HYE 11000, HGK 0)	98
4.5.2	Auensedimente (HYE 11310, 11360 und 11361)	98
4.5.3	Gehängelehm (HYE 12210, HGK 5)	98
4.5.4	Löss (HYE 12200, HGK 6)	98
4.5.5	Blockschutt (HYE 12800, HGK 7)	99
4.5.6	Grundmoräne Elster 2 (HYE 16150, HGK 15)	99
4.5.7	Tiefere und Mittlere Hochterrasse: Elbe (HYE 18120, 18220)	99
4.5.8	Basaltische Gesteine (HYE 93001)	99
4.5.9	Vulkanoklastite (HYE 93002)	100
4.5.10	Sandsteine der Schrammstein-Formation (HYE 35100, 35400)	100
4.5.11	Sandsteine Stufe c Hintere Sächsische Schweiz (HYE 36410, HGK 840)	100
4.5.12	Sandsteine Stufe b Hintere Sächsische Schweiz (HYE 36426, HGK 860)	100
4.5.13	Sandsteine Stufe a Hintere Sächsische Schweiz (HGK 870, 872, 875)	100
4.5.14	Labiatus-Sandstein (HGK 890)	101
4.5.15	Labiatus-Pläner (HYE 36610, HGK 900)	101
4.5.16	Cenomane Sandsteine (HYE 37900, HGK 910)	102

5	Konstruktion der HGK Lückendorf.....	103
5.1	<i>Modellbegrenzung</i>	103
5.1.1	Bearbeitung des Höhenmodells und Ableitung der Modelloberfläche	103
5.1.2	Modellgrundfläche.....	103
5.2	<i>Erstellung der Verbreitungen Lückendorf</i>	104
5.3	<i>Konstruktion der hydrogeologischen Körper HGK</i>	105
5.3.1	Bearbeitungskonzept	105
5.3.2	Tektonische Elemente.....	108
5.3.3	Lockergestein (Randbedingungen, Ergebnisse der geostatistischen Analyse, Interpolationsverfahren)	110
5.3.4	Festgestein.....	111
6	Zusammenfassung	112
7	Literaturverzeichnis	115

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1	Rechercheergebnisse - Neuerfassung an Bohrungen in HYDRO
Anlage 2	Kartendarstellung der zusätzlich zu erfassenden Aufschlüsse
Anlage 3	Geologisch-stratigrafische Normalprofile als Ergebnis der Vorarbeiten
Anlage 3.1	Geologisch-stratigrafisches Normalprofil für das Teilgebiet Kirnitzschtal
Anlage 3.2	Geologisch-stratigrafisches Normalprofil für das Teilgebiet Lückendorf
Anlage 4	Normalprofil zur 3D-Modellierung GRACE
Anlage 4.1	Normalprofil zur 3D-Modellierung GRACE Kirnitzschtal
Anlage 4.2	Normalprofil zur 3D-Modellierung GRACE Lückendorf
Anlage 5	Geologisch-stratigrafische Profilschnitte als Ergebnis der Vorarbeiten
Anlage 5.1	Geologisch-stratigrafische Profilschnitte für das Teilgebiet Kirnitzschtal
Anlage 5.2	Geologisch-stratigrafische Profilschnitte für das Teilgebiet Lückendorf
Anlage 6	Geologische Aufschlüsse des Tschechischen Geologischen Dienstes
Anlage 6.1	Geologische Aufschlüsse auf der tschechischen Teilfläche des UG Kirnitzschtal
Anlage 6.2	Geologische Aufschlüsse auf der tschechischen Teilfläche des UG Lückendorf
Anlage 7	Leistungsbeschreibung

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

	Seite
Abbildung 1.1	Grenzen des Bearbeitungsgebietes Kirnitzschtal..... 17
Abbildung 1.2	Grenzen des Bearbeitungsgebietes Lückendorf 21
Abbildung 2.1	Lage der im Rahmen des Projektes GRACE zusätzlich erfassten 50 Aufschlüsse (vgl. Anlage 1 und Anlage 2) 29
Abbildung 3.1	Normalprofil GRACE Kirnitzschtal auf der Grundlage des Geologisch-stratigrafischen Normalprofil der Hinteren Sächsischen Schweiz aus VOIGT et al. (2013) 34
Abbildung 3.2	Geologisch-stratigrafisches Normalprofil der Hinteren Sächsischen Schweiz aus VOIGT et al. (2013)..... 37
Abbildung 3.3	Lage der Aufschlüsse im Auszug aus der Landesdatenbank UHYDRO (ca. 794 Aufschlüsse im Untersuchungsgebiet Kirnitzschtal und Umgebung, Datenübergabe 30.01.2013) 40
Abbildung 3.4	Bohrungen im UG Kirnitzschtal, die als Auszug aus der Landesaufschlusssdatenbank mit Hinweisen zur Stratifizierung nach VOIGT et al. (2013) ergänzt wurden (Datenübergabe 24.01.2013) 41
Abbildung 3.5	Bohrungen im UG Kirnitzschtal mit überarbeiteter Stratifizierung und ausführlicher Dokumentation in VOIGT et al. (2013) (Abschlussbericht vom 15.03.2013) 42
Abbildung 3.6	Aufschlüsse UG Kirnitzschtal auf tschechischem Gebiet..... 43
Abbildung 3.7	Zur Modellierung herangezogene Aufschlüsse UG Kirnitzschtal auf tschechischem Gebiet 44
Abbildung 3.8	Aufschlüsse aus der Landesdatenbank, die tief in den Kreidesandstein reichen, deren Stratifizierung in VOIGT et al (2013) aber nicht überarbeitet wurde (Stratifizierung durch G.E.O.S.)..... 49
Abbildung 3.9	Barometrisch und mittels GPS im Gelände aufgenommene Höhen von Schichtgrenzen..... 52
Abbildung 3.10	Lage der verwendeten Bohrungen im Modellgebiet..... 54
Abbildung 3.11	Endteufe der tiefen Bohrungen (> 100 m) im Modellgebiet..... 55
Abbildung 4.1	Digitales Geländemodell DGM25 als Grundlage für die 3D-Modellierung: Modellgebiet Kirnitzschtal..... 59
Abbildung 4.2	„Innenstadtflächen“ (SDE_ATKIS_Sie_Ortslage_F, rot) und „Grünflächen“ (SDE_ATKIS_Sie_FreiflaecheGrd_F“, grün)..... 61

Abbildung 4.3	Exemplarische Darstellung der Verbreitung des Sandsteins Stufe d (GK50 Eiszeit: VERBID 306, =HYE 35400 bzw. HGK 820) als Beispiel für die Anpassung der Verbreitung an das DGM	63
Abbildung 4.4	Verbreitung der Sandsteine von der Stufe c bis zur Unterkante Cenoman im Ergebnis der Modellierung	64
Abbildung 4.5	Verbreitung der Gesteine des tertiären Vulkanismus im Modell	66
Abbildung 4.6	Lage der Lausitzer Überschiebung (blaue Linie = Ausstrich an Gelände) und Einfallen nach VOIGT (2013).....	67
Abbildung 4.7	Unterkante Cenoman (HYE 37900) in m NHN, alle Aufschlusssdaten vor Höhenkorrektur.....	69
Abbildung 4.8	Isolinien Basis Cenoman (VOIGT et al. 2013) und entnommene Stützstellen zur 3D-Modellierung.....	69
Abbildung 4.9	Getrennte Aufnahme von Dölzschen-Formation und Briesnitz-Formation (Labiatuspläner) anhand der Bohrkerne (blau: getrennte Aufnahme durchgeführt, gelb: Labiatuspläner und Dölzschen-Formation nicht getrennt aufgenommen).....	72
Abbildung 4.10	Tiefe der Unterkante Labiatuspläner [m NN] (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT 2013 stratifizierten Bohrungen, vor Höhenkorrektur)	74
Abbildung 4.11	Mächtigkeiten Labiatuspläner in m (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT et al. 2013 stratifizierten Bohrungen)	75
Abbildung 4.12	Mächtigkeit Dölzschen-Formation in m als Hilfsgröße für die Modellierung des Labiatuspläners (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT 2013 stratifizierten Bohrungen).....	75
Abbildung 4.13	Mächtigkeit Dölzschen- und Briesnitz-Formation in m als Hilfsgröße für die Modellierung des Labiatuspläners (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT et al. 2013 stratifizierten Bohrungen)	75
Abbildung 4.14	Lage der Bohrungen Wis OtStz 1230/1962 und Hy GZd 12/1965 im Untersuchungsgebiet	76
Abbildung 4.15	Verbreitung des Labiatuspläners in der GK50 Eiszeit.....	78
Abbildung 4.16	Tiefe der Unterkante des Labiatus-Sandsteins [m NN] (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT et al. 2013 stratifizierten Bohrungen, vor Höhenkorrektur).....	79
Abbildung 4.17	Mächtigkeiten Labiatus-Sandstein in m (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT 2013 stratifizierten Bohrungen, vor Höhenkorrektur)	80

Abbildung 4.18	Tiefe der Unterkante Sandstein a [m NHN] (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT 2013 stratifizierten Bohrungen, vor Höhenkorrektur)	82
Abbildung 4.19	GK50 Eiszeit: Verbreitung VERBID 312 (Unterer Grünsandstein = Sandstein Stufe a1).....	83
Abbildung 4.20	Mächtigkeiten Sandstein Stufe a ₂ mit kalkhaltigen Schluff- und Tonsteinen („Lamarcki-Schichten“).....	84
Abbildung 4.21	Angenommene Verbreitung Sandstein Stufe a, Sandstein Stufe a ₂ und Lamarcki-Pläner	85
Abbildung 4.22	Tiefe der Unterkante Sandstein b [m NHN] (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT et al. 2013 stratifizierten Bohrungen, vor Höhenkorrektur).....	86
Abbildung 4.23	Unterkante Sandstein Stufe b: Punktdaten aus der GPS- bzw. barometrischen Vermessung [m NHN] (VOIGT et al. 2013).....	87
Abbildung 4.24	GK50 Eiszeit, Verbreitung VERBID 310 (Mittlerer Grünsandstein) als Information für die Abgrenzung der Sandsteinstufe b (HYE 36426)	87
Abbildung 4.25	Unterkante Sandstein Stufe c: Punktdaten aus der GPS- bzw. barometrischen Vermessung [m NHN]	88
Abbildung 4.26	GK50 Eiszeit: VERBID 308 (Sandsteine der Stufe c) als Orientierung für die Modellierung der Sandsteinstufe c.....	89
Abbildung 4.27	Unterkante Sandstein Stufe d: Punktdaten aus der GPS- bzw. barometrischen Vermessung [m NHN]	90
Abbildung 4.28	GL50 Eiszeit: Verbreitung VERBID 306 als Orientierung für die Abgrenzung der Sandsteinstufe d.....	90
Abbildung 4.29	Unterkante Sandstein Stufe e: Punktdaten aus der GPS- bzw. barometrischen Vermessung [m NHN]	91
Abbildung 4.30	GK50 Eiszeit: Verbreitung VERBID 305 (Rathewalde-Sandstein) = Sandstein Stufe e	92
Abbildung 4.31	Lage der Stützstellen im Bereich der tektonischen Hebung zwischen Hohe Liebe und Schrammsteine, Lage der Störung im Nassen Grund und exemplarische Darstellung der Ergebnisse am Beispiel der Höhe der Unterkante des Labiatussandsteines [m NHN] (HGK 890)	97
Abbildung 5.1	Digitales Geländemodell DGM25 als Grundlage für die 3D-Modellierung: Modellgebiet Lückendorf	103
Abbildung 5.2:	GK50 Eiszeit-Ausschnitt des Bearbeitungsgebietes mit Aufschlüssen.....	104

Abbildung 5.3	Geologische Hintergrundkarte aus VOIGT et al. 2013 und des daraus erstellten Störungsmodells (blau). Weiterhin sind die Bohrungen die das Festgestein aufschließen, sowie die Teufenlage des Festgesteins in den jeweiligen Bohrungen angegeben.....	109
Abbildung 5.4	Isolinienkarte der Cenomanbasis. Weiterhin sind die Bohrungen die das Festgestein aufschließen, sowie die Teufenlage des Festgesteins in den jeweiligen Bohrungen angegeben.....	110

TABELLENVERZEICHNIS

	Seite	
Tabelle 1.1	Verwendete topografische Karten und Daten.....	23
Tabelle 1.2	Verwendete geologische Karten.....	23
Tabelle 2.1	Aufschlüsse im Teilgebiet Kirnitzschtal zur Neuaufnahme in die digitale Landesbohrdatenbank (Stand 24.05.2013).....	27
Tabelle 3.1	Quartäre Bildungen als Bestandteil des „Normalprofils GRACE Kirnitzschtal“.....	32
Tabelle 3.2	Tertiäre Vulkanite als Bestandteil des „Normalprofils GRACE Kirnitzschtal“.....	32
Tabelle 3.3	Sandstein-Einheiten des „Normalprofils GRACE Kirnitzschtal“.....	33
Tabelle 3.4	Zusätzliche Geometrien im „Normalprofil GRACE Kirnitzschtal“.....	35
Tabelle 3.5	Quartäre Einheiten im Teilgebiet Lückendorf.....	36
Tabelle 3.6	Tertiäre Einheiten im Teilgebiet Lückendorf.....	36
Tabelle 3.7	Tertiäre Einheiten im Teilgebiet Lückendorf.....	36
Tabelle 3.8	Übersicht über die zur 3D-Modellierung des Gebietes Kirnitzschtal verwendeten Aufschlussdaten im sächsischen Teilgebiet.....	42
Tabelle 3.9	Aufschlussdaten auf tschechischer Seite zur Modellierung des Teilgebietes Kirnitzschtal.....	44
Tabelle 3.10	Kategorisierung und Behandlung von Höhenfehlern bei Bohransatzpunkten gemäß aktueller Methodik zur Hydrogeologischen Spezialkartierung in Sachsen (LfULG 2012a), Teilgebiet Kirnitzschtal, sächsischer Teil.....	46
Tabelle 3.11	Ergebnisse der Stratifizierung im Rahmen des Projektes GRACE: Aufschlüsse innerhalb des Modellgebietes Kirnitzschtal und in der näheren Umgebung mit quartären Bildungen und Tertiärvulkanismus.....	50
Tabelle 3.12	In VOIGT et al. (2013) vermessene Höhendaten.....	51

Tabelle 3.10	Kategorisierung und Behandlung von Höhenfehlern bei Bohransatzpunkten gemäß aktueller Methodik zur Hydrogeologischen Spezialkartierung in Sachsen (LfULG 2012a), Teilgebiet Lückendorf	56
Tabelle 4.1	SALKA-Einträge, die auf relevante Verbreitungen anthropogener Bildungen im Untersuchungsgebiet schließen lassen	62
Tabelle 4.2	Zusammenfassung der HYE und der zur Körperkonstruktion verwendeten Aufschlüsse: Quartär, Tertiär, Festgestein	64
Tabelle 4.3	Bohrungen mit Daten zur Störungsfläche der Lausitzer Überschiebung, die bei der Modellierung berücksichtigt worden sind	68
Tabelle 4.4	Mächtigkeit des Labiatuspläners (nur in VOIGT 2013 stratifizierte Bohrungen, vor Höhenkorrektur)	72
Tabelle 4.5	UK der Labiatuszone, Angaben aus der Landesdatenbank zusätzlich zu den in VOIGT 2013 stratifizierten Bohrungen (vor Höhenkorrektur).....	73
Tabelle 4.6	Vergleich der Höhen und Mächtigkeiten der Briesnitz- und Dölzschen-Formation am Beispiel der Bohrungen Wis OtStz 1230/1962 und Hy GZd 12/1965 (vor Höhenkorrektur)	76
Tabelle 4.7	Bohrungen, an denen die Dölzschen-Fm explizit ausgewiesen wurde (nur in den von VOIGT et al. 2013 stratifizierten Bohrungen, vor Höhenkorrektur)	77
Tabelle 4.8	Mächtigkeit des Labiatus-Sandsteins (Schmilka-Formation) in den in VOIGT et al. (2013) stratifizierten Bohrungen (vor Höhenkorrektur).....	78
Tabelle 4.9	Oberkante Labiatuszone = Oberkante Labiatussandstein (Bohrungen aus der Landesdatenbank, die nicht in VOIGT 2013 stratifiziert wurden, vor Höhenkorrektur)	79
Tabelle 4.10	Aufschlussdaten der Postelwitz- und Schrammstein-Formation (vor Höhenkorrektur)	80

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AG	Auftraggeber
AKBEZ	Aufschlusskurzbezeichnung
AN	Auftragnehmer
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
DGM	Digitales Geländemodell
DLM	Digitales Landnutzungsmodell
FIS	Fachinformationssystem
GA	Gutachten
GeoDB	Geo-Datenbank
GRACE	Groundwater Absence in Cretaceous Sandstone Aquifers (Gemeinsam genutzte Grundwasserressourcen im Tschechisch-Sächsischen Grenzgebiet)
GIS	Geografisches Informationssystem
GK25	Geologische Karte des Freistaates Sachsen/Spezialkarte 1 : 25 000
GK50	Geologische Karte der eiszeitlich bedeckten Gebiete von Sachsen 1 : 50 000
GOK	Geländeoberkante
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle
HGK	Hydrogeologischer Körper
HÜK200	Hydrogeologische Übersichtskarte 1 : 200 000
HYE	Hydrogeologische Einheit
LB	Leistungsbeschreibung
LD	Landesdirektion
LDBGA	Landesdatenbank geologischer Aufschlüsse
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LKQ	Lithofazieskarte Quartär
LKT	Lithofazieskarte Tertiär (Tertiäratlas)
LRA	Landratsamt
MP	Messpunkt
MTBL	Messtischblatt
SALKA	Sächsisches Altlastenkataster
SVZ	Schichtenverzeichnis
TK	Topographische Karte
UG	Untersuchungsgebiet
UHYDRO	Geodaten-Erfassungsprogramm des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
UIS	Umweltinformationssystem

1 Einführung

1.1 Anlass und Aufgabenstellung

Seit den 1980er Jahren wird ein Rückgang der Grundwasservorräte in Teilen der Sächsisch-Böhmischen Schweiz und des Zittauer Gebirges beobachtet. Betroffen sind die Grundwasserkörper des Kreidesandsteins, der in beiden Gebieten in hoher Mächtigkeit ansteht. Aufgrund der gesunkenen Grundwasserstände befinden sich die betroffenen Grundwasserkörper gemäß Europäischer Wasserrichtlinie in einem schlechten quantitativen Zustand.

Das Projekt GRACE – Groundwater Absence in Cretaceous Sandstone Aquifers (Gemeinsam genutzte Grundwasserressourcen im Tschechisch-Sächsischen Grenzgebiet) wurde vom Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung, der Tschechischen Republik und vom Freistaat Sachsen initiiert. Das Projekt hat den Schutz der Wasserressourcen und die Aufklärung der Ursachen der sinkenden Grundwasserstände in den sächsisch-tschechischen Grenzgebieten Hřensko – Krinice/Kirnitzsch und Petrovice – Lückendorf – Johnsdorf – Oybin zum Ziel.

Im Rahmen des Projektes GRACE ist eine grenzüberschreitende mathematisch-geohydraulische Modellierung für die beiden Untersuchungsgebiete durchzuführen. Als Voraussetzung für diese Grundwasserströmungsmodellierung sind geologische Strukturmodelle und darauf aufbauend hydrogeologische Raummodelle der relevanten Grundwasserleiter und Grundwasserstauer zu erstellen. Die Erarbeitung der hydrogeologischen Raummodelle ist Gegenstand der im vorliegenden Abschlussbericht dokumentierten Leistung.

1.2 Durchzuführende Arbeiten

Als Voraussetzung für die mathematisch-geohydraulische Modellierung sind geologische Strukturmodelle und darauf aufbauend hydrogeologische Raummodelle für die Bearbeitungsgebiete Kirnitzschtal (Hintere Sächsische Schweiz) und Lückendorf (Zittauer Gebirge) zu erstellen, die die lithologisch-faziellen, geometrischen und parametrischen Eigenschaften der Grundwasserleiter und Grundwasserstauer (Leiter-Stauer-Konfiguration) beschreiben. Diese Modelle sind für beide Teilgebiete auf der Fläche des Freistaates Sachsen in zwei Schritten zu erarbeiten.

In einem ersten Arbeitsschritt sind für beide Gebiete geologisch-stratigrafische Normalprofile zu erstellen. Darauf aufbauend sind für die wesentlichen geologischen Schichten der Kreide Horizontkarten zu erarbeiten. Des Weiteren sind für die Aufgabenstellung wesentliche Bohrungen neu zu stratifizieren sowie analoge Profilschnitte anzufertigen. Die genannten Arbeiten des ersten Arbeitsschrittes wurden durch einen externen Experten durchgeführt. Sie sind im Abschlussbericht „Grundlagen für ein geologisch-tektonisches Modell der Kreideablagerungen im Sächsisch-Böhmischen Grenzbereich im Rahmen des Ziel 3 - Projektes GRACE“ (VOIGT et al. 2013) dokumentiert.

Aufbauend auf den genannten Arbeiten sind in einem zweiten Arbeitsschritt und unter Nutzung weiterer Informationen für beide Gebiete geologisch-hydrogeologische Strukturmodelle zu entwickeln. Dies beinhaltet alle Arbeiten, die zur Erstellung eines Raummodelles der Kreideschichten auf der Grundlage der genannten Vorarbeiten erforderlich sind. Die Ergebnisse des zweiten Arbeitsschrittes werden im vorliegenden Bericht dokumentiert. Es wurden folgende Teilarbeiten durchgeführt:

1. Datenübernahme vom AG sowie Übernahme der Ergebnisse der Vorarbeiten des ersten Arbeitsschrittes (geologisch-stratigrafische Normalprofile, Horizontkarten, Profilschnitte, überarbeitete Schichtverzeichnisse der relevanten Aufschlüsse), Sichtung und Auswertung der Daten
2. Ergänzende Recherche/Bestandsaufnahme von Aufschlussdaten sowie deren Auswertung
3. Entwicklung der hydrogeologischen Normalprofile (HNP) für die Teilgebiete Kirnitzschtal und Lückendorf auf der Grundlage der übergebenen geologisch-stratigrafischen Normalprofile und unter Berücksichtigung der Tektonik
4. Präzisierung der räumlichen Abgrenzung der beiden Bearbeitungsgebiete
5. Aktualisierung der Aufschlussdatenbank, Neuerfassung von Aufschlüssen, Anpassung der aktuellen Datenbasis an die Erfordernisse der 3D-Modellierung
6. Komplettierung/Ergänzung aller gemäß HNP relevanten Verbreitungsflächen unter Zugrundelegung der bereits vorliegenden Verbreitungsflächen
7. Konstruktion der Geometrien des Raummodells (Hydrogeologische Körper), hierbei ist die „Methodik der Hydrogeologischen Spezialkartierung in Sachsen“ vom 05.09.2012 anzuwenden
8. Fehlerbereinigung und Vorlage des Gesamtergebnisses

1.3 Übersicht über das Kartierungsgebiet

Gegenstand der Arbeiten im Projekt GRACE sind die kreidezeitlichen und jüngeren Ablagerungen in der Hinteren Sächsischen Schweiz und Böhmisches Schweiz (Teilgebiet Hřensko/Kirnitzschtal) und im Zittauer Gebirge, welche den vom Grundwasserrückgang betroffenen Hauptgrundwasserleiter darstellen oder die Grundwasserneubildung und Grundwasserströmung in diesem Bereich beeinflussen. Sowohl im Teilgebiet Hřensko/Kirnitzschtal als auch im Zittauer Gebirge stellt die Lausitzer Überschiebung die nördliche Grenze der Verbreitung der kreidezeitlichen Ablagerungen dar. Die Bearbeitungsgebiete des Projektes GRACE enden deshalb im Norden an der Lausitzer Überschiebung.

Die Modellierung der Grundwasserströmung erfolgt im Projekt GRACE grenzüberschreitend entsprechend der Ausdehnung der Grundwasserleiter. Die im Folgenden dokumentierten Arbeiten umfassen lediglich die Modellierung der Geometrien der hydrogeologischen Körper, welche als Input zur Strömungsmodellierung benötigt werden. Dabei waren im Wesentlichen die auf dem Gebiet des Freistaates Sachsen liegenden Flächen der Grundwassereinzugsgebiete Gegenstand der im vorliegenden Abschlussbericht dokumentierten Bearbeitung. Die auf dem Gebiet der Tschechischen Republik liegenden Teilflächen der Grundwassereinzugsgebiete wurden durch einen tschechischen Auftragnehmer bearbeitet. Die Grenze zwischen den sächsischen und tschechischen Teilgebieten wurde während der Projektbearbeitung zwischen den beiden Bearbeitern abgestimmt. Dabei diente der Verlauf der Staatsgrenze als Orientierung.

1.3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes Kirnitzschtal

Die im Rahmen des Projektes GRACE zu untersuchenden Grundwasserleiter der Elbtalkreide im Teilgebiet Kirnitzschtal erstrecken sich von der Lausitzer Überschiebung im Norden bis auf das Gebiet der Tschechischen Republik im Osten und Süden. Da die Lausitzer Überschiebung als Störung hier nicht immer senkrecht verläuft, sondern mit wechselndem Winkel nach Norden fällt, wurde die Grenze des Bearbeitungsgebietes bis zur Schnittlinie der Störungsfläche der Lausitzer Überschiebung mit der Modellunterkante bei -300 m NHN geführt. Diese Schnittlinie liegt etwas nördlicher als die nördliche Verbreitungsgrenze der tiefsten Kreideschicht und nördlich der an der Geländeoberfläche streichenden Lausitzer Überschiebung (vgl. Abbildung 1.1).

Das Bearbeitungsgebiet Kirnitzschtal umfasst im Wesentlichen das oberirdische Einzugsgebiet der Kirnitzsch auf der Fläche des Freistaates Sachsen. Dieses Gebiet wird naturräumlich auch als Hintere Sächsische Schweiz bezeichnet.

Im Westen endet das Bearbeitungsgebiet auftragsgemäß am Flussverlauf der Elbe, im Osten an der Staatsgrenze. Die Grenze nach Süden zum Bearbeitungsgebiet des tschechischen Auftragnehmers wurde im Zuge der Projektbearbeitung mit diesem abgestimmt. Sie entspricht im Wesentlichen dem Verlauf des Flusses Kamenice. Damit ist das untere Einzugsgebiet der Kamenice Bestandteil des Bearbeitungsgebietes Kirnitzschtal. Die Ausdehnung des Bearbeitungsgebietes Kirnitzschtal ist in der folgenden Abbildung 1.1 dargestellt.

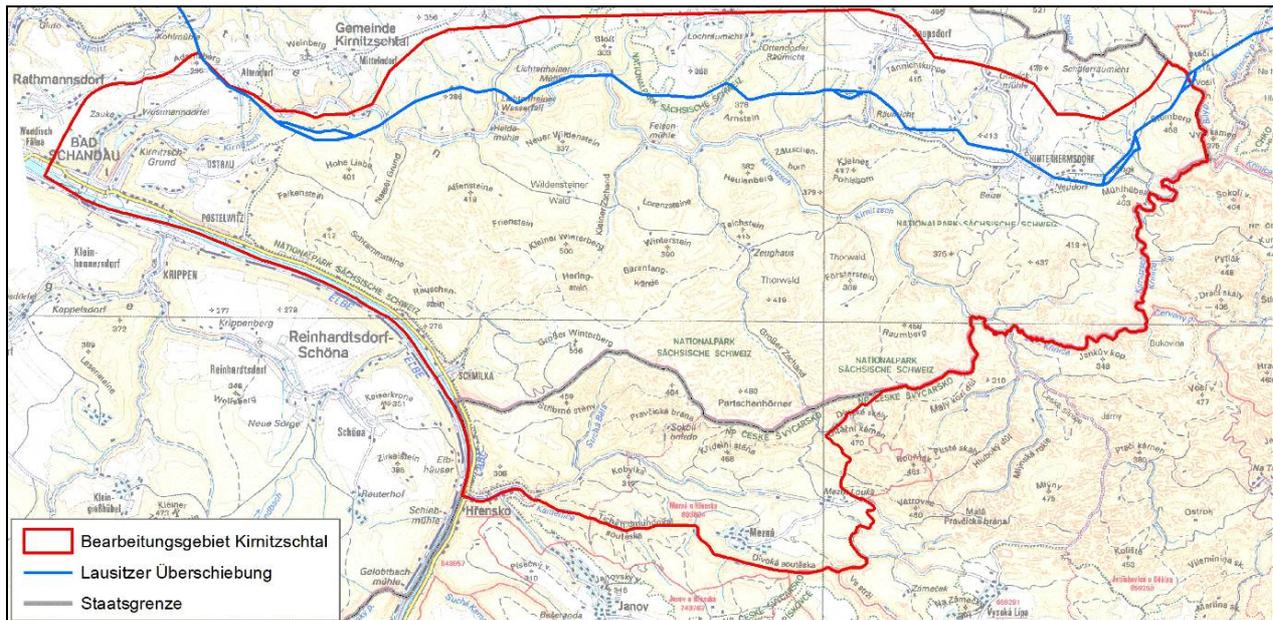


Abbildung 1.1 Grenzen des Bearbeitungsgebietes Kirnitzschtal

Die nördliche Grenze des Bearbeitungsgebietes verläuft beginnend bei der Elbe bei Bad Schandau über Altendorf-Mittelndorf-Lichtenhain-Ottendorf-Saupsdorf, sie erreicht bei Hinterhermsdorf die Staatsgrenze. Sie beschreibt annähernd die Einzugsgebietsgrenze der Kirnitzsch zum nördlich sich anschließenden Einzugsgebiet der Sebnitz. Im Osten verläuft die Gebietsgrenze entlang der Staatsgrenze, die hier mit dem oberen Gewässerverlauf der Kirnitzsch zusammenfällt. Die Grenze verläuft weiter vom Großen Zschand nach Süden über Mezni Louka bis zur Kamenice. Die südliche Grenze des Bearbeitungsgebietes wird von der Kamenice gebildet, die Grenze nach Westen vom Flussverlauf der Elbe.

Im Betrachtungsgebiet liegen die Stadt Bad Schandau mit ihren Ortsteilen Kirnitzschgrund, Ostrau und Postelwitz und die Orte Hinterhermsdorf und Schmilka. Im tschechischen Teil des Bearbeitungsgebietes liegen die Orte Hřensko und Mezná. Den größten Teil des Betrachtungsgebietes nehmen die Nationalparke Sächsische Schweiz und Böhmisches Schweiz ein.

Das Gebiet wird hier nahezu vollständig forstwirtschaftlich genutzt oder unterliegt keiner Nutzung (Kernzone der Nationalparke). Eine wesentliche Bedeutung hat die Erholungsfunktion. Die Wasserwerke Sebnitz und Hřensko fördern Grundwasser für die Wasserversorgung.

Das Relief ist geprägt von der Erosion der Sandsteinschichten, welche die bekannten Felsformen der Sächsisch-böhmischen Schweiz hervorgebracht haben. Der tiefste Geländepunkt des Bearbeitungsgebietes liegt an der Elbe bei Bad Schandau in einer Höhe von ca. 114 m NHN. Die höchsten Erhebungen sind der Große Winterberg (556 m NHN) und die sich anschließenden Sandsteinfelsen entlang der deutsch-tschechischen Grenze (Stribrňe steny 459 m NHN, Partschenhörner 480 m NHN, Kridelňi stena 470 m NN), der Kleine Winterberg (500 m NHN), der Steinberg bei Hinterhermsdorf (458 m NHN), der Raumberg (458 m NHN), die Affensteine (419 m NHN), die Schrammsteine (417 m NHN) und die Hohe Liebe (401 m NHN). Die großen Höhenunterschiede weisen auf eine hohe Reliefenergie hin, welche zur Ausbildung der tief erodierten Täler der Kirnitzsch, des Großen und Kleinen Zschandes, der Kamenice (Edmundsklamm, Tichá Soutěska) und der kleineren Seitentäler und Schluchten führten.

Aus geologischer Sicht umfasst das Untersuchungsgebiet die Elbtalkreide östlich der Grundgebirgsauftragungen bei Königstein und Wehlen vom Gebiet des Freistaates Sachsen bis zum Fluss Kamenice im Süden. Die Ablagerungen werden auch als Schandauer Becken zusammengefasst, welches neben dem Dresdner Becken und dem Pirnaer Becken eines der drei großen Sedimentbecken des Kreidemeeres darstellt. Einen großen Teil des Gebietes nimmt die Hinterhermsdorfer Paläosenke südlich von Hinterhermsdorf/Sebnitz ein. Die Hinterhermsdorfer Paläosenke ist eine flache nordost-streichende Depression mit kreidezeitlichen Ablagerungen mit Uranvererzung (Tonndorf 2000). Die ältesten Ablagerungen der Kreidezeit erreichen hier eine Tiefe von bis zu -230 m NN. Im Hinblick auf diese maximal erbohrte Tiefe der Sandsteinschichten wurde für die Modellunterkante für die Modellierung der Geometrien der Sandsteinschichten -300 m NHN festgesetzt.

Das Grundgebirge bildet im Untersuchungsgebiet eine tektonische Mulde, deren Achse entlang der Lausitzer Überschiebung verläuft und im Bereich der Hinterhermsdorfer Senke ihre größten Tiefen erreicht. Die Oberkante des Grundgebirges ist im gesamten Untersuchungsgebiet relativ gleichförmig flach um 1...2° nach Norden hin zur Lausitzer Überschiebung geneigt. Diese Neigung setzt sich südlich und westlich des Untersuchungsgebietes fort. Die auflagernden Sandsteinschichten zeigen überwiegend sehr geringe Schwankungen in der Mächtigkeit und ihre Neigung ist ähnlich wie die des Grundgebirges flach nach Norden zur Lausitzer Überschiebung hin gerichtet.

Lediglich lokal begrenzt im Bereich der Hohen Liebe zwischen dem Nassen Grund und den Schrammsteinen fand im Zuge der Überschiebung des Lausitzer Granodiorits eine tektonisch bedingte Hebung der Grundgebirgsoberkante statt, so dass hier die beschriebenen gleichförmigen Verhältnisse kleinräumig gestört sind (VOIGT 2013, MIBUS 1998). Entlang des Nassen Grundes östlich der Hohen Liebe wird eine Störung mit einem Höhenversatz des Grundgebirges und der auflagernden Sandsteinschichten beschrieben (VOIGT 2013). Westlich der Hohen Liebe und Östlich des Nassen Grundes werden die beschriebenen flach nach Norden geneigten Geometrien vorgefunden, während die Neigung im Bereich der tektonisch gehobenen Scholle der Hohen Liebe umgekehrt nach Süden gerichtet ist. Die Sandsteine wurden hier gehoben und infolge dessen in einem vergleichsweise steilen Winkel von 20...25° (...40°) aufgestellt. Im Gegenzug wird in diesem Bereich eine stärkere Senkung der Grundgebirgsoberkante an der Lausitzer Überschiebung bei Altendorf (Ostrauer Mühle) vermutet (VOIGT 2013).

Weitere Störungen der beschriebenen weiträumig gleichförmigen geometrischen Verhältnisse sind für den unmittelbaren Bereich der Störung der Lausitzer Überschiebung beschrieben bzw. zu vermuten. Hier wurden im Zuge der tektonischen Beanspruchung Sandsteinschollen und Gesteine älterer Ablagerung (Jurakalke) nach oben verschleppt, so dass z. B. bei Hinterhermsdorf Jurakalke bis an die Oberfläche gelangten, die in der Vergangenheit abgebaut wurden. An der Lausitzer Überschiebung stehen oftmals ältere Sandsteine an der Geländeoberfläche an, die im übrigen Teil des Untersuchungsgebietes nur in größeren Tiefen angetroffen werden.

Der geologische Bau der Kreidesandsteine ist in der Vergangenheit vor allem im Zuge der Uranerzsuchung der SDAG Wismut untersucht und dokumentiert worden. Insbesondere in der Hinterhermsdorfer Senke werden terrestrische und fluviatile Ablagerungen des Cenoman angetroffen, die vererzt sind. Der Aufbau der jüngeren Sandsteine ist in VOIGT (2013) detailliert beschrieben. Die dort vorgenommene Stratifizierung wurde für alle im Folgenden dargestellten Arbeiten übernommen. Die Sandsteine bilden im Untersuchungsgebiet folgende Formationen (von der älteren zur jüngeren): die Niederschöna-Formation, die Oberhäslich-Formation und die Dölzschen-Formation wurden im Cenoman abgelagert, die Briesnitz-, Schmilka-, Postelwitz- und Schrammstein-Formation sind dem Turon bis Unter-Coniac zuzuordnen.

Die Abgrenzung der Briesnitz-Formation, welche durch den flächendeckend vorhandenen mergeligen Labiatus-Pläner gebildet wird, ist aus hydrogeologischer Sicht wesentlich, da der Labiatuspläner die grundwasserleitenden cenomanen Sandsteine im Liegenden von den Sandsteinen der Schmilka-, Postelwitz- und Schrammstein-Formation hydraulisch trennen. Die Postelwitz- und Schrammstein-Formation werden in der Hinteren Sächsischen Schweiz aufgrund ihrer geomorphologischen Erscheinungsformen in Stufen gegliedert, wobei die Sandstein-Stufe a die älteste Stufe darstellt, die auf dem Labiatus-Sandstein abgelagert wurde, und von den Sandsteinstufen b, c, d und e gefolgt wird. Die Stufen a bis c werden der Postelwitz-Formation zugeordnet, die Stufen d und e der Schrammstein-Formation. Letztere bilden die höchsten Felsformationen in der Hinteren Sächsischen Schweiz. Die aus Sandstein-Wechselfolgen bestehenden Stufen werden durch teilweise mergelige Sandstein-Schluffstein-Zwischenlagen voneinander getrennt (Zwischenhorizonte α , β , γ und δ), allerdings weisen diese Zwischenhorizonte nur geringe Mächtigkeiten von wenigen Metern auf. Lokal ist eine Trennung der Sandsteinschichten geomorphologisch oder aufgrund der Beschaffenheit oder Fossilienführung der Sandsteine überhaupt nicht sicher möglich.

Lokal wird das Tafeldeckgebirge von tertiärem Basalt durchschlagen. Dies ist am Großen und Kleinen Winterberg der Fall, weiterhin an Raumberg, Pohlshorn, Hausberg und Heulenberg, deren Form auf die höherer Verwitterungsfestigkeit des Basaltes zurückzuführen ist. Die Basalte bilden die nördlichen Ausläufer eines tertiären Vulkanismus, dessen Zentrum sich in der böhmischen Egertalzone längs des Erzgebirgsabbruches erstreckt. Im Untersuchungsgebiet erstreckt sich der auf tertiären Vulkanismus zurückgehende, ca. 5 km lange Zeughausgang. Dieser Basaltgang und die Phonolith-Stöcke im Untersuchungsgebiet verursachen aber keine bedeutenden Lagerungsstörungen (VOIGT 2013).

1.3.2 Beschreibung des Untersuchungsgebietes Lückendorf

Das Arbeitsgebiet umfasst ein isoliertes Kreidevorkommen im Bereich des Zittauer Gebirges (). Im Norden wird es durch die Lausitzer Überschiebung begrenzt, während die südliche Grenze gemeinsam mit dem tschechischen Partner festgelegt wurde.

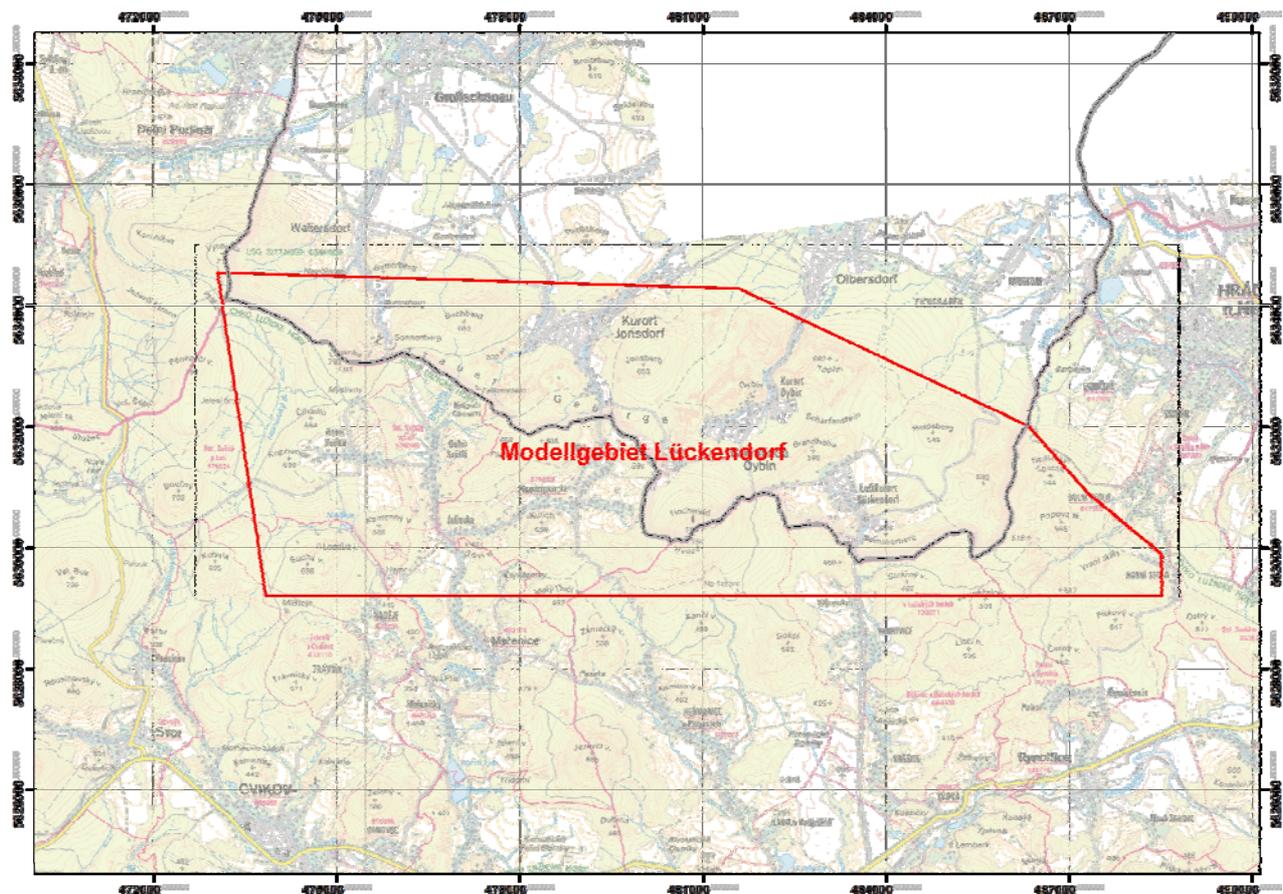


Abbildung 1.2 Grenzen des Bearbeitungsgebietes Lückendorf

Die Ausführungen zur Geologie in diesem Abschnitt entstammen wörtlich dem Abschlussbericht von VOIGT et al. (2013).

Die Kreide des Zittauer Gebirges ist ein von der Elbtalkreide isoliertes sächsisches Kreidevorkommen. Es liegt am Nordrand des Böhmisches Kreidebeckens und umfasst neben den Hängen der Lausche (791 m) und des Hochwald (749,50 m) das Plateau von Lückendorf und die Felsenstädte von Jonsdorf und Oybin. Im Vergleich zum Elbsandsteingebirge ist dieser Bereich sehr viel stärker durch Tektonik (Lausitzer Überschiebung, Nordostende des Egergrabens) und Vulkanismus betroffen. Eine Vielzahl von Phonolith- und Basanit-Stocken und zahlreiche Basalt-Gänge durchschlagen die Schichtenfolge. Sie haben gebietsweise zusätzlich zur Kontaktmetamorphose (Frittung) der Sandsteine, zu einer intensiven Verkieselung sowie zur Imprägnation des Porenraumes mit Eisenoxiden (Hämatit und Limonit) geführt. Generell ist die Kreide des Zittauer Gebirges durch eine größere Landnähe als das Elbsandsteingebirge gekennzeichnet, was durch die weite Verbreitung von Konglomeraten und konglomeratischen Sandsteinen zum Ausdruck kommt. Bislang war eine genaue Parallelisierung unmöglich. Deshalb unterscheidet sich die Lithostratigraphie des Zittauer Gebirges von der des

Elbsandsteingebirges. In diesem Bericht wird eine Korrelation mit der Kreide des Elbsandsteingebirges vorgestellt, die auch auf den Daten aus der südlich angrenzenden Böhmisches Kreide beruht (VOIGT 2013).

Die gesamte Schichtenfolge ist generell schlecht aufgeschlossen. Nur die monotonen Sandstein-Konglomerat-Wechselagerungen des Mittel-Turons bilden Felsen. Cenoman und Unter-Turon streichen mit Ausnahme des höchsten Unter-Turons in den Talgründen nördlich Oybin nicht an der Oberfläche aus. Die am besten aufgeschlossene Serie des insgesamt etwa 400 m mächtigen Mittel-Turons ist mit etwa 160 m am Berg Oybin zugänglich. Seit Langem auflässige Steinbrüche bei Waltersdorf zeigen kleine Abschnitte (20-30 m) im höheren Teil der Schichtenfolge (Ober-Turon und Unter-Coniac). Die weiten Hänge der Lausche und des Hochwalds mit jeweils mindestens 250 m mächtigen Kreideserien werden aber durch Quartär (Verwitterungsschutt der Phonolith-Kuppen) verhüllt. Ein großer Teil des Profils ist nur durch temporäre Aufschlüsse und einzelne Bohrungen bekannt, von denen die fast vollständig gekernte Bohrung Lückendorf E 1/60 die Bedeutendste ist. (VOIGT 2013).

1.3.3 Verwendete Kartengrundlagen/Luftbilder

Die Bearbeitung erfolgte im amtlichen sächsischen Lagebezugssystem UTM und im amtlichen sächsischen Höhenreferenzsystem:

Lagebezugssystem: ETRS89_UTM (Zone 33)
Höhenbezugssystem: Deutsches Haupthöhennetz 1992 (DHHN92)

Zur Bearbeitung wurden weiterhin die folgenden Raster für die Höhenzuweisung vorgegeben, die einen Teil der Mastergrids der HyK-50-Kartenblätter Bischofswerda-Sebnitz-Neugersdorf (West) und Zittau-Neugersdorf (Ost) darstellen:

Teilgebiet Kirnitzschtal

Linke untere Ecke RW 439000, HW 5634000
Auflösung 25 m x 25 m
Unterkante -300 m NHN

Teilgebiet Lückendorf

Linke untere Ecke RW 472700, HW 5629200
Auflösung 25 m x 25 m
Unterkante -300 m NHN

Die folgenden topografischen Karten und Daten des Freistaates Sachsen und der Tschechischen Republik wurden als topografische Grundlage für die Projektbearbeitung verwendet (Tabelle 1.1):

Tabelle 1.1 Verwendete topografische Karten und Daten

Datenart	Datenumfang	Herausgeber
DTK50	L5150 Sebnitz, L5152 Neugersdorf, L5154 Zittau	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Geobasisdaten: (c) 2013, Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN)
DTK25	5050 Bad Schandau, 5051 Sebnitz, 5052 Hinterhermsdorf, 5053 Neugersdorf, 5054 Zittau Nord, 5055 Hirschfelde, 5150 Rosenthal-Bielatal, 5151 Reinhardtsdorf-Schöna, 5152 Raumberg, 5153 Waltersdorf, 5154 Zittau	
DTK10	Kartenblätter 5049SO, 5050SW, 5050SO, 5051SW, 5051SO, 5052SW, 5149NO, 5149SO, 5150NW, 5150NO, 5150SW, 5150SO, 5151NW, 5151NO, 5152NW, 5153NO, 5153SO, 5154NW, 5154NO, 5154SW, 5154SO	
ATKIS-DLM	Bearbeitungsgebiet flächendeckend	
ATKIS-DGM2	Bearbeitungsgebiet flächendeckend	
ATKIS-DGM25	Bearbeitungsgebiet flächendeckend	
RGB-DOP	Digitale Orthophotos für das Gebiet der genannten DTK10	
TK50	Gebiet der Tschechischen Republik einschließlich grenznaher sächsischer Raum	http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM50_PUB/WMSservice.aspx (Copyright © 2009 ČÚZK, All rights reserved.)
TK25	Gebiet der Tschechischen Republik einschließlich grenznaher sächsischer Raum	http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM25_PUB/WMSservice.aspx (Copyright © 2009 ČÚZK, All rights reserved.)
TK10	Gebiet der Tschechischen Republik einschließlich grenznaher sächsischer Raum	http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/WMSservice.aspx (Copyright © 2009 ČÚZK, All rights reserved.)
Orthophotos	Gebiet der Tschechischen Republik	http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/service.svc/get? (Orthophotos)
DGM10	sächsisches Bearbeitungsgebiet flächendeckend	LfULG, 24.01.2013
DGM10	tschechisches Bearbeitungsgebiet flächendeckend (Gebiet Hrensko und Gebiet Petrovice)	LfULG, 31.01.2013 (geht zurück auf das offizielle tschechische digitale Geländemodell)

Zur Bearbeitung wurden weiterhin die folgenden geologischen Karten verwendet (Tabelle 1.2):

Tabelle 1.2 Verwendete geologische Karten

Datenart	Datenumfang	Herausgeber/übergeben von
GK50 Eiszeit (Geologische Karte der eiszeitlich bedeckten Gebiete 1:50000)	digital flächendeckend	LfULG
LKQ 50 (Lithofazieskarte Quartär)	digital flächendeckend	LfULG
GK25 alt (Geologische Karten 1:25000 aus dem Zeitraum 1872-1990)	analog (Blätter 5050, 5051, 5052, 5150, 5151, 5154)	eigener Bestand
GK25 der Tschechischen Republik	Blatt 02-242 Dolni Podluzi	eigener Bestand
Geologische Regionalkarte Nr. 1, 1:50000, Nationalparkregion Sächsische Schweiz	analog (Kirnitzschtal)	eigener Bestand

Datenart	Datenumfang	Herausgeber/übergeben von
GK100 L-J-K (Geologisch-tektonische Übersichtskarte der Region Lausitz-Isergebirge-Riesengebirge 1:100000)	digital flächendeckend	LfULG
BK50 (Bodenkarte 1:50000)	digital flächendeckend	LfULG
Geologische Karten des Tschechischen Geologischen Dienstes	WMS-Services für das Gebiet der Tschechischen Republik	http://geoportal.cuzk.cz (Copyright © 2009 ČÚZK, All rights reserved.) http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace davon http://ags1.geology.cz/ArcGIS/services/wms/HG200K/MapServer/WMServer? (Hydrogeologische Karte 1:200000) http://ags1.geology.cz/ArcGIS/services/wms/Pudni_typy/MapServer/WMServer? (Bodenkarte) http://ags1.geology.cz/ArcGIS/services/wms/kvarter/MapServer/WMServer? (Quartär) http://ags1.geology.cz/ArcGIS/services/wms/GM2_5mil/MapServer/WMServer? (Geologische Karte) http://ags1.geology.cz/ArcGIS/services/wms/GM500K/MapServer/WMServer? (Geologische Karte Festgestein)

2 Recherche

Der beim LfULG vorliegende Datenbestand stellt die Datenbasis für die durchzuführenden Arbeiten dar. Es handelt sich hierbei um Punktdaten (digitale Daten der Landesbohrdatenbank, Altlastenstandorte nach SALKA, Standorte aktiver Bergbauunternehmen, analoge Bohrarchive des LfULG) und Flächendaten (Geologische und Hydrogeologische Kartenwerke, Bodenkarte). Die Punktdaten sind Rohdaten, welche verschiedenen Prüfalgorithmen zu unterziehen sind, bevor sie in die Bearbeitung einfließen können. Weiterhin sind die Punktdaten mit einer Datenrecherche bei externen Institutionen zu vervollständigen. Dies schließt sowohl die Vervollständigung von Schichtverzeichnissen und anderen Daten ein als auch eine Neuaufnahme von Aufschlüssen in die Landesbohrdatenbank in vereinbartem Umfang. Im Ergebnis ist der vorhandene Datenpool durch zusätzliche Daten so zu qualifizieren, dass die für die Erarbeitung der Raummodelle notwendige räumliche Datendichte erreicht wird. Weiterhin soll gewährleistet sein, dass die Erstellung der Raummodelle auf der Grundlage des neusten Kenntnisstandes erfolgt.

2.1 Festgelegter Rechercheumfang

Im Rahmen der Recherchearbeiten sollten insgesamt 50 Aufschlüsse zusätzlich zum Bohrbestand des LfULG recherchiert und neu aufgenommen werden.

Bereits in der Aufgabenstellung wurde seitens des Auftraggebers davon ausgegangen, dass der Erfassungsstand der geologischen Aufschlüsse im Archiv des LfULG für das Teilgebiet Kirnitzschtal bereits vor der Recherche bei 100 % liegen dürfte, weil mittlerweile auch die geologischen Aufschlüsse der WISMUT GmbH im LfULG archiviert wurden. Im Teilgebiet Lückendorf war der Kenntnisstand dagegen nicht eindeutig, wobei bekannt war, dass der Bestand an Erkundungsbohrungen gering sein dürfte.

Die Recherchen wurden mit Schreiben zum Anlass und mit entsprechenden Lageplänen an die folgenden Einrichtungen und Betriebe eingeleitet:

- Landratsämter der Landkreise Sächsische Schweiz-Osterzgebirge, Bautzen und Görlitz (Bauämter und Umweltämter)
- Landesdirektion Dresden
- Trink- und Abwasserversorger in den o. g. Landkreisen
- Landesämter für Straßenbau und Verkehr, NL Dresden, NL Bautzen und NL Meißen
- Landestalsperrenverwaltung in Pirna und Malschwitz

- Archiv der Wismut GmbH
- Deutsche Bahn AG
- LMBV
- Sächsisches Oberbergamt
- LfULG Dresden (Sächsisches Altlastenkataster und Referate Oberflächenwasser und Grundwasser)
- Archiv der Landesdirektion Dresden in Bautzen (ehemaliges Archiv der Stelle für Gebietsgeologie)

Auftragsgemäß wurden ergänzend zu den genannten Arbeiten die Unterlagen des Geologischen Archivs des LfULG (Einheitsblattarchiv und Geologisches Berichtsarchiv) mit teilweise noch nicht erfassten Daten des inzwischen eingegliederten ehemaligen Regionalarchivs Radebeul gesichtet.

Außerdem wurde im hauseigenen Archiv von G.E.O.S. nach vorhandenen Gutachten und Berichten recherchiert.

Nachdem die genannten Institutionen auf die Schreiben reagiert hatten, erfolgten entweder die Sichtung der postalisch oder im direkten Kontakt übergebenen Unterlagen oder die Sichtung Unterlagen vor Ort.

Da aus den recherchierten Unterlagen nicht hervorging, ob diese bereits in die Landesbohrdatenbank UHYDRO oder überhaupt an das LfULG bzw. dessen Vorgänger, dem LfUG, geliefert worden waren, erfolgte die Erfassung der recherchierten Bohrungen zunächst tabellarisch mit dem Ziel des Abgleichs mit den bereits im LfULG erfassten Daten. Anschließend konnte für beide Modellgebiete ermittelt werden, welche Schichtenverzeichnisse zusätzlich erfasst werden können.

2.2 Rechercheergebnisse

2.2.1 Modellgebiet Kirnitzschtal

Mit den durchgeführten Rechercharbeiten konnte der bereits vorliegende Datenbestand nicht in relevantem Umfang aktualisiert oder erweitert werden. Zusätzlich wurden die Schichtverzeichnisse von insgesamt nur 8 Bohrungen recherchiert, die noch in die Landesdatenbank aufgenommen werden können. Dabei handelte es sich zum Stand des Abschlusses der Recherche (1. Zwischenbericht vom 24.05.2013) um

- einen Aufschluss der WISMUT (B 432/966) und
- sieben Aufschlüsse aus Brunnen- und Erdwärmebohrungen aus den Jahren 2008 bis 2012, welche das Landratsamt Sächsische Schweiz-Osterzgebirge zu Verfügung stellte.

Diese Aufschlüsse sind in der folgenden Tabelle 2.1 zusammengefasst.

Tabelle 2.1 Aufschlüsse im Teilgebiet Kirnitzschtal zur Neuaufnahme in die digitale Landesbohrdatenbank (Stand 24.05.2013)

Aufschluss Nr.	RW [m] GK 5	RW [m] GK 5	Endteufe [m]	SVZ	GWM	Projekt	Quelle
Br 1/012	544176 5	564240 5	14	vorh.	aus- gebaut	BV Schindler, Elbufer 14, 01814 Bad Schandau, OT Postelwitz	LRA Sächs. Schweiz/Osterzgeb.
Br A1/012	544170 0	564244 5	14	vorh.	aus- gebaut	Hotel "Elbpromenade" Elbufer 10, 01814 Bad Schandau, OT Postelwitz	LRA Sächs. Schweiz/Osterzgeb.
Br A2/012	544169 0	564241 5	12	vorh.	aus- gebaut	BV Schindler, Elbufer 8, 01814 Bad Schandau, OT Postelwitz	LRA Sächs. Schweiz/Osterzgeb.
ES A1/12	544218 6	564316 2	80	vorh.		Michael Hacke, Poststraße 6, 01814 Bad Schandau, OT Ostrau	LRA Sächs. Schweiz/Osterzgeb.
ES 3/010	544258 5	564474 1	65	vorh.		Rainer Hölzel, Sebnitzer Straße 17, 01855 Altendorf	LRA Sächs. Schweiz/Osterzgeb.
Br. 01/2008	544476 0	564406 0	30	vorh.	aus- gebaut	Kirnitzschtalstraße 7, 01855 Kirnitzschtal-Mittelndorf	LRA Sächs. Schweiz/Osterzgeb.
ES 1/07	544442 5	563941 0	70	vorh.	aus- gebaut	Fam. Becker, Grundweg 65, 01814 Reinhardtsdorf-Schöna	LRA Sächs. Schweiz/Osterzgeb.
B..432....19 66	544610 6	563964 8	230	vorh.		Wismut Lagerstätten erkundung	Wismut-Archiv

Im Zuge der weiteren Bearbeitung, insbesondere der Modellierung der Hydrogeologischen Körper, zeigte sich, dass aus den genannten Schichtverzeichnissen kein Informationsgewinn gezogen werden kann. Der aufgeschlossene Sandstein wurde nicht soweit differenziert, dass nachträglich eine Zuordnung zu den Hydrogeologischen Körpern erfolgen kann. Weiterhin zeigte sich, dass die genannte Wismut-Bohrung bereits in der Landesdatenbank enthalten ist. Damit konnte der Bestand der Landesdatenbank an Aufschlussdaten mit der Recherche zusätzlicher Aufschlussdaten im Untersuchungsgebiet Kirnitzschtal nicht erweitert werden.

2.2.2 Modellgebiet Lückendorf

Im Modellgebiet Lückendorf waren keine zusätzlichen geologischen Aufschlüsse recherchierbar.

Nach Auskunft der Trink- und Abwasserentsorger sowie der verantwortlichen Mitarbeiter im Bauamt für das Gebiet Lückendorf-Johnsdorf wurden gelegentlich Baugrundgutachten sowohl für Abwassertrassen als auch für Böschungssicherungen erstellt. Die untersuchten Standorte lagen jedoch stets im Bereich der vorhandenen Straßen und die Aufschlüsse erreichten kaum Teufen von 5 m.

Das im Zuge der Recherchen von den o. g. Versorgungsbetrieben bzw. dem Bauamt benannte Baugrundbüro, welches die Gutachten erstellte, konnte die angefragten Bohrprofile innerhalb der Bearbeitungszeit nicht zur Verfügung stellen. Außerdem wurden diese Aufschlüsse nicht nach Lage und Höhe eingemessen.

Es ist einzuschätzen, dass weder die punktuellen Aufschlüsse für Böschungssicherungen noch die Linienerkundungen für Abwassertrassen aufgrund der geringen erreichten Teufen einen relevanten Kenntniszuwachs für die 3D-Modellierung der Hydrogeologischen Körper ermöglichen.

2.3 Auswahl und Erfassung der Aufschlüsse

Auftragsgemäß waren im Rahmen der Rechercharbeiten insgesamt 50 Aufschlüsse zusätzlich zum Bohrbestand des LfULG recherchiert und neu aufgenommen werden. Diese Aufschlüsse sollten vorzugsweise innerhalb der Bearbeitungsgebiete Kirnitzschtal und Lückendorf liegen. Im Teilgebiet Kirnitzschtal verbleiben 7 Schichtverzeichnisse zur Aufnahme (vgl. Tabelle 2.1), im Teilgebiet Lückendorf konnten keine relevanten Daten recherchiert werden. Aufgrund des geringen Informationsgehaltes der wenigen recherchierten Schichtverzeichnisse in den eigentlichen Bearbeitungsgebieten wurden die Daten der 7 Schichtverzeichnisse im Kirnitzschtal im Rahmen der HyK50-Kartierung Bischofswerda-Sebnitz-Neugersdorf (W.) erfasst. Im Rahmen der vorliegenden Leistung wurden die Daten von insgesamt 50 zusätzlichen Aufschlüssen in die Landesdatenbank aufgenommen, die im Bereich der zeitgleich zu bearbeitenden HyK50-Kartierungen Bautzen/Görlitz (West) und Berzdorf liegen. Diese zusätzlich erfassten Aufschlüsse sind in Anlage 1 tabellarisch gelistet, eine Kartendarstellung kann Anlage 2 entnommen werden. Die Abbildung 2.1 gibt einen Überblick über die Lage der Aufschlüsse.

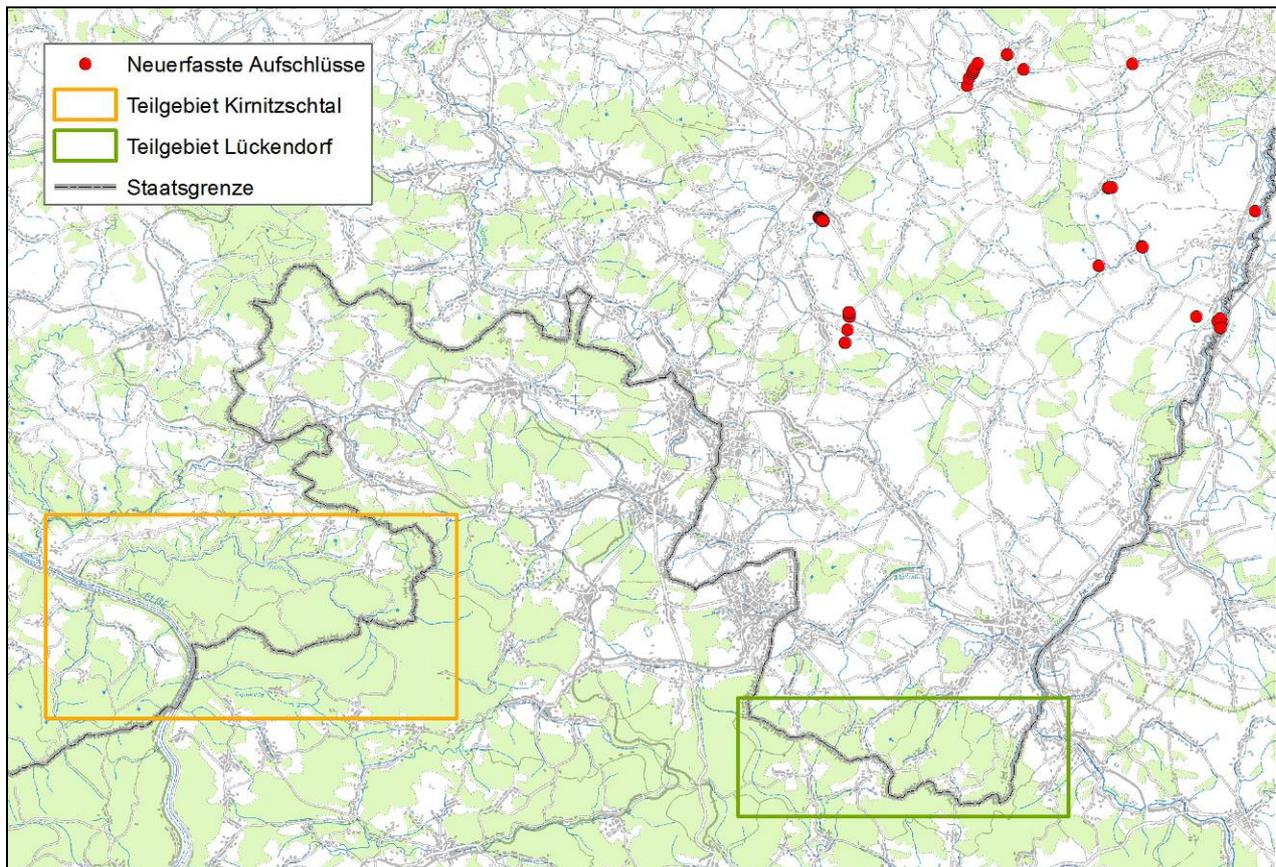


Abbildung 2.1 Lage der im Rahmen des Projektes GRACE zusätzlich erfassten 50 Aufschlüsse
(vgl. Anlage 1 und Anlage 2)

Die Erfassung der Daten erfolgte mittels Programm UHYDRO32. Bei der Erfassung wurden die Grund- und Stammdaten der Aufschlüsse und die analog vorliegenden Schichtenverzeichnisse aufgenommen, weiterhin ggf. zu berücksichtigende Daten zu Ausbau und Hinterfüllung von Brunnen und Grundwassermessstellen, Wasserstände und andere Informationen.

2.4 Datenübergabe an das LfULG

Die neu erfassten Daten wurden am 12.11.2013 an den AG digital übergeben. Die Prüfung der Daten erfolgte im Referat 101 des LfULG, die Erfüllung der Teilaufgabe wurde am 21.11.2013 vom LfULG schriftlich bestätigt.

3 Datenvorbereitung

3.1 Strukturmodell

Im Rahmen des Projektes GRACE wurden für die Teilgebiete Kirnitzschtal und Lückendorf jeweils ein geologisch-stratigrafisches Normalprofil erstellt. Diese Arbeiten wurden durch die Friedrich-Schiller-Universität Jena im Vorfeld der Modellierung der Geometrien durchgeführt (VOIGT 2013). Sie beinhalten eine Literaturstudie zum Kenntnisstand der Stratigraphie der Kreidesedimente in der Hinteren Sächsischen Schweiz und im Zittauer Gebirge einschließlich der Auswertung mehrerer Diplomkartierungen. Der Bohrdatenbestand des LfULG wurde anhand des aktuellen Kenntnisstandes überarbeitet, insbesondere wurde die stratigrafische Zuordnung der Teilschichten der Aufschlüsse im Sinne der aktuellen geologisch-stratigrafischen Modellvorstellungen überarbeitet. Anhand der Ergebnisse der Literaturstudie, der überarbeiteten Aufschlusssdaten und der Ergebnisse von Kartierarbeiten im Gelände wurde ein aktuelles geologisch-stratigrafisches Normalprofil erstellt. Für die Teilschichten dieses Normalprofils wurden Höhenkarten erarbeitet. Weiterhin wurden für das Kirnitzschtal insgesamt 7 geologische Prinzipschnitte und für das Teilgebiet Lückendorf insgesamt 3 geologische Prinzipschnitte vorgelegt. Die im Gebiet Lückendorf relevanten tektonischen Störungen wurden ermittelt und die Höhenverschiebung der Kreideschichten an den Störungen wurde abgeschätzt.

3.1.1 Normalprofil Teilgebiet Kirnitzschtal

Das im Rahmen der Vorarbeiten an der TU Jena erarbeitete geologisch-stratigrafische Normalprofil der kreidezeitlichen Ablagerungen im Teilgebiet Kirnitzschtal ist in der Anlage 3.1 dargestellt. Die Sandsteine sind lithostratigrafisch und biostratigrafisch differenziert. Weiterhin wurden die Formationen entsprechend der von VOIGT & TRÖGER 2007 vorgegebenen Formationsgliederung zugeordnet. Es wurde eine Parallelisierung mit der tschechischen Formationsgliederung für das Böhmisches Becken durchgeführt.

Das in Anlage 3.1 dargestellte geologisch-stratigrafische Normalprofil wurde als Grundlage für ein Normalprofil zur 3D-Modellierung des Untersuchungsgebietes Kirnitzschtal im Rahmen des Projektes GRACE verwendet. Dieses „Normalprofil GRACE Kirnitzschtal“ muss alle hydrogeologischen Einheiten enthalten, die zur Bearbeitung der Aufgaben des Projektes GRACE wesentlich sind. In das „Normalprofil GRACE Kirnitzschtal“ müssen sich damit alle real existierenden Gesteinskörper einordnen, die aufgrund ihrer Petrographie, Textur oder Struktur einheitliche hydrogeologische Eigenschaften aufweisen und durch Schichtgrenzen, Faziesgrenzen, Erosionsränder oder Störungen begrenzt sind (LfULG 2012a).

Im Hinblick auf die hydrogeologischen Eigenschaften wird deutlich, dass weder die lithografischen Einheiten des geologisch-stratigrafischen Normalprofils aus Anlage 3.1 noch dessen biostratigrafische oder Formationseinteilung den Anforderungen allein gerecht werden, da die dargestellten hydrogeologischen Einschätzungen keiner dieser Einteilungen eindeutig zugeordnet werden können. Allerdings zeigt sich, dass die Lithostratigraphie am ehesten Rückschlüsse auf die hydrogeologischen Eigenschaften erlaubt, da entweder ganze lithostratigrafische Einheiten mit hydrogeologischen Eigenschaften belegt werden können (Plenus-Zone = geringleitend, Labiatus-Pläner = Stauer, Labiatus-Sandstein = Grundwasserleiter) oder Grundwassergeringleiter den Zwischenhorizonten zwischen den ausgewiesenen lithostratigrafischen Einheiten entsprechen (Übergang Sandstein b-c = geringleitend, Zwischenhorizont γ_3 = geringleitend, Zwischenhorizont δ_2 = geringleitend).

Weiterhin waren im Hinblick auf die später durchzuführende hydrogeologische 3D-Kartierung des Blattes Sebnitz im „Normalprofil GRACE Kirnitzschtal“ bereits alle hydrogeologischen Einheiten zu berücksichtigen, die in diesem Kartenblatt und randlich im Kirnitzschtal vorkommen, im geologisch-stratigrafischen Normalprofil nach Anlage 3.1 aber nicht enthalten sind. Dabei handelt es sich um den Lamarckipläner, der im äußersten Westen des Bearbeitungsgebietes als Bestandteil der Sandsteinstufe a vorkommt und als Grundwassergeringleiter wirkt.

Aus den genannten Gründen wurde ausgehend von Anlage 3.1 ein „Normalprofil GRACE Kirnitzschtal“ als Grundlage für die 3D-Modellierung erstellt, welches sowohl die Ergebnisse der Vorarbeiten beinhaltet als auch den Anforderungen der im Rahmen von GRACE durchzuführenden Strömungsmodellierung genügt und zusätzlich alle hydrogeologischen Einheiten enthält, welche später mit der 3D-Kartierung des HyK50-Kartenblattes Sebnitz/Neugersdorf (West) zu berücksichtigen sind (vgl. Abbildung 3.1). Vom AG wurde ein solches Normalprofil mit zugeordneten Einheiten der sächsischen Generallegende und Karteneinheiten der geologischen Karten HyK50 Pirna, GK100 L-J-K, GK50eis und LKQ zur Bearbeitung der HyK50 Sebnitz/Neugersdorf (West) vorbereitet. Diese Zusammenstellung wurde im Rahmen der Modellierung Kirnitzschtal zusätzlich zu Anlage 3.1 als Grundlage verwendet.

Den im „Normalprofil GRACE Kirnitzschtal“ enthaltenen Einheiten wurden die Hydrogeologischen Einheiten der sächsischen Generallegende nach Möglichkeit zugeordnet. Die Zuordnung war in den Fällen nicht möglich, die nicht isoliert im Bearbeitungsgebiet Kirnitzschtal behandelt werden können, weil eine überregionale Betrachtung im Rahmen der 3D-Kartierung Sebnitz/Neugersdorf (West) notwendig ist. Weiterhin wurden den Einheiten des „Normalprofils GRACE Kirnitzschtal“ vorläufige HGK-Nummern zugeordnet, die im Fall der Sandsteinbildungen dreistellig gewählt wurden, so dass während der Bearbeitung noch Einheiten ohne Umnummerierung eingefügt

werden können, und die mit der Ziffer „8“ beginnen, um Verwechslungen mit den Nummerierungen der regulären HyK50-Kartierung auszuschließen (vgl. Abbildung 3.1). Eine endgültige Festlegung von HGK-Nummern ist auch hier erst im Rahmen der später durchzuführenden HyK50-Kartierung Sebnitz/Neugersdorf (West) möglich.

Quartäre Bildungen

Es wurden folgende quartäre Bildungen bei der Modellierung Kirnitzschtal berücksichtigt (Tabelle 3.1):

Tabelle 3.1 Quartäre Bildungen als Bestandteil des „Normalprofils GRACE Kirnitzschtal“

HGK Kirnitzschtal	Bezeichnung	HYE aggregiert
00	Anthropogene Bildungen	11100
02	Auenlehm	11310
03	Auenkies (Elbe)	11361
04	Auenkies (kleine/mittlere Flüsse)	11360
05	Gehängelehm	12210
06	Löss	12200
07	Blockschutt	12800
15	Grundmoräne E2	16150
24	Tiefere Hochterrasse: Elbe	18120
25	Mittlere Hochterrasse: Elbe	18220

Im Untersuchungsgebiet kommen keine weiteren quartären Bildungen vor. Die im „Normalprofil GRACE Kirnitzschtal“ verwendeten HGK-Nummern des Quartärs entsprechen den vorläufigen HGK-Nummern des Normalprofils der in Arbeit befindlichen HyK50-Kartierung Bischofswerda/Sebnitz/Neugersdorf (West).

Tertiärer Vulkanismus

Im Untersuchungsgebiet Kirnitzschtal kommen basaltische Gesteine und Vulkanoklastite vor (Tabelle 3.2). Diese Bildungen wurden bei der Modellierung der Sandsteingeometrien berücksichtigt. Die Nummerierung der HGK im „Normalprofil GRACE Kirnitzschtal“ entspricht der vorläufigen HGK-Nummerierung des Kartenblattes Bischofswerda/Sebnitz/Neugersdorf (West).

Tabelle 3.2 Tertiäre Vulkanite als Bestandteil des „Normalprofils GRACE Kirnitzschtal“

HGK Kirnitzschtal	Bezeichnung	HYE aggregiert
29	Basaltische Gesteine	93001
30	Vulkanoklastite	93002

Kreidezeitliche Bildungen

Bei der Bearbeitung des Sandsteins, welcher den eigentlichen Gegenstand der Leistung im Rahmen des Projektes GRACE darstellt, war anders als im Quartär mit notwendigen Anpassungen bzw. Änderungen während der Bearbeitung zu rechnen. Deshalb wurden im „Normalprofil GRACE Kirnitzschtal“ zunächst dreistellige HGK-Nummern zur Modellierung verwendet, um ggf. zusätzliche Körper ohne Umnummerierungen berücksichtigen zu können (vgl. Tabelle 3.3). Letzteres war im Rahmen der Bearbeitung auch erforderlich. Da die Bearbeitung der HyK50-Blätter Bischofswerda/Sebnitz/Neugersdorf später erfolgt und damit auch die Nummerierung im „Normalprofil GRACE Kirnitzschtal“ voraussichtlich hinfällig wird, wurden die ursprünglich gewählten dreistelligen Nummern für den Sandstein zur Bearbeitung des Projektes GRACE beibehalten. Die endgültigen HGK-Nummern können erst mit Abschluss der HyK50-Kartierung festgelegt werden.

Tabelle 3.3 Sandstein-Einheiten des „Normalprofils GRACE Kirnitzschtal“

HGK Kirnitzschtal	Bezeichnung	HYE aggregiert
800	Sandstein e	35100
810	Zwischenzone $\delta 2$	35300
820	Sandstein d	35400
830	Zwischenzone $\gamma 3$	35310
840	Sandstein c	36410
860	Sandstein b	36426
870	Sandstein a3	wird noch vergeben
872	Sandstein a2	wird noch vergeben
875	Lamarcki-Pläner	wird noch vergeben
880	Sandstein a1	wird noch vergeben
890	Labiatus-Sandstein	wird noch vergeben
900	Labiatus-Pläner	36610
910	Cenoman	37900

Eine Separation des Oberen glaukonitisch-sandigen Mergels (vorgesehen als HGK 850) wurde abschließend nicht durchgeführt, da dieser im Untersuchungsgebiet nicht verbreitet ist bzw. die erforderlichen Informationen zur Modellierung fehlen.

Der Labiatus-Pläner sollte nach Vorgabe des AG mit der Dölzchen-Formation als gemeinsamer Körper modelliert werden. Dies war jedoch nicht möglich, da die Dölzchen-Formation kaum von der Oberhäslich-Formation im Liegenden getrennt werden kann und in der Hinteren Sächsischen Schweiz i. d. R. gemeinsam mit dieser angesprochen wird („Dölzchen-/Oberhäslich-Formation“, in Tschechien: Peruc-Korycany-Formation, vgl. Anlage 3.1).

Eine Trennung des Labiatus-Pläners wurde dagegen bei der Stratifizierung im Rahmen der Vorarbeiten in VOIGT et al. (2013) vorgenommen, wenn dies möglich war. Der Labiatus-Pläner wurde deshalb getrennt von der Dölzschen-Formation als HGK 900 modelliert, womit gleichzeitig auch eine Trennung von Cenoman und Turon erreicht wird.

Den HGK 870, 872, 875, 880 und 890 ist noch keine HYE zugeordnet.

Eine Zuordnung der Kreideeinheiten des „Normalprofils GRACE Kirnitzschtal“ zum geologisch-stratigrafischen Normalprofil von VOIGT et al. (2013) ist anhand der Abbildung 3.1 möglich.

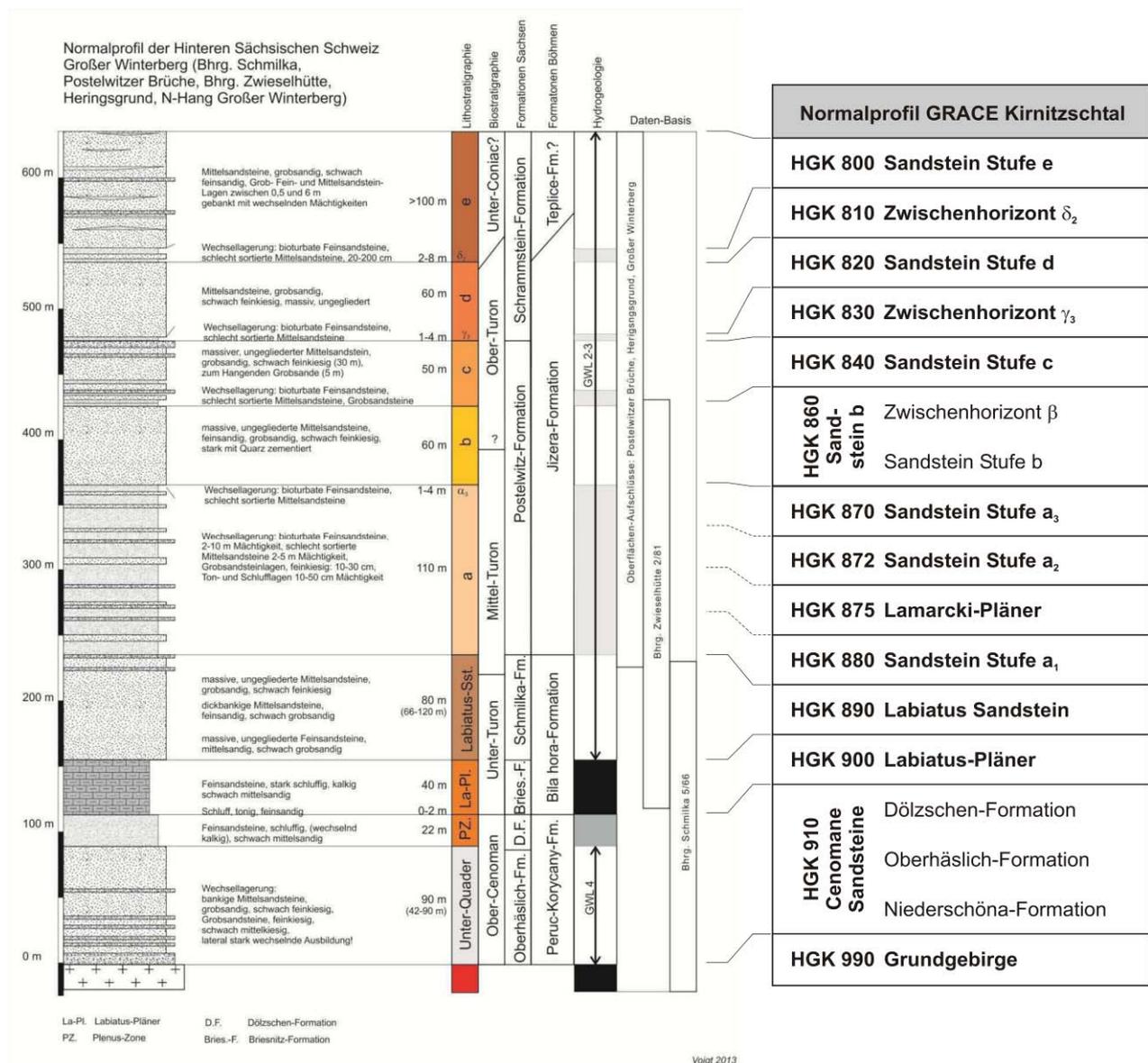


Abbildung 3.1 Normalprofil GRACE Kirnitzschtal auf der Grundlage des Geologisch-stratigrafischen Normalprofil der Hinteren Sächsischen Schweiz aus VOIGT et al. (2013)

Weitere Geometrien

Zusätzlich zu den Sandsteinen wurde der HGK 47 modelliert, dabei handelt es sich um Jurakalke, die an der Lausitzer Überschiebung zusammen mit den Sandsteinen vorkommen.

Die Differenzierung des Festgesteinsuntergrundes (Granodiorit u. a.) war nicht Gegenstand der Leistung GRACE. Es musste jedoch ein separater 3D-Körper modelliert werden, der das Festgestein nördlich der Lausitzer Überschiebung darstellt, da dieser durch die Störungsfläche und den darunterliegenden Sandstein begrenzt wird und dessen Geometrie mitbestimmt. Der Körper wurde bis zu einer Tiefe von -300 m (=Modellunterkante) modelliert. Er wurde mit der HGK-Nummer 990 belegt, die Zuordnung einer HYE erfolgte nicht. Die Störungsfläche der Lausitzer Überschiebung ist ein Teil der Unterkante des Körpers Nr. 990. Den Bohrstrecken, die sich im Festgestein südlich der Lausitzer Überschiebung befinden, wurden die Nummer 995 vergeben, um eine Unterscheidung zu den Festgesteinen nördlich der Lausitzer Überschiebung (990) zu ermöglichen.

Die Unterkante der Sandsteine (=Unterkante Cenoman) wurde flächendeckend modelliert. Alle Sandsteine liegen höher als -300 m, so dass kein Sandstein unterhalb der Modellgrenze liegt. An der Lausitzer Überschiebung befindet sich weiterhin eine Cenoman-Scholle, die nach oben geschleppt wurde. Dort sind zwei Unterkanten des Cenoman (HGK 910) am gleichen Standort vorhanden. Deshalb war es erforderlich, den HGK 910 in zwei Teilen zu modellieren. Die Cenomanscholle wurde im „Normalprofil GRACE Kirnitzschtal“ mit der Nr. „910b“ belegt.

Tabelle 3.4 Zusätzliche Geometrien im „Normalprofil GRACE Kirnitzschtal“

HGK Kirnitzschtal	Bezeichnung	HYE aggregiert
47	Jurakalke	95452
990	Festgesteinsuntergrund	nicht differenziert
910b	Cenoman	37900

Das „Normalprofil GRACE Kirnitzschtal“ ist in der Anlage 4.1 dokumentiert.

3.1.2 Normalprofil Teilgebiet Lückendorf

Quartäre Bildungen

Das Quartär ist im Teilgebiet Lückendorf nur vereinzelt vorhanden. Anthropogene Auffülle wurde nicht separat modelliert weil entsprechende Flächen, gemäß Modellierungsvorschrift, nicht vorhanden sind.

Tabelle 3.5 Quartäre Einheiten im Teilgebiet Lückendorf

HGK Lückendorf	Bezeichnung	HYE aggregiert
01	Sand, Kies, Schluff der kleinen Täler (einschließlich Wiesenlehm)	11370
02	Fein-, Grob- bis Blockschutt, teilw. schluffig	12800
03	Gehängelehm	12210
04	Deluvialer bis glazifluviatiler Sand und Kies	- / -

Tertiäre Bildungen

Als Tertiäre Bildungen existieren im Modellgebiet vor allem Vulkanische Gesteine und Vulkanoklastite. Die Vulkanischen Festgesteine wurden zu einem HGK zusammengefasst und gemeinsam modelliert.

Tabelle 3.6 Tertiäre Einheiten im Teilgebiet Lückendorf

HGK Lückendorf	Bezeichnung	HYE aggregiert
05	Phonolite und ungliederte Basaltoide und basaltoide Gänge	93001
06	Basaltoide Tuffe	- / -

Im Rahmen der Vorarbeiten an der TU Jena wurde von VOIGT et al. (2013) ein Normalprofil über die im Teilgebiet Lückendorf vorhandenen Kreideeinheiten erstellt (Abbildung 3.2). Dieses wurde dann auf Basis der tatsächlich in den Bohrungen differenzierbaren Einheiten auf vier modellierbare HGK reduziert (Tabelle 3.7). Die theoretisch vorhandene Dölzchen-Formation wurde aus diesem Grund nicht separat modelliert.

Tabelle 3.7 Tertiäre Einheiten im Teilgebiet Lückendorf

HGK Lückendorf	Bezeichnung	HYE aggregiert
07	Waltersdorf-Formation	- / -
08	Lückendorf-Formation	- / -
09	Oybin-Formation	- / -
11	Oberhäslich-Formation	- / -

Normalprofil des Zittauer Gebirges
(Lückendorf, Oybin, Waltersdorf,
Lausche, Hochwald)

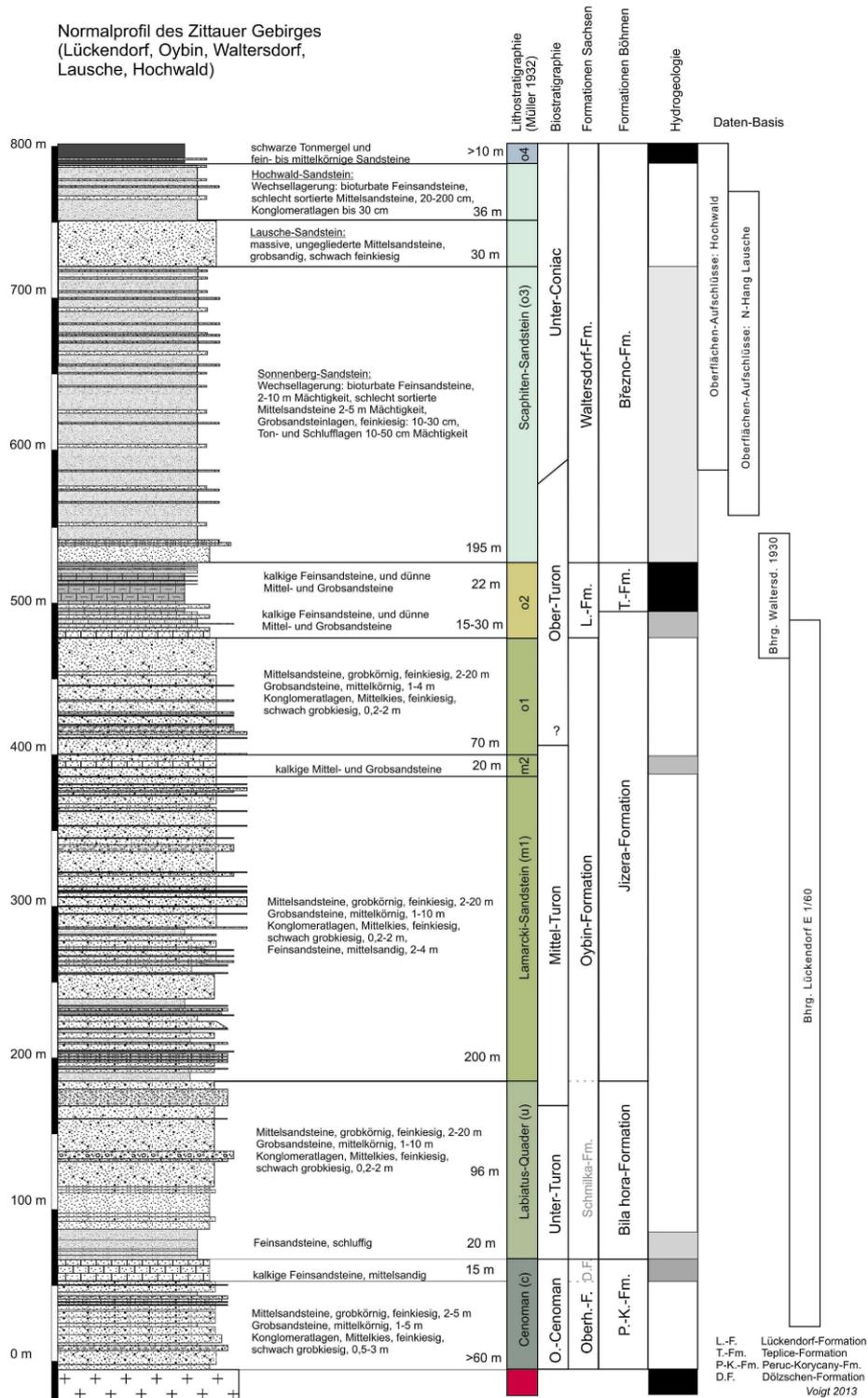


Abbildung 3.2 Geologisch-stratigraphisches Normalprofil der Hinteren Sächsischen Schweiz aus VOIGT et al. (2013)

O:\Projekte\2012\30120197_GRACE01_Texte\002_Berichte\002_Gutachten\AB\Bericht_2014-01-30_Endversion-form.doc

3.1.3 Erstellung der geologischen Schnitte Teilgebiet Kirnitzschtal

Im Rahmen der Vorarbeiten an der Friedrich-Schiller-Universität Jena wurde die stratigrafische Zuordnung der Schichtdaten der im Untersuchungsgebiet wesentlichen Aufschlüsse überarbeitet. Auf der Grundlage der überarbeiteten Daten wurden Isopläne der Basisflächen und Mächtigkeiten der hydrologisch wichtigsten Bildungen erstellt:

- Basis und Mächtigkeit cenomane Sandsteine (Dölzschen-Formation, Oberhäslich-Formation, Niederschöna-Formation)
- Basis und Mächtigkeit Labiatuspläner (Briesnitz-Formation)
- Basis und Mächtigkeit Labiatussandstein (Schmilka-Formation)
- Basis Sandstein Stufe a (Teil der Postelwitz-Formation)

Die erstellten Isopläne und die Aufschlussesdaten wurden genutzt, um insgesamt sieben geologisch-stratigrafische Schnitte im Untersuchungsgebiet Kirnitzschtal zu erstellen. Als Grundlage für drei dieser sieben Schnitte wurden die bis dahin aktuellsten geologischen Schnitte verwendet (MIBUS 1998). Die Schnittspuren dieser drei Schnitte wurden übernommen und die Höhenlagen der Schichtgrenzen nach Erfordernis überarbeitet. Die konstruierten geologisch-stratigrafischen Schnitte sind in Anlage 5.1 enthalten. Zusätzlich zu den aktuellen Punktdaten wurden diese Schnitte als Datengrundlage zur Erstellung des 3D-Modells herangezogen.

Zur Berücksichtigung im Rahmen des Projektes wurde vom AG ein zusätzlicher hydrogeologischer Schnitt übergeben (LfULG 2012b). Dieser Schnitt wurde analog zu den genannten Profilschnitten bei der Erstellung des Modells herangezogen.

3.1.4 Erstellung der geologischen Schnitte Teilgebiet Lückendorf

Für das Teilgebiet Lückendorf wurden in VOIGT et al. (2013) folgende geologische N-S-Profilschnitte erarbeitet:

- Schnitt Lausche-Waltersdorf
- Schnitt Hochwald-Oybin-Hänischmühle
- Schnitt Lückendorf-Heidelsberg

Die Schnitte wurden bei der 3D-Modellierung der Sandsteine berücksichtigt. Sie sind allerdings inkonsistent mit den realen Daten und wurden daher nur prinzipiell verwendet. Sie sind in Anlage 5.2 dokumentiert.

3.2 Punktdatenbasis Kirnitzschtal

Als Datenbasis wurde vom AG ein Auszug aus der Aufschlussdatenbank UHYDRO übergeben. Die Aufschlussdaten wurden vom AG mit Hinweisen zur überarbeiteten Stratifizierung nach VOIGT et al. (2013) für 113 Bohrungen ergänzt. Der später erstellte Abschlussbericht VOIGT et al. (2013) enthält im Ergebnis der Bearbeitung die detaillierte und abschließende Stratifizierung der 48 wichtigsten Bohrungen im Untersuchungsgebiet. Nachträglich wurde eine weitere wesentliche Bohrung im Nassen Grund stratifiziert. Insgesamt wurden von VOIGT et al. (2013) die Stratifizierung von 138 Bohrungen im Untersuchungsgebiet überarbeitet und der Modellierung der Geometrie zugrundegelegt.

Zusätzlich zu den bereits in der Landesdatenbank befindlichen Aufschlüssen konnten im Rahmen der Recherche keine weiteren Bohrungen ermittelt werden, die für die Modellbildung relevant wären (vgl. Abschnitt 2). Die Modellierung der Geometrie der hydrogeologischen Körper beruht damit ausschließlich auf den vor Projektbeginn bereits in der Landesdatenbank vorliegenden Daten.

Die genannten Daten betreffen ausschließlich das Gebiet des Freistaates Sachsen. Für die tschechische Teilfläche des Untersuchungsgebietes wurde vom tschechischen Partner AQUATEST a.s. der Bericht PATZELTOVA (2004) zum Grundwassermonitoring in der Region Hrensko/Mezna/Jetrichovice übergeben, der u. a. die Schichtdaten von 29 Pegel-/Brunnenbohrungen im Untersuchungsgebiet bzw. in dessen Umgebung enthält. Weiterhin wurden die Daten einer Vielzahl von Erkundungsbohrungen auf radioaktive Minerale in der Region übergeben, von denen jedoch nur wenige nutzbar waren, da keine der Bohrungen unmittelbar im Untersuchungsgebiet liegt und nur wenige am Rand des Untersuchungsgebietes. Diese Daten gehen auf den Datenbestand des Tschechischen Geologischen Dienstes zurück. Zusätzlich wurden vom AN die Aufschlussdaten von 15 weiteren Bohrungen im Bereich Hrensko/Mezna beim Tschechischen Geologischen Dienst beschafft, so dass das Modell im Süden bis zum Fluss Kamenice erweitert werden konnte.

Zur Modellierung wurden zusätzliche Punktdaten verwendet. Hierbei handelt es sich um die Höhen von Schichtgrenzen, die im Gelände im Rahmen der Arbeiten von VOIGT et al. (2013) vermessen wurden.

Geologische Aufschlüsse auf der sächsischen Teilfläche

Im Rahmen der zeitgleich beim AN begonnenen Projekte „Hydrogeologische Spezialkarte Sachsen M 1:50000, Blätter L4952 Bautzen und L4954 Görlitz westlicher Teil“ und „Hydrogeologische Spezialkarte Sachsen M 1:50000, Blätter L4950 Bischofswerda, L5150 Sebnitz und L5152 Neugersdorf West“ wurde am 30.01.2013 ein Auszug aus der Aufschlussesdatenbank UHYDRO übergeben. Dieser Auszug enthält auch alle Aufschlussesdaten im Untersuchungsgebiet Kirnitzschtal auf sächsischer Seite. Es handelt sich um die Daten von 19086 Aufschlüssen, sie umfassen 130387 Schichtdatensätze. Die Daten wurden in eine Projektdatenbank zur 3D-Modellierung überführt.

Im Zuge der Bearbeitung Kirnitzschtal wurden aus den 19086 Aufschlüssen diejenigen entfernt, die nicht im Untersuchungsgebiet bzw. in dessen unmittelbarer Umgebung liegen. Es verbleiben 794 Aufschlüsse in der Projektdatenbank. Diese Aufschlüsse sind in der folgenden Abbildung 3.3 dargestellt.

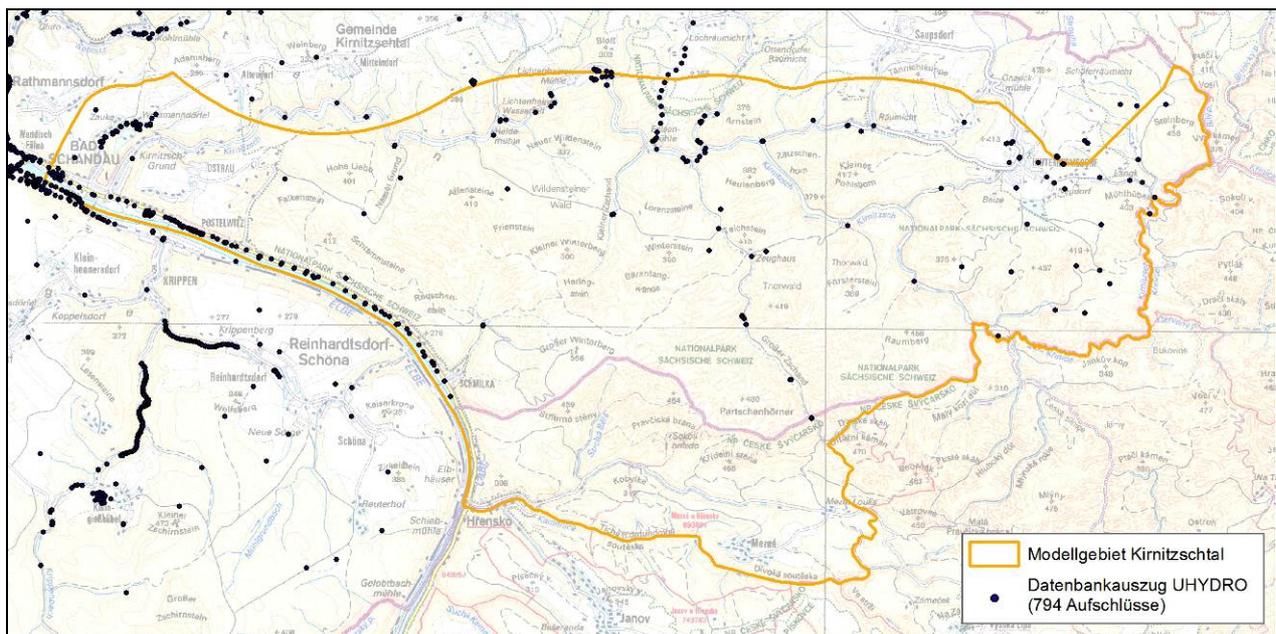


Abbildung 3.3 Lage der Aufschlüsse im Auszug aus der Landesdatenbank UHYDRO (ca. 794 Aufschlüsse im Untersuchungsgebiet Kirnitzschtal und Umgebung, Datenübergabe 30.01.2013)

Zu Beginn des Modellierungsprojektes GRACE wurden vom AG weiterhin Daten von 113 Bohrungen der Landesdatenbank übergeben, die mit Hinweisen zur Überarbeitung der Stratifizierung im Rahmen der Vorarbeiten (VOIGT et al. 2013) ergänzt worden sind. Die Übergabe erfolgte am 24.01.2013.

Die 113 Bohrungen stellen eine Teilmenge der in Abbildung 3.3 dargestellten Aufschlüsse dar. Sie umfassen 1496 Schichtdatensätze. Die zusätzlichen Informationen wurden in die Projektdatenbank aufgenommen. Die Lage der betreffenden Aufschlüsse ist in Abbildung 3.4 dargestellt.

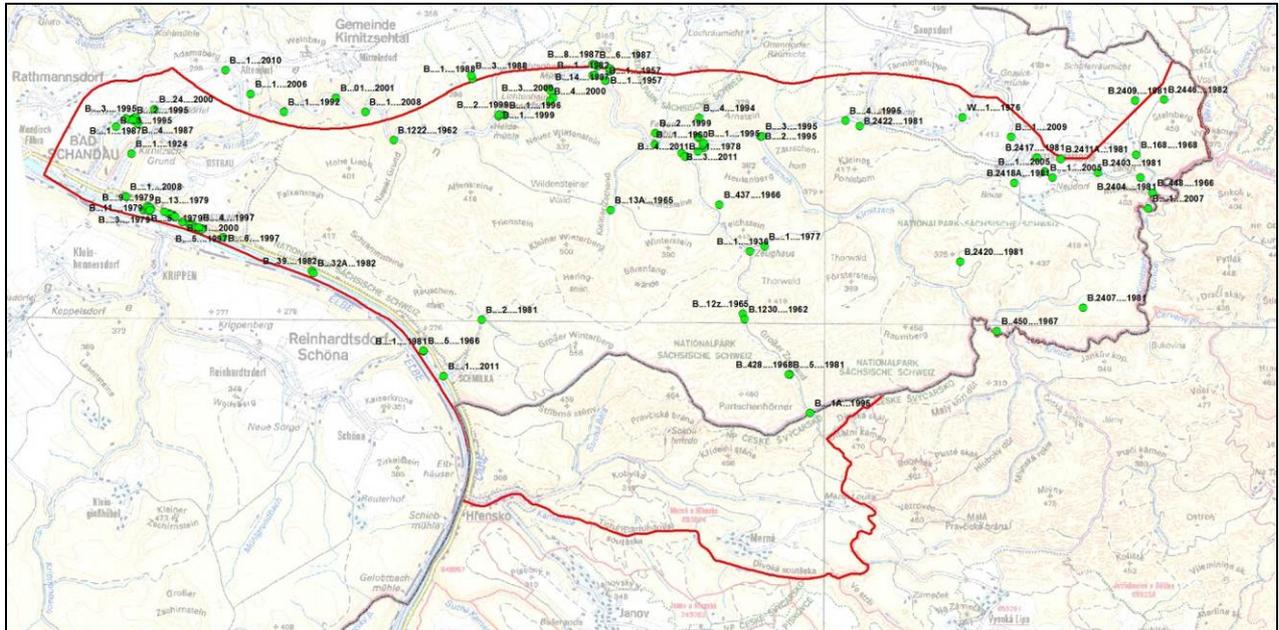


Abbildung 3.4 Bohrungen im UG Kirnitzschtal, die als Auszug aus der Landes-
aufschlusssdatenbank mit Hinweisen zur Stratifizierung nach VOIGT et al. (2013)
ergänzt wurden (Datenübergabe 24.01.2013)

Im Abschlussbericht vom April 2013 (VOIGT 2013) sind 48 Bohrprofile im Anhang ausführlich und abschließend dokumentiert (vgl. Abbildung 3.5). Diese analoge Dokumentation der Bohrprofile enthält die Ergebnisse der aktuellen Überarbeitung der Stratifizierung im Rahmen der Vorarbeiten. Dabei handelt es sich um 24 Bohrungen, die bereits in den in Abbildung 3.4 dargestellten Datenbestand enthalten sind, deren Stratifizierung aber teilweise nochmals überarbeitet wurde. Die übrigen 24 Bohrungen wurden erstmals stratifiziert, sind aber bereits Bestandteil der Landesdatenbank UHYDRO. Insgesamt wurde damit die Stratifizierung von 137 Bohrungen (113 + 24) aus der Landesdatenbank von VOIGT et al. (2013) überprüft und aktualisiert.

Die überarbeiteten Daten wurden in die Projektdatenbank zur 3D-Modellierung übernommen. Die Lage der Bohrungen zeigt die folgende Abbildung 3.5.

Datenlieferung	Anzahl Aufschlüsse	Anzahl Schichtdaten
24.01.2013 (UHYDRO, ergänzt um überarbeitete Stratifizierung)	113	1496
15.03.2013 (analog)	48	ca. 600
05.07.2013 (analog)	1	54
Summe Bohrungen mit überarbeiteter Stratifizierung der Sandsteine (VOIGT et al. 2013)	138	ca. 1800

Geologische Aufschlüsse auf der tschechischen Teilfläche

Die zur Modellierung verwendeten Aufschlussdaten auf tschechischer Seite gehen auf die beiden folgenden Datenquellen zurück:

- Tschechischer Geologischer Dienst (Ceska geologicka sluzba - Geofond)
- Bericht zum Wasserwirtschaftlichen Monitoring im Gebiet Hrensko/Mezna/Jetrichovice (PATZELTOVA 2004)

Die im Untersuchungsgebiet und in der unmittelbaren Nähe befindlichen Aufschlüsse aus den genannten Datenquellen sind in Abbildung 3.6 dargestellt.

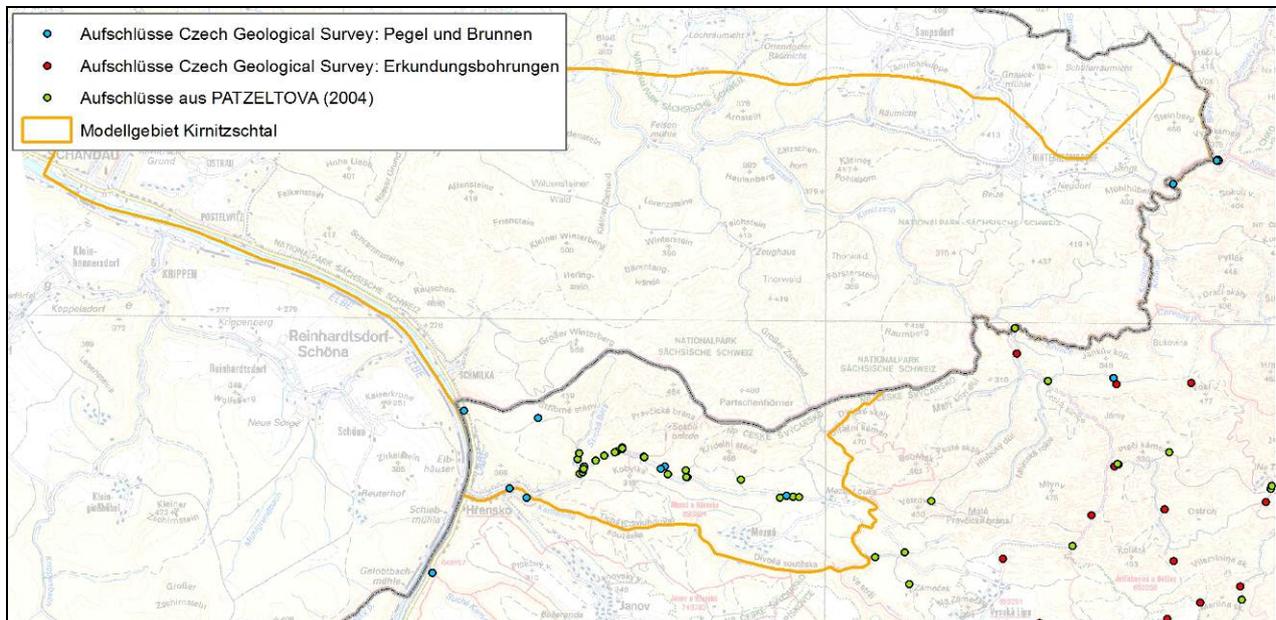


Abbildung 3.6 Aufschlüsse UG Kirnitzschtal auf tschechischem Gebiet

Die Mehrzahl der Daten betreffen Aufschlüsse, die nicht im unmittelbaren Modellgebiet liegen. In die Projektdatenbank wurden nur die für die Modellierung relevanten Aufschlüsse aufgenommen. Die Anlage 6.1 enthält eine Tabelle der Stammdaten der betreffenden Aufschlüsse. Dabei handelt es sich um die folgenden Daten:

Tabelle 3.9 Aufschlusdaten auf tschechischer Seite zur Modellierung des Teilgebietes Kirnitzschtal

Datenquelle	Aufschlusstyp	Anzahl Aufschlüsse zur Modellierung
Ceska geologicka sluzba - Geofond	GW-Monitoringpegel, Brunnen	2
Ceska geologicka sluzba - Geofond	Ingenieurgeologische Untersuchungen	3
Ceska geologicka sluzba - Geofond	Erkundungsbohrungen	10
PATZELTOVA (2004)	GW-Monitoringpegel, Brunnen	29
Summe		44

Die Lage der in die Projektdatenbank übernommenen 44 Aufschlüsse ist in Abbildung 3.6 dargestellt.

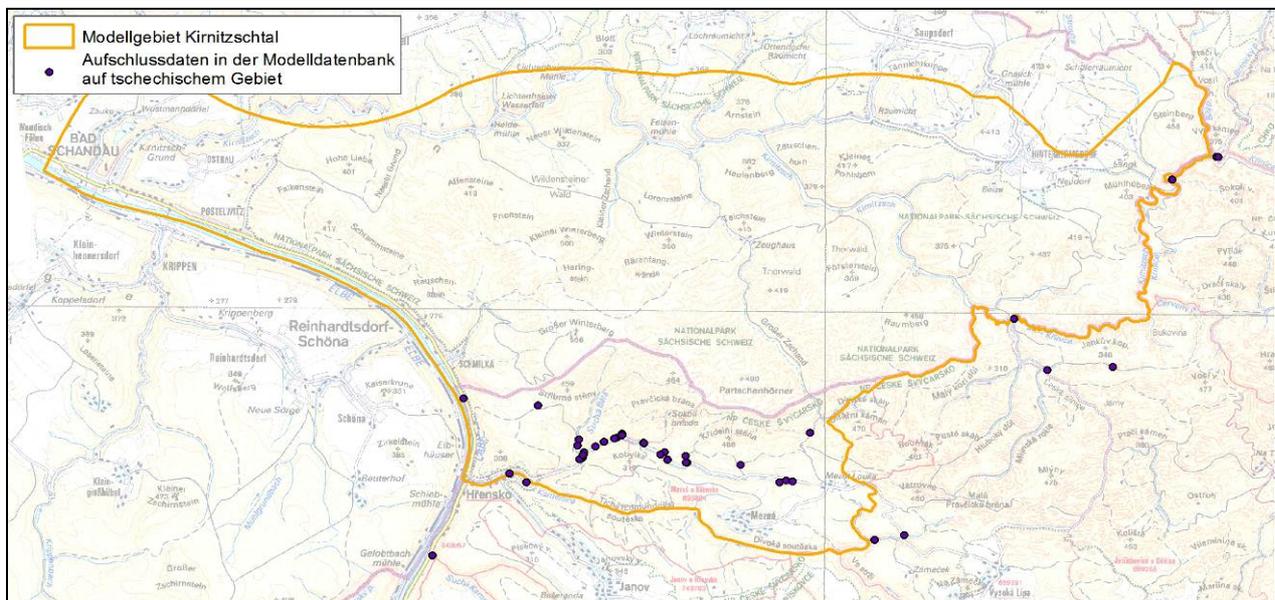


Abbildung 3.7 Zur Modellierung herangezogene Aufschlüsse UG Kirnitzschtal auf tschechischem Gebiet

3.2.1 Höhenprüfung (Vorgehensweise und Ergebnisse)

Im GRACE-Modellgebiet einschließlich der Randbereiche liegen 794 Bohrungen, die in der sächsischen Landesaufschlusdatenbank enthalten sind. Die Daten wurden ergänzt um 44 Bohrungen auf tschechischem Gebiet. Diese insgesamt 838 Bohrungen wurden gemäß der aktuellen Methodik zur Hydrogeologischen Spezialkartierung einer Höhenprüfung unterzogen.

Als Kriterium für die Höhenkorrektur von Aufschlusdaten gilt eine Abweichung der Bohran-satzhöhen der Aufschlusdatenbank von mehr als 1 m von der Höhe, die aus dem genauesten verfügbaren DGM resultiert.

Zur Bearbeitung des Projektes wurde ein DGM2 und ein DGM10 übergeben. Das DGM2 ist höher aufgelöst als das DGM10. Das DGM10 dagegen wurde anhand der aktuellsten Vermessungsdaten ermittelt, wobei zusätzlich eine aktuellere und umfassendere Korrektur der Geländehöhen durchgeführt wurde als beim DGM2 (Wälder, Bewuchs, Gebäude, Trassen usw.). Das DGM10 wurde deshalb zur Berechnung des DGM25 herangezogen, welches der Modellierung der hydrogeologischen Körper zugrundeliegt. Aus den genannten Gründen wurde das DGM10 ebenfalls zur Höhenkorrektur der Bohrdaten verwendet.

Von den 794 Bohrungen auf sächsischem Gebiet unterscheidet sich die Bohransatzhöhe von 332 Bohrungen (41,8 %) um mehr als 1 m von der interpolierten Geländehöhe des DGM10 (bilineare Interpolation). Diese Bohrungen wurden einer weiteren Prüfung unterzogen. Diese Prüfung erfolgte sowohl durch Auswertung der Datenbankfelder der Aufschlussdatenbank als auch im 3D-Raum. Im 3D-Raum wurde geprüft, inwieweit die Geländeoberkante nach durchgeführten Bohrungen verändert worden sein könnte, z. B. ob Bohrungen im Bereich von Steinbrüchen vorhanden sind, die die ehemalige Geländeoberkante darstellen, oder Bohransatzpunkte überschüttet wurden u. ä.

Bei den sächsischen Aufschlüssen resultiert die größte Zahl an Abweichungen für Bohrungen, deren Ansatzhöhe aus der Karte abgelesen wurden (HFIND="K"). Die Ansatzhöhe von 162 dieser Bohrungen weicht um mehr als 1 m von der interpolierten Höhe des DGM10 ab. Die Ansatzhöhe dieser Bohrungen wurde aus dem DGM übernommen. Weiterhin wurden die Höhen von 53 Bohrungen angepasst, die anhand eines älteren DGM ermittelt wurden und deshalb vom aktuellen DGM10 um mehr als 1 m abweichen (HFIND="D"). Aus den verbliebenen Bohrungen mit Abweichungen von mehr als 1 m fallen 99 Bohrungen in die Kategorie m (HFIND="M"). Bei 18 weiteren Bohrungen war die Abweichung größer als 1 m, wobei eine Zuordnung zu einer Fehlerkategorie nicht möglich war. Einige der zu prüfenden Fehlerkategorien kommen im Untersuchungsgebiet nicht vor, so sind z. B. keine Untertagebohrungen durchgeführt worden. Eindeutige Koordinatenfehler, die falsche Höhen und eine deutlich abweichende Stratigrafie bewirken, wurden nicht identifiziert. Dies gilt auch für Höhenfehler aufgrund der Verwendung abweichender Höhenbezugssysteme.

Tabelle 3.10 Kategorisierung und Behandlung von Höhenfehlern bei Bohransatzpunkten gemäß aktueller Methodik zur Hydrogeologischen Spezialkartierung in Sachsen (LfULG 2012a), Teilgebiet Kirnitzschtal, sächsischer Teil

Code	Inhalt	Anzahl und Anteil an der Gesamtzahl	durchgeführte Korrektur
	Alle Bohrungen im Untersuchungsgebiet	794 Bohrungen 100,0 %	
	Bohrungen mit Höhendifferenz zum DGM10 von >1 m	332 Bohrungen 41,8 %	
<i>davon</i>			
a	aus Karte abgelesene Höhen fehlerhaft (HFIND="K")	162 Bohrungen 20,4 %	DGM10-Höhe übernommen ¹⁾
b	eindeutig bzw. mutmaßlich falsche Koordinaten	0 Bohrungen 0,0 %	-
c	HFIND="D" (Höhe aus früherem DGM ermittelt)	53 Bohrungen 6,7 %	DGM10-Höhe übernommen ¹⁾
e	HOEHE=0 und ENDTF=-1	0 Bohrungen 0,0 %	-
f	HOEHE=0	0 Bohrungen 0,0 %	-
h	HFIND="M" und Kriterien Code a	0 Bohrungen 0,0 %	-
m	HFIND="M" ohne Kriterien Code a	99 Bohrungen 12,5 %	DGM10-Höhe übernommen ¹⁾
n	HFIND="?" und Abweichung >10 m und HOEHE<>0	0 Bohrungen 0,0 %	-
r	Relatives Bezugssystem (z. B. 100-m-Höhenlinie)	0 Bohrungen 0,0 %	-
t	kein SV vorhanden, keine Erfassung SV vorgesehen, ARFACH="GBR" (Wismut)	0 Bohrungen 0,0 %	-
u	untertägige Bohransatzpunkte	0 Bohrungen 0,0 %	-
w	durch Abgrabungen oder Aufschüttungen bzw. Senkung oder Hebung veränderte Reliefform	0 Bohrungen 0,0 %	-
x	Höhe offensichtlich falsch, aber Fehler nicht rekonstruierbar	18 Bohrungen 2,3 %	DGM10-Höhe übernommen ¹⁾
y	Wert aus neuem DGM zweifelhaft	0 Bohrungen 0,0 %	-
z	außerhalb Kartierungsgebiet und durch vorangegangene Fehleranalyse nicht erfasst	0 Bohrungen 0,0 %	-

¹⁾ bilineare Interpolation aus den DGM10-Stützstellen

Für die tschechischen Bohrungen im Untersuchungsgebiet sind keine detaillierten Informationen zur Höhenfeststellung verfügbar. Zusätzlich bestehen hier Unsicherheiten über die Verwendbarkeit des tschechischen DGM10 zur Höhenkorrektur aufgrund der für dieses DGM durchgeführten Koordinatentransformation. Aus den genannten Gründen wurden hier nur die Höhen von Bohrungen angepasst, bei denen grobe Abweichungen zum DGM festgestellt wurden bzw. die Ansatzhöhe nicht bekannt war. Dies war bei nur 2 von insgesamt 44 Bohrungen der Fall. Bei den anderen Bohrungen wurden keine Korrekturen durchgeführt.

3.2.2 Vorauswahl der Aufschlüsse für die Modellbildung

Die Vorauswahl der Aufschlüsse für die Modellbildung erfolgte im Wesentlichen im Rahmen der Vorarbeiten durch die Friedrich-Schiller-Universität Jena (VOIGT et al. 2013). Aus den Aufschlüssen, die in der Landesaufschlusssdatenbank enthalten sind, wurden insgesamt 138 Bohrungen im Untersuchungsgebiet ausgewählt, die für die Überarbeitung der Stratifizierung infrage kommen (s. o.). Dabei handelt es sich um alle Bohrungen mit relevanten Schichtdaten für die Sandsteine, d. h. hauptsächlich um Erkundungsbohrungen der SDAG Wismut und um Brunnen- und Pegelbohrungen.

Für die 3D-Modellierung der Sandsteine im Untersuchungsgebiet Kirnitzschtal wurden alle 137 Bohrungen herangezogen. Eine zusätzliche Auswahl repräsentativer Bohrungen zur Modellierung nach LfULG (2012a) wurde nicht durchgeführt, da für viele Sandsteinkörper eine nur geringe Informationsdichte vorhanden ist. Ein zusätzliches Ausdünnen des Punktdatenbestandes wäre mit einem weiteren Informationsverlust verbunden. Die verfügbaren Daten, insbesondere die 48 abschließend stratifizierten Aufschlüsse (vgl. Abbildung 3.5), sind sehr gleichmäßig über das Untersuchungsgebiet verteilt, so dass eine nachteilige Clusterbildung nicht vorliegt.

3.2.3 Stratifizierung und Codierung (Vorgehensweise und Ergebnisse)

Im Rahmen der Vorarbeiten an der TU Jena wurde die geologische Stratifizierung der Schichtdaten von insgesamt 138 Bohrungen im Untersuchungsgebiet Kirnitzschtal überarbeitet (VOIGT et al. 2013). Zusätzlich liegen in der Landesdatenbank UHYDRO eine Vielzahl von flachen Aufschlüssen mit einer Tiefe von weniger als 10 m vor. Diese Aufschlüsse ermöglichen eine Ansprache der quartären Schichten und teilweise der obersten Sandsteine.

Die Codierung der in VOIGT et al. (2013) stratifizierten Bohrungen erfolgte nach dem in Abbildung 3.1 dargestellten Schema. Dabei war in den meisten Fällen eine direkte Zuordnung von HGK-Nummern bzw. aggregierten hydrogeologischen Einheiten (HYE) zu den geologisch-stratigraphischen Profilingaben möglich.

Die mittels Bohrungen erfassten Sandsteinbildungen umfassen die Postelwitz-Formation und ältere Bildungen. Die Schrammstein-Formation mit den Sandsteinen der Stufen e und d und den beiden Zwischenhorizonten wurde in keiner Bohrung dokumentiert. Dies gilt ebenso für die Sandsteine der Stufe c. Von 5 Aufschlüssen wurde die Unterkante der Sandstein-Stufe b (HGK 860) erreicht. Den betreffenden Bohrstrecken wurde die aggregierte HYE 36426 zugeordnet. Eine getrennte Berücksichtigung des Oberen glaukonitisch-sandigen Mergels im Hangenden des Sandsteins b war nicht erforderlich, da dieser im Untersuchungsgebiet nicht verbreitet bzw. nicht getrennt ausgehalten wurde.

Die Sandsteine der Stufe a wurden im Modell unterteilt in die Stufe a_3 im Hangenden, die Stufe a_2 im Osten bzw. den Lamarcki-Pläner im Westen und die Stufe a_1 im Liegenden. Die Unterteilung der Modellschichten erfolgte im Wesentlichen auf der Grundlage von Literaturangaben zur Mächtigkeit der genannten Teilschichten unter Zugrundelegung der Gesamtmächtigkeit der Stufe a. Die Teilschichten sind in den Bohrungen i. d. R. nicht explizit ausgewiesen. Eine endgültige Zuweisung von HYE zu den Teilschichten des Modells und der Bohrstrecken wurde im Rahmen der Modellierung GRACE nicht durchgeführt. Bei der später durchzuführenden HyK50-Kartierung kann die Sandstein-Stufe a als Ganzes betrachtet werden, bei Erfordernis können der Lamarcki-Pläner oder alle genannten Teilschichten auch separat betrachtet werden.

Die Sandsteine der Schmilka-Formation wurden in VOIGT et al. (2013) getrennt von den Sandsteinen der Stufe a im Hangenden und vom Labiatuspläner im Liegenden stratifiziert. Die Bohrungen erlauben in den meisten Fällen eine Trennung dieser Schichten. Der Schmilka-Formation (HGK 890) ist noch keine aggregierte HYE zugeordnet. Dem Labiatuspläner (HGK 900) wurde die HYE 36610 zugewiesen.

Die cenomanen Sandsteine der Dölzschen-Formation, Oberhäslich-Formation und Niederschöna-Formation wurden von VOIGT et al. (2013) meist getrennt stratifiziert. Hinsichtlich ihrer hydrogeologischen Eigenschaften ist eine getrennte Berücksichtigung jedoch nicht erforderlich. Zur Modellierung wurden diese Schichten zusammengefasst und als cenomane Sandsteine (HGK 910, HYE 37900) codiert.

Im Modellierungsgebiet und insbesondere außerhalb des Modellierungsgebietes Kirnitzschtal befinden sich tiefe Bohrungen, die in der Landesdatenbank UHYDRO enthalten sind, deren Stratifizierung in VOIGT et al. (2013) aber nicht überarbeitet wurde. Die Überarbeitung erfolgte in VOIGT et al. (2013) nicht, weil die Bohrungen außerhalb des Modellierungsgebietes liegen oder weil der Informationsgehalt der Schichtdaten nur gering ist. Diese insgesamt 42 Bohrungen wurden zur Modellierung durch G.E.O.S. stratifiziert, um Anhaltspunkte über die Schichtneigungen außerhalb des eigentlichen Modellierungsgebietes zu erhalten. Die Stratifizierung betraf hauptsächlich die Unterkanten des Cenomans, des Labiatuspläners, des Labiatussandsteins und des Sandsteins a. Die Stratifizierung erfolgte unter Auswertung der Einträge der Felder STRAT und PET der UHYDRO-Datenbank. Die Lage der betroffenen Bohrungen sind in der Abbildung 3.8 dargestellt.

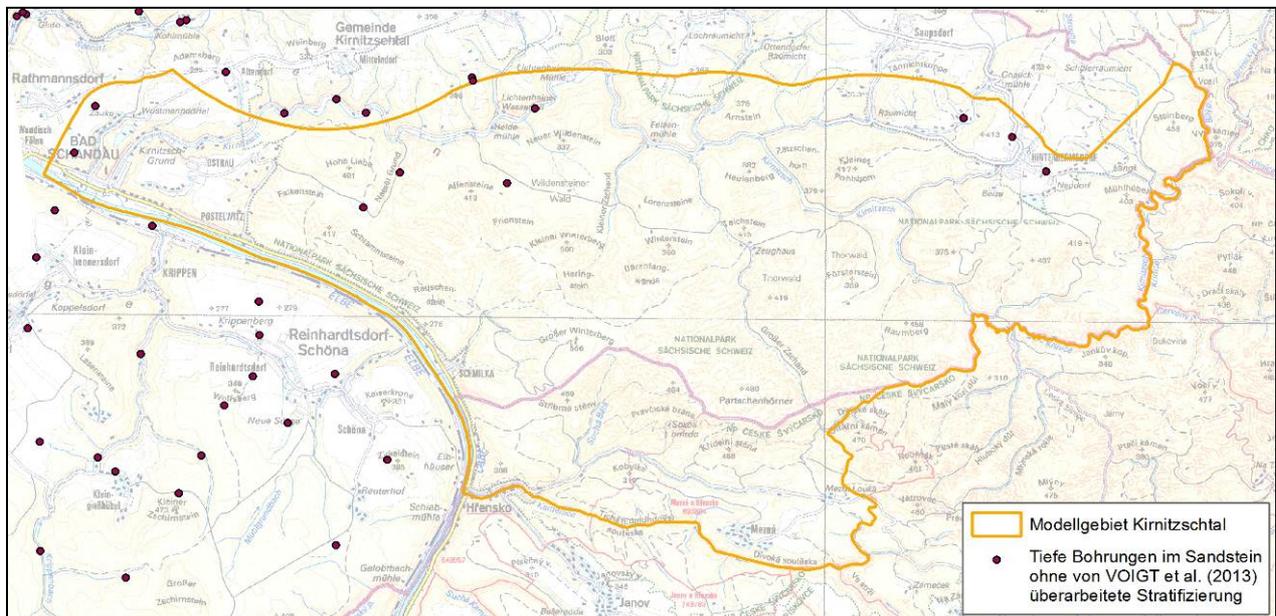


Abbildung 3.8 Aufschlüsse aus der Landesdatenbank, die tief in den Kreidesandstein reichen, deren Stratifizierung in VOIGT et al (2013) aber nicht überarbeitet wurde (Stratifizierung durch G.E.O.S.)

Zur Bearbeitung des Quartärs wurde alle Bohrungen im Modellierungsgebiet Kirnitzschtal herangezogen. Die Stratifizierung erfolgte unter Verwendung der Einträge in den Datenbankfeldern PET und STRAT der UHYDRO-Datenbank. Die Schichten, die als Mutterboden ausgewiesen sind, wurden entsprechend LfULG (2012a) dem nächsttieferen HGK zugeschlagen. Schichten mit einer Mächtigkeit von <0.2 m wurden dem nächsten logischen HGK zugeschlagen.

Bohrstrecken mit anthropogenen Bildungen wurde die HYE 11100 zugewiesen. Die Auensedimente wurden entsprechend der Vorgaben des Normalprofils getrennt betrachtet. Dabei wurden lehmigen Auensedimenten die HYE 11310 (HGK 2) zugeordnet. In den Schichtdaten der Bohrungen erfolgte diese Zuordnung, wenn das Datenbankfeld PET die Bodenart Lehm oder Schluff oder Ton ausweist. In den anderen Fällen wurde die Bohrstrecke als Auenkies interpretiert, im Elbtal entspricht dies der HYE 11361 (HGK 3), außerhalb des Elbtals im Kirnitzschtal der HYE 11360 (HGK 4). Bei der Stratifizierung der Bohrungen wurde sichergestellt, dass der Auenlehm über dem Auenkies liegt. Wechsellagerungen von lehmigen und kiesigen Sedimenten wurden entsprechend des vorherrschenden Sedimenttyps stratifiziert.

Die übrigen quartären Ablagerungen wurden entsprechend der Informationen in den Datenbankfeldern PET und STRAT codiert. Dabei wurden zusätzlich die Verbreitungen dieser Ablagerungen herangezogen, die in den geologischen Karten dokumentiert ist. Vorrangig wurde hierzu die Geologische Karte der eiszeitlich bedeckten Gebiete (GK50 Eiszeit) herangezogen. Einige quartäre Bildungen mit kleinflächigen inselförmigen Verbreitungen sind nicht mit Aufschlussdaten belegt.

Insgesamt wurden folgende Bohrstrecken mit quartären Ablagerungen stratifiziert:

Tabelle 3.11 Ergebnisse der Stratifizierung im Rahmen des Projektes GRACE: Aufschlüsse innerhalb des Modellgebietes Kirnitzschtal und in der näheren Umgebung mit quartären Bildungen und Tertiärvulkanismus

Stratigrafische Einheit	HGK	HYE	Bohrungen gesamt	durchteuft	nicht durchteuft
Anthropogene Bildungen	0	11100	272	245	27
Auenlehm	2	11310	136	111	25
Kiesanteil der Auenbildungen: Elbe	3	11361	98	41	57
Kiesanteil der Auenbildungen: kleine Flüsse	4	11360	124	87	37
Gehängelehm	5	12210	53	45	8
Löss	6	12200	0	0	0
Blockschutt	7	12800	0	0	0
Grundmoräne Elster 2	15	16150	0	0	0
Tiefere Hochterrasse (THT): Elbe	24	18120	0	0	0
Mittlere Hochterrasse (MHT): Elbe	25	18220	0	0	0

Die Stratifizierung der tschechischen Bohrungen erfolgte analog zu den Arbeiten für die sächsischen Bohrungen. Hier wurde zur Zuordnung der hydrogeologischen Einheiten insbesondere die lithologische und petrografische Beschreibung der Bohrkerne herangezogen.

Um belastbare Ergebnisse zu erzielen, wurden die Höhen der geologischen Schichten auf der benachbarten sächsischen Seite nahe der Grenze und die zu erwartende Schichtneigung zusätzlich mit herangezogen. Die quartären Schichten der tschechischen Bohrungen wurden dem Sandstein im Liegenden zugeschlagen, wenn keine Quartärverbreitung in der GK50 Eiszeit am Standort der Bohrung vorhanden ist, da es sich hier oftmals um den anstehenden Gesteinszersatz des Sandsteins handelt.

3.2.4 Zusätzliche Punktdaten im Ergebnis der Geländearbeiten

Im Rahmen der Vorarbeiten an der Friedrich-Schiller-Universität Jena wurden Geländearbeiten mit dem Ziel der Aufnahme von Höhendaten der Sandsteinschichten in der Hinteren Sächsischen Schweiz (Teilgebiet Kirnitzschtal) durchgeführt. Die stratigrafische Einstufung der Schichtenfolge wurde überprüft, Lagerungswerte und Störungen wurden gemessen und der Bewegungssinn tektonischer Strukturen dokumentiert. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind in VOIGT et al. (2013) dargelegt.

Mittels GPS- und barometrischer Höhenmessungen konnten die folgenden Anzahlen an zusätzlichen Punktdaten im Gelände gewonnen werden:

Tabelle 3.12 In VOIGT et al. (2013) vermessene Höhendaten

Vermessene Schichtgrenze	Anzahl Geländemessungen
Basis Sandstein e	47
Basis Sandstein d	56
Basis Sandstein c	20
Basis Sandstein b	7

Die vermessenen Höhenpunkte sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

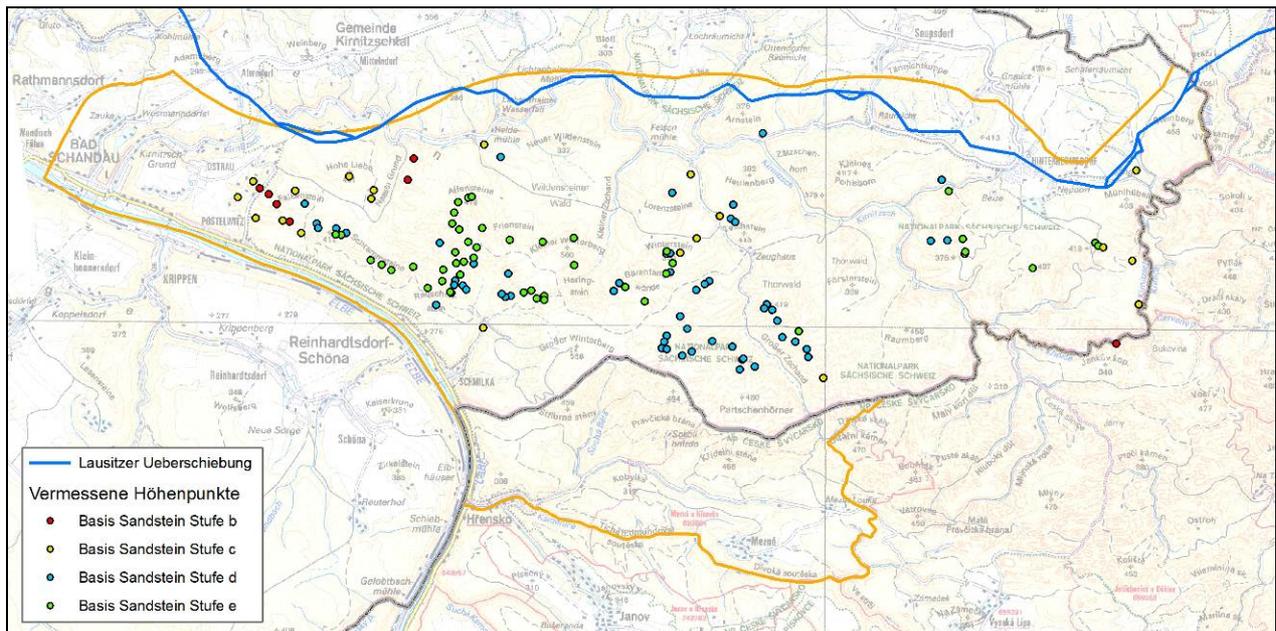


Abbildung 3.9 Barometrisch und mittels GPS im Gelände aufgenommene Höhen von Schichtgrenzen

3.2.5 Virtuelle Stützstellen

Die Punktdaten der Aufschlüsse und terrestrischen Vermessung gehen auf tatsächliche Beobachtungen und Messungen zurück. Weiterhin kann den Ausstrichen von Schichtgrenzen Höhendaten aus dem DGM zugeordnet werden. Zusätzlich zu den genannten Daten sind zur Modellierung von Flächen und Körpern weitere Stützstellen erforderlich. Diese Stützstellen sollen eine numerische Interpolation von Höhen in den Bereichen mit zu geringer Bohrdatendichte ermöglichen. Eine geringe Bohrdatendichte liegt für die meisten Bereiche der Sandsteine im Untersuchungsgebiet Kirnitzschtal vor, für die jüngsten Sandsteinschichten sind überhaupt keine Bohrdaten vorhanden. Für diese Bereiche wurden virtuelle Stützstellen anhand der aus der Literatur bekannten und anhand vorhandener Informationen ableitbaren Neigungsverhältnisse und Mächtigkeiten festgelegt.

Weiterhin dienen Stützstellen der Modellierung von Geometrien, die zwar aus dem geologischen Verständnis der Genese der Bildungen oder aus weiteren Datenquellen wie geologischen Karten mit konstruierten Isolinien oder geologischen Schnitten vermutet werden müssen, die aber von den vorliegenden Bohrdaten nicht ausreichend oder flächendeckend beschrieben werden. Im Modellgebiet Kirnitzschtal wurden hierzu virtuelle Stützstellen insbesondere an der tektonischen Hebung im Bereich der Hohen Liebe und für die Schichtgrenzen nahe der Lausitzer Überschiebung verwendet.

Weiterhin sind Stützstellen an Bohrpunkten zu setzen, an denen ein hydrogeologischer Körper zwar angetroffen, aber nicht durchteuft wurde. Mit diesen Stützstellen wird das Vorhandensein des hydrogeologischen Körpers am Standort der Bohrung zwar explizit berücksichtigt, die Lage der Unterkante wird jedoch lediglich geschätzt.

Als Orientierung zur 3D-Modellierung dienen im Rahmen des Projektes weiterhin die geologisch-stratigrafischen Profilschnitte. Die Punktdaten wurden aber in jedem Fall vorrangig herangezogen, da die konstruierten Profilschnitte auf denselben Punktdaten beruhen und die im Rahmen der Vorarbeiten erstellten Schnitte keine zusätzlichen Informationen enthalten.

3.2.6 Nachqualifizierung der Punktdatenbasis

Die in VOIGT et al. (2013) stratifizierten Aufschlüsse wurden bereits im Rahmen der Vorarbeiten hinsichtlich des Ziels der Bearbeitung vorausgewählt. Sie stellen die geologische Datenbasis in den Untersuchungsgebieten dar. Deshalb wurden alle dieser Aufschlüsse bei der Modellierung berücksichtigt. Ein nachträglicher Ausschluss von Bohrungen war nicht erforderlich. Die Daten wurden lediglich ergänzt mit Aufschlussdaten auf tschechischem Gebiet und mit wenigen tieferen Bohrungen, die im Untersuchungsgebiet Kiritzschtal zusätzlich in der Landesdatenbank vorliegen. Die in VOIGT et al. (2013) durchgeführte Stratifizierung der Profile wurde nicht verändert.

3.3 Punktdatenbasis Lückendorf

3.3.1 Datenquellen

Das Gebiet Lückendorf ist von Bohrungen nur sehr schlecht erfasst, was die Modellierung sehr erschwerte. Insgesamt standen für die Modellierung nur 106 Bohrungen zur Verfügung, von denen die etwa die Hälfte eine Endteufe von <10 m aufweist. Die Bohrungen lassen sich in drei prinzipielle Gruppen unterteilen:

1. Bohrungen aus dem UHYDRO-Datenbestand auf deutscher Seite, die im Zuge der Vorarbeiten zur Modellierung von VOIGT et al. (2013) stratifiziert wurden (24 Bohrungen)
2. Bohrungen aus der Uran-Erkundung, die vom tschechischen Projektpartner zur Verfügung gestellt wurden (14 Bohrungen).
3. Sonstige Bohrungen aus dem UHYDRO-Datenbestand auf deutscher Seite (68 Bohrungen)

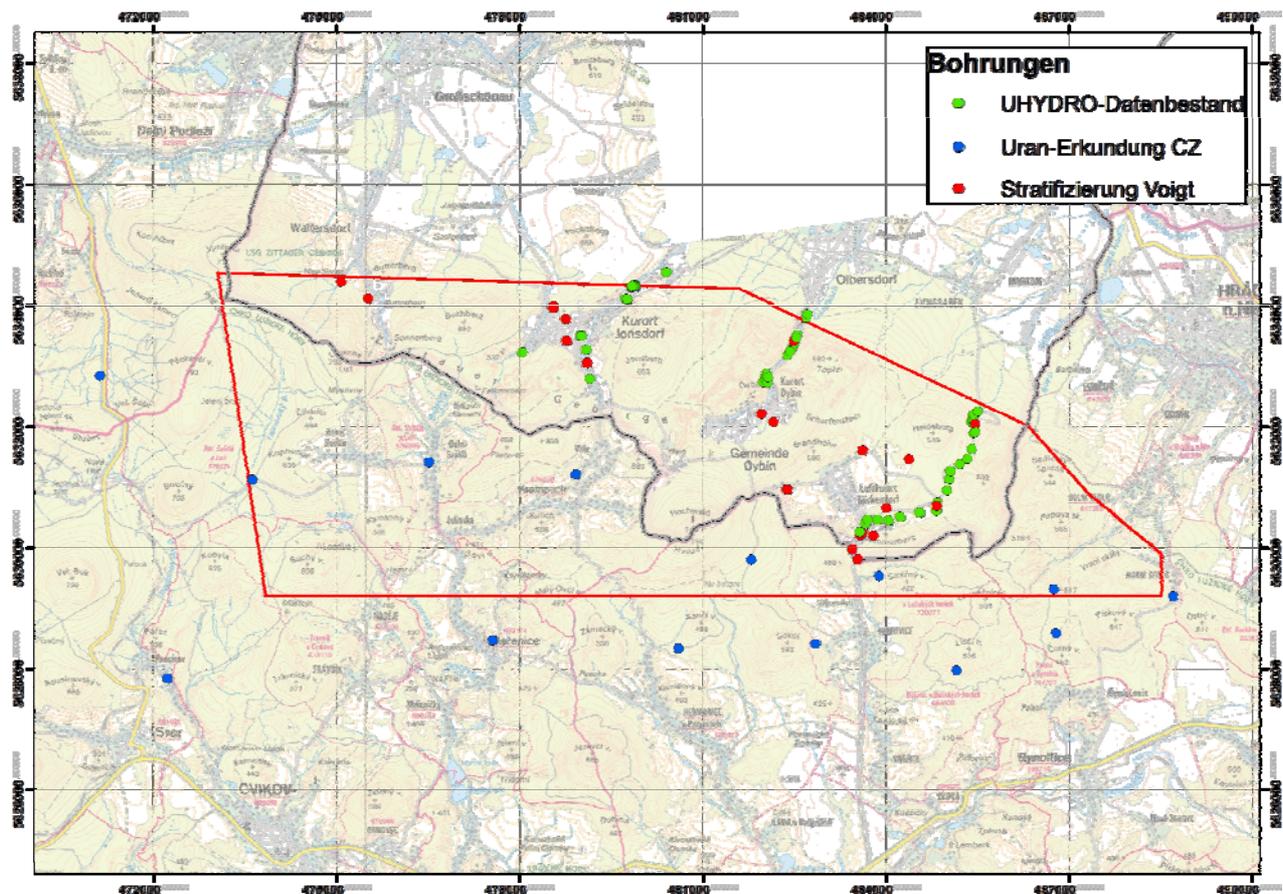


Abbildung 3.10 Lage der verwendeten Bohrungen im Modellgebiet

Wie in Abbildung 3.10 ersichtlich ist neben der geringen Gesamtzahl auch die Verteilung der Bohrungen im Modellgebiet ungünstig. Vor allem auf Deutscher Seite konzentrieren sich die Aufschlusspunkte auf wenige Täler. Aufgrund der geringen Teufe der meisten Bohrungen konnte nur ein geringer Anteil für die Modellierung der Kreide genutzt werden.

Die meisten der tieferen Bohrungen (tiefer 100 m) wurden von VOIGT et al. (2013) stratifiziert und bilden damit die hauptsächliche Grundlage der Modellierung auf deutscher Seite (Abbildung 3.11). Die Stratifizierung wurde dabei im Verlauf der Modellierung mehrfach weiter angepasst und aktualisiert.

Einen sehr wichtigen Beitrag zur Modellierung der Kreideeinheiten lieferten die Tschechischen Bohrungen aus der Uran-Erkundung. Zum einen decken sie das zu modellierende Gebiet sehr gleichmäßig ab, zum anderen haben alle das Grundgebirge aufgeschlossen, die Kreideschichten also vollständig durchteuft. In diesen Bohrungen ist das Quartär generell nicht differenziert.

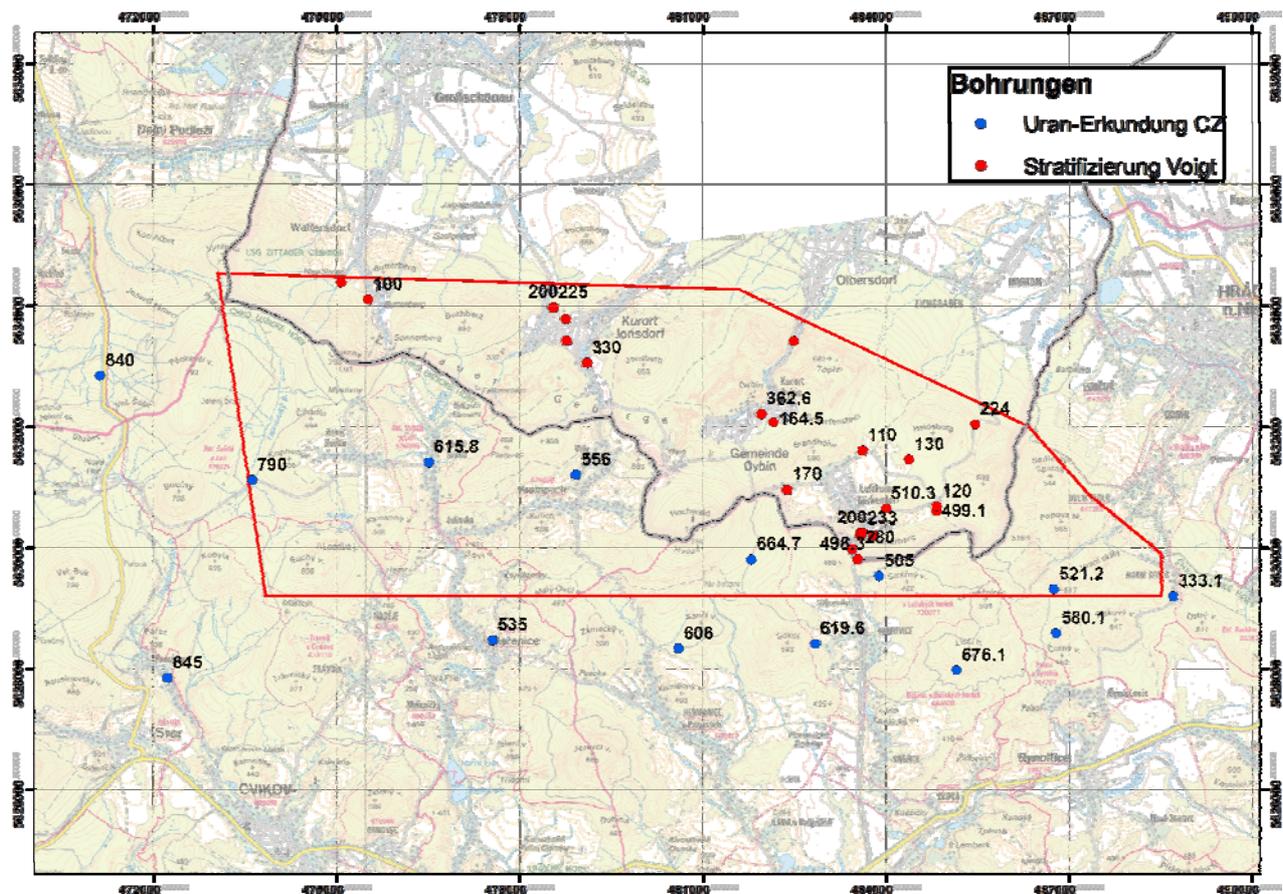


Abbildung 3.11 Endteufe der tiefen Bohrungen (> 100 m) im Modellgebiet.

3.3.2 Höhenprüfung (Vorgehensweise und Ergebnisse)

Im GRACE-Modellgebiet einschließlich der Randbereiche liegen 88 Bohrungen, die in der sächsischen Landesaufschlusssdatenbank enthalten sind. Die Daten wurden ergänzt um 18 Bohrungen auf tschechischem Gebiet. Diese insgesamt 838 Bohrungen wurden gemäß der aktuellen Methodik zur Hydrogeologischen Spezialkartierung einer Höhenprüfung unterzogen.

Als Kriterium für die Höhenkorrektur von Aufschlusssdaten gilt eine Abweichung der Bohranstanzhöhen der Aufschlusssdatenbank von mehr als 1 m von der Höhe, die aus dem genauesten verfügbaren DGM resultiert.

Zur Bearbeitung des Projektes wurde ein DGM2 und ein DGM10 übergeben. Das DGM2 ist höher aufgelöst als das DGM10. Das DGM10 dagegen wurde anhand der aktuellsten Vermessungsdaten ermittelt, wobei zusätzlich eine aktuellere und umfassendere Korrektur der Geländehöhen durchgeführt wurde als beim DGM2 (Wälder, Bewuchs, Gebäude, Trassen usw.).

Das DGM10 wurde deshalb zur Berechnung des DGM25 herangezogen, welches der Modellierung der hydrogeologischen Körper zugrunde liegt. Aus den genannten Gründen wurde das DGM10 ebenfalls zur Höhenkorrektur der Bohrdaten verwendet.

Von den 106 Bohrungen unterscheidet sich die Bohransatzhöhe von 48 Bohrungen (45,3 %) um mehr als 1 m von der interpolierten Geländehöhe des DGM10 (bilineare Interpolation). Diese Bohrungen wurden einer weiteren Prüfung unterzogen (Tabelle 3.13).

Bei den sächsischen Aufschlüssen resultiert die größte Zahl an Abweichungen für Bohrungen, deren Ansatzhöhe aus der Karte abgelesen wurden (HFIND="K") oder aus einem alten DGM abgelesen wurde (HFIND="D"). Dies betraf 26 der Bohrungen. Aus den verbliebenen Bohrungen mit Abweichungen von mehr als 1 m fallen 3 Bohrungen in die Kategorie m (HFIND="M"), während bei einer Bohrung eine Zuordnung zu einer Fehlerkategorie nicht möglich war. Für diese eine Bohrung wurde die Ansatzhöhe aus dem DGM10 übernommen.

Bei den 18 Bohrungen, die vom tschechischen Partner übermittelt wurden kam es zu Abweichungen von bis zu 18 m. Es ist für diese Fälle nicht möglich, die Ursache für diese Abweichung zu bestimmen. Eine wahrscheinliche Möglichkeit ist ein Problem in der Koordinatentransformation, dass zu gewissen Verschiebungen der finalen Bohrposition führt. Aufgrund dieser möglichen Ursache wurde davon Abstand genommen, die in den Meta-Daten der Bohrungen verzeichneten Ansatzhöhen Änderungen vorzunehmen.

Tabelle 3.13 Kategorisierung und Behandlung von Höhenfehlern bei Bohransatzpunkten gemäß aktueller Methodik zur Hydrogeologischen Spezialkartierung in Sachsen (LfULG 2012a), Teilgebiet Lückendorf

Code	Inhalt	Anzahl und Anteil an der Gesamtzahl	durchgeführte Korrektur
	Alle Bohrungen im Untersuchungsgebiet	106 Bohrungen 100,0 %	
	Bohrungen mit Höhendifferenz zum DGM10 von >1 m	48 Bohrungen 45,3 %	
<i>davon</i>			
a	aus Karte abgelesene Höhen fehlerhaft (HFIND="K")	8 Bohrungen 7,5 %	DGM10-Höhe übernommen
c	HFIND="D" (Höhe aus früherem DGM ermittelt)	18 Bohrungen 17,0 %	DGM10-Höhe übernommen
m	HFIND="M" ohne Kriterien Code a	3 Bohrungen 2,8 %	DGM10-Höhe übernommen
x	Höhe offensichtlich falsch, aber Fehler nicht rekonstruierbar	19 Bohrungen 17,9 %	DGM10-Höhe übernommen, bzw keine.

3.3.3 Stratifizierung und Codierung (Vorgehensweise und Ergebnisse)

Die Stratifizierung ist ein iterativer Prozess und wurde zeitgleich mit der Erstellung der Verbreitungsgrenzen (siehe Kap. 5.3) durchgeführt.

Quartäre Einheiten wurden weitgehend vor allem unter Beachtung der GK50 Eiszeit bzw. der bereits vorhandenen Stratifizierung den einzelnen HGK zugeordnet. Mutterboden und anthropogene Aufschüttungen wurden dabei der jeweils nachfolgenden Schicht zugeordnet.

Für einzeln stehende Bohrungen ohne räumliche Nähe zu einer entsprechenden Verbreitung wurden auch geringmächtige quartäre Bildungen der nachfolgenden Schicht zugeschlagen.

Die Stratifizierung der tertiären und Festgesteinseinheiten wurde weitgehend von Herrn Dr. Voigt aus Jena durchgeführt. Hier erfolgten mehrere Iterationen bis eine allgemeine Konsistenz hergestellt war. Aufgrund der geringen Unterscheidbarkeit der einzelnen Einheiten wurden lediglich vier kretazische HGK differenziert (Tabelle 3.14).

Die Sandsteine der Waltersdorf-Formation wurden lediglich in 8 Bohrungen stratifiziert, mit einer maximalen Mächtigkeit von 168,9 m. Da die Waltersdorf-Formation die oberste der aufgeschlossenen Kreideeinheiten darstellt, ist diese Mächtigkeit nur als Mindestmächtigkeit zu verstehen. Die Gesteine der Lückendorf-Formation wurden in 16 Bohrungen nachgewiesen, wobei diese nur in 3 Bohrungen vollständig durchteuft wurden. Die Mächtigkeit schwankt dabei zwischen 49,0 und 62,8 m bei einem Mittelwert von 56 m. Die Oybin-Formation wurde in 53 Bohrungen stratifiziert, und wurde in 20 von diesen vollständig durchteuft. Die Mächtigkeiten schwanken dabei von 385,3 bis 458,6 m bei einem Mittelwert von 425 m. Die Oberhäslich-Formation wurde in 18 Bohrungen stratifiziert und in 16 Bohrungen vollständig durchteuft. Die Mächtigkeiten schwanken dabei zwischen 47.2 und 135.5 m, bei einem Mittelwert von 95 m.

Tabelle 3.14 Stratifizierung der Kreide-Einheiten im Modellgebiet

Einheit	HGK	Gesamt	nicht durchteuft	durchteuft	vollst. Durchteuft	durchschn. Mächtigkeit
Waltersdorf-Formation	HGK07	7	0	7	0	-/-
Lückendorf-Formation	HGK08	16	7	9	3	56
Oybin-Formation	HGK09	53	33	20	8	425
Oberhäslich-Formation	HGK11	18	1	17	16	95

3.3.4 Virtuelle Stützstellen

Da die quartären Bildungen im Allgemeinen zum Verbreitungsrand geringmächtiger werden, wurden eine Vielzahl virtueller Stützstellen hinzugefügt. Bei den Auenverbreitungen HGK01 zeigen vereinzelte Bohrungen bis zu 7 m Mächtigkeit. Dennoch wurde davon ausgegangen, dass die durchschnittliche Mächtigkeit in den kleinen Flüssen bei 1,5 – 2 m liegt. Für die Verbreitungen des Blockschuttes (HGK02) wurden in den Bohrungen bis zu 6,8 m stratifiziert. Aufgrund der Verteilung der Bohrungen wurden 4 bis 5 m als sinnvolle Mächtigkeit bestimmt und entsprechend mit Stützstellen untersetzt. Hanglehm (HGK03) wurde nur in wenigen Bohrungen stratifiziert mit Mächtigkeiten bis 4 m, die virtuellen Stützstellen wurden entsprechend gesetzt. Deluvialer bis glazifluviatiler Sand und Kies (HGK04) wurde in keiner Bohrung stratifiziert. Aufgrund der geringen Größe der Verbreitungen wurde eine mittlere Mächtigkeit von 2 m angenommen und entsprechend stratifiziert.

Die tertiären Basalte (HGK05) wurden generell bis zur Modellbasis bei -300 m uNN modelliert. Die tertiären Tuffe (HGK06) sind in keiner Bohrung aufgeschlossen worden und wurden daher mit einer maximalen Mächtigkeit von 2 m modelliert.

Bei den Kreideeinheiten wurden die virtuellen Stützstellen generell an den Schichtunterkanten umliegender Einheiten Bohrungen orientiert.

4 Konstruktion der HGK Kirnitzschtal

4.1 Modellbegrenzung

4.1.1 Bearbeitung des Höhenmodells und Ableitung der Modelloberfläche

Das Höhenmodell wurde auf der Grundlage der beiden vom LfULG übergebenen DGM10 berechnet (vgl. Tabelle 1.1). Das sächsische DGM10 wurde im UTM-Koordinatensystem übergeben, das tschechische DGM10 (Gebiet Hrensko und Gebiet Petrovice) musste nachträglich transformiert werden. Aus dem für beide Modellgebiete Kirnitzschtal und Lückendorf erstellten DGM10 wurden anschließend die DGM25 mittels bilinearer Interpolation auf die Rasterpunkte des Mastergrids berechnet. Innerhalb der Bearbeitungsgebiete bestand keine Notwendigkeit der Bereinigung von Dämmen oder Trassen. Die Geometrie des Wasserkörpers der Elbe wurde rastergenau abgezogen. Das Ergebnis ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

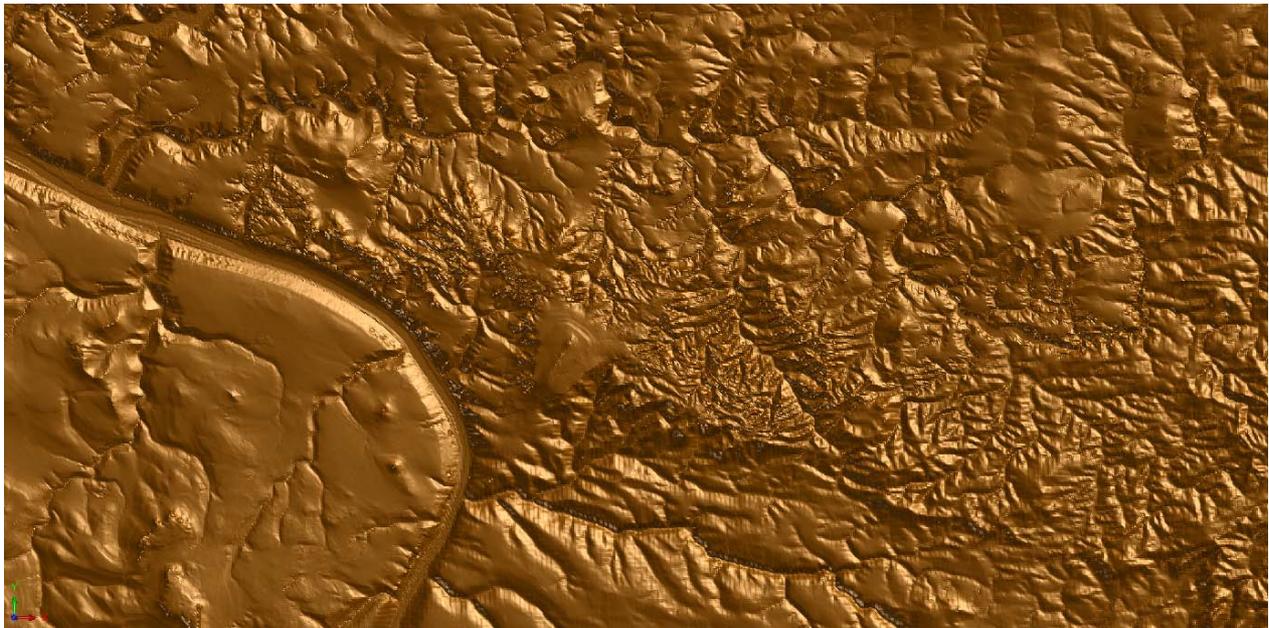


Abbildung 4.1 Digitales Geländemodell DGM25 als Grundlage für die 3D-Modellierung: Modellgebiet Kirnitzschtal

4.1.2 Modellgrundfläche

Gegenstand der Modellierung der Geometrie im Projekt GRACE waren die Kreidesandsteinbildungen und alle weiteren hydrogeologischen Körper, die an der Grundwasserbildung und -strömung beteiligt sind. Eine Differenzierung des Festgesteins des Grundgebirges war nicht Gegenstand der Bearbeitung. Im Laufe der Bearbeitung wurde die maximale Tiefe der Sandsteine bei ca. -230 m NHN ermittelt. Diese maximale Tiefe wird von der modellierten Unterkante der Niederschöna-Formation in der Hinterhermsdorfer Senke erreicht.

Im geometrischen Modell Kirnitzschtal bestand für folgende Fälle die Notwendigkeit der Festlegung einer Höhe für die Modellunterkante. Die Modellunterkante wurde bei -300 m NHN festgelegt für

- die Unterkante der Störungsfläche der Lausitzer Überschiebung,
- die Unterkante der Grenzflächen der basaltischen Gänge und Schloten.

4.1.3 Puffer

Für die Hydrogeologische Spezialkartierung in Sachsen ist die Anwendung von überlappenden Pufferzonen zu benachbarten Blättern vorgeschrieben. Im vorliegenden Fall liegt das Modellierungsgebiet Kirnitzschtal innerhalb des Bearbeitungsgebietes einer in Arbeit befindlichen Hydrogeologischen Spezialkartierung (HyK50 Bischofswerda/Sebnitz/Neugersdorf West). Das Modellierungsgebiet Lückendorf liegt innerhalb des HyK50-Kartenblattes Zittau/Neugersdorf Ost, welches sich ebenfalls in Bearbeitung befindet. Im Süden grenzen die beiden Untersuchungsgebiete an die benachbarten tschechischen GRACE-Bearbeitungsgebiete. Die Berücksichtigung von Pufferzonen war nicht vorgesehen.

Die Grenzen des Modellgebietes Kirnitzschtal wurden während der Bearbeitung festgelegt. Deshalb wurde die meisten Arbeiten zur 3D-Modellierung, so z. B. die Berechnung des DGM, die Stratifizierung der Bohrungen und die Modellierung der Unterkante der Sandsteinschichten zunächst innerhalb eines größeren rechteckigen Kartenausschnittes durchgeführt, welcher durch folgende Koordinaten begrenzt ist:

linke untere Ecke:	RW 439000, HW 5634000 (UTM)
rechte obere Ecke:	RW 459000, HW 5644000 (UTM)

Der Kartenausschnitt entspricht der innerhalb der Abbildung 1.1 ff. dargestellten rechteckigen Gesamtfläche. Der exakte Verlauf der Grenze des Bearbeitungsgebietes, die in Abbildung 1.1 als Polygon dargestellt ist, wurde erst zum Ende der Bearbeitung ermittelt. Deshalb liegen viele Ergebnisse der Modellierung, insbesondere die stratifizierten Bohrungen und die Unterkanten der Sandsteine, auch für das unmittelbar benachbarte Gebiet vor. Dieser Bereich kann im Rahmen der späteren HyK-50-Kartierung wie eine Pufferzone behandelt werden, d. h. die dort modellierten Geometrien können sowohl übernommen als auch angepasst werden.

4.2 Erstellung der Verbreitungen

Die Verbreitungen der hydrogeologischen Einheiten wurden zunächst anhand der geologischen Kartenwerke bestimmt (vgl. Abschnitt 1.3.3). Bevorzugt verwendet wurde die Geologische Karte der eiszeitlich bedeckten Gebiete 1:50000 (GK50 Eiszeit) für die Kreidesandsteine, ergänzt durch die Lithofazieskarte Quartär für die quartären Bildungen im Kirnitzschtal. Lediglich zur Orientierung verwendet wurden die Geologische Karte 1:100000 Lausitz-Isergebirge-Riesengebirge und die Geologischen Karten 1:25000 aus dem Zeitraum 1872-1990, die für die Bearbeitungsgebiete flächendeckend vorlagen.

Die Verbreitung der anthropogenen Bildungen wurde entsprechend der Methodik zur Hydrogeologischen Spezialkartierung in Sachsen (HyK50) bestimmt. Für die im ATKIS-DLM ausgewiesenen „Innenstadtflächen“ (Flächendatensätze „SDE_ATKIS_Sie_Ortslage_F“ ohne Grünflächen „SDE_ATKIS_Sie_FreiflaecheGrd_F“ und ohne relevante natürliche Gewässer) wurde gemäß Methodik eine Mindestmächtigkeit der anthropogenen Bildungen von 1 m angesetzt (vgl. Abbildung 4.2). Zusätzlich wurden die Aufschlussdaten herangezogen, um die Verbreitung der anthropogenen Bildungen zu präzisieren.

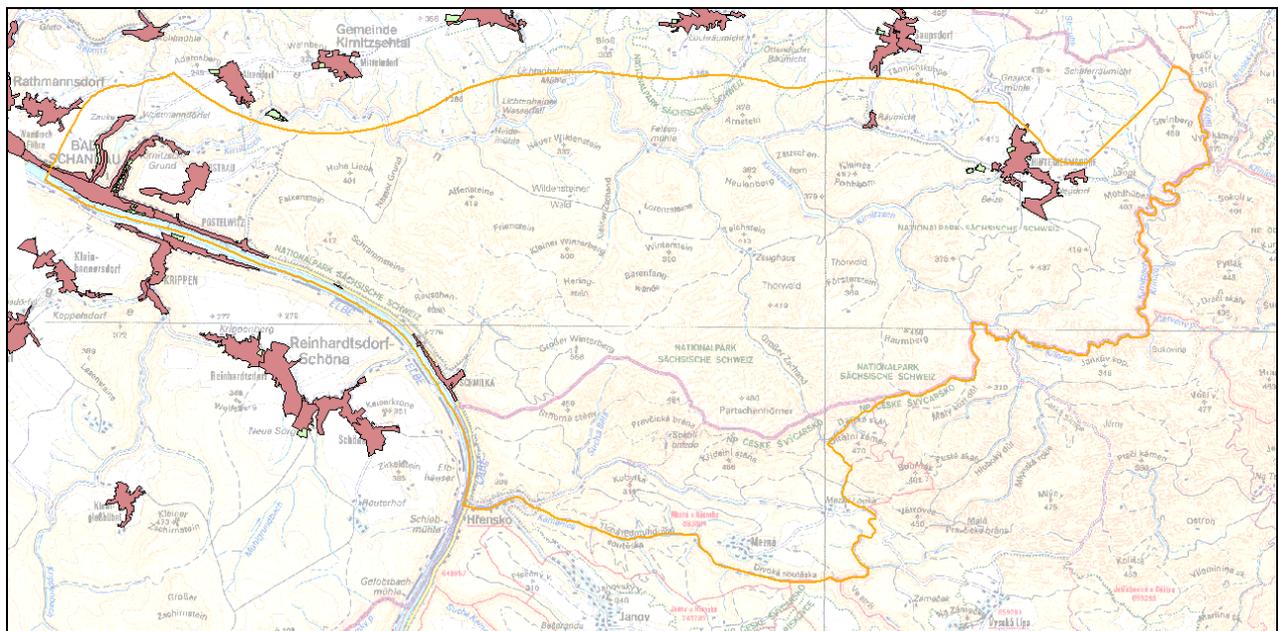


Abbildung 4.2 „Innenstadtflächen“ (SDE_ATKIS_Sie_Ortslage_F, rot) und „Grünflächen“ (SDE_ATKIS_Sie_FreiflaecheGrd_F, grün)

Als weitere Datenquellen zur Präzisierung der Verbreitung anthropogener Bildungen wurden die Punktdaten des Sächsischen Altlastenkatasters (SALKA), die TK10 und Luftbilder herangezogen. Aufgrund der Einträge im Sächsischen Altlastenkataster wurde in zwei Fällen die Verbreitung anthropogener Bildungen erweitert (vgl. Tabelle 4.1).

Tabelle 4.1 SALKA-Einträge, die auf relevante Verbreitungen anthropogener Bildungen im Untersuchungsgebiet schließen lassen

FID	Art	Behandlung
3010	Altablagerung	nicht explizit berücksichtigt, da nicht größer als 1 ha
3079	Altablagerung	aufgrund des SALKA-Eintrages wurde die Verbreitung anthropogener Bildungen im Bereich Mittelndorfer Mühle vergrößert
3236	Altstandort	aufgrund des SALKA-Eintrages wurde die Verbreitung anthropogener Bildungen im Bereich Unteres Kirnitzschtal vergrößert
2992	Altablagerung	nicht explizit berücksichtigt, da nicht größer als 1 ha

Bei den Verbreitungen der Auensedimente war eine Anpassung der Verbreitungsgrenzen an die Topografie erforderlich. Mit Verwendung des aktuellen DGM würden die Auensedimente teilweise erheblich in die meist steilen Hänge hineinreichen und dort Höhen erreichen, die in der Realität nicht plausibel sind. Deshalb war es erforderlich, alle Auenverbreitungen (Auenlehm, Kiesanteil der Auensedimente der Elbe und der kleinen und mittleren Flüsse, =HYE 11310, 11360, 11361 bzw. HGK 2...4) an die konkreten Talverläufe des DGM anzupassen. Nach dieser Anpassung mussten teilweise auch die Grenzen der benachbarten Gehängelehme nachgeführt werden.

Die Verbreitung des pleistozänen Gehängelehmes (HYE 12210) aus der „GK50 Eiszeit“ wurde anhand der „GK25 alt“ außerhalb des Kartengebietes im Tal der Kamenice ergänzt.

Die Lage und Ausdehnung der basaltischen Gänge (HYE 93001) wurden aus den geologischen Karten übernommen, die Körper entstehen durch geometrische Extrusion der Verbreitungsflächen nach unten bis zur Modellunterkante. Die innerhalb der Sandsteine durch Intrusion von Magma in horizontale Richtung verbreiteten Basalte, die in einigen Bohrungen nachgewiesen wurde, wurde nicht modelliert.

Die Verbreitungen der Sandsteine mussten in beiden Modellierungsgebieten ebenfalls an die aktuelle Topografie angepasst werden. Diese wird beschrieben durch das erarbeitete Digitale Geländemodell (vgl. Abschnitt 4.1.1), welches in der verwendeten Auflösung eine maßgebliche Präzisierung der Verbreitungsgrenzen insbesondere bei steilen Felsbildungen, Steilhängen und sonstigen Flächen mit bewegtem Relief und großen Höhenunterschieden ermöglicht. Die nach der Interpolation von Punktdaten vorliegenden Basisflächen der hydrogeologischen Einheiten wurden anschließend mit dem DGM verschnitten. Die resultierende Schnittlinie in Horizontalprojektion entspricht der aktualisierten Verbreitungsgrenze. Diese weicht teilweise deutlich von den Verbreitungen der geologischen Karten ab (vgl. Abbildung 4.3).

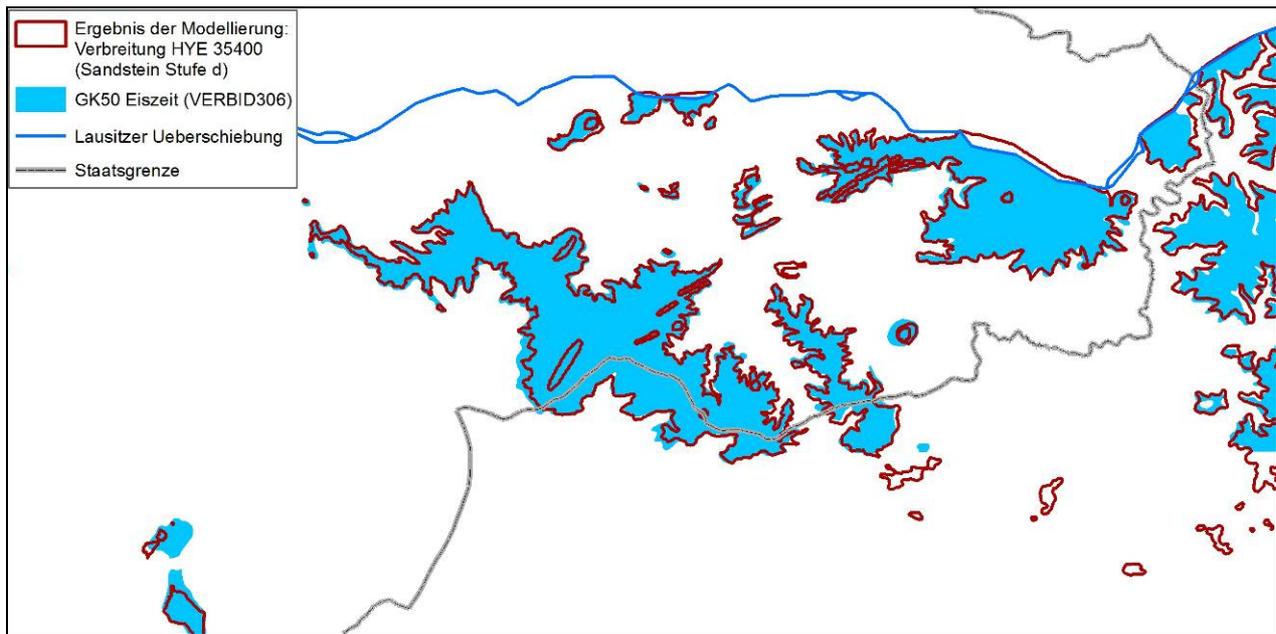


Abbildung 4.3 Exemplarische Darstellung der Verbreitung des Sandsteins Stufe d (GK50 Eiszeit: VERBID 306, =HYE 35400 bzw. HGK 820) als Beispiel für die Anpassung der Verbreitung an das DGM

Die Verbreitung aller Sandsteinbildungen wurden bei Erfordernis an das aktuelle DGM angepasst. Im Teilgebiet Kirnitzschtal betrifft dies alle Sandsteinschichten, die an der Oberfläche austreichen, d. h. alle Sandsteine von Stufe e bis zum Labiatuspläner.

Die Verbreitung der Sandsteine wird nach Norden durch die Störungsfläche der Lausitzer Überschiebung begrenzt. Diese fällt mit wechselndem Winkel nach Norden ein. Damit reicht die Verbreitung der tieferen Sandsteinschichten im Ergebnis der 3D-Modellierung weiter nach Norden als die der jüngeren Sandsteinschichten. Die Verbreitungen der Sandsteine ist als Ergebnis der Verschneidung mit dem DGM und mit der Störungsfläche der Lausitzer Überschiebung in der Abbildung 4.4 dargestellt.

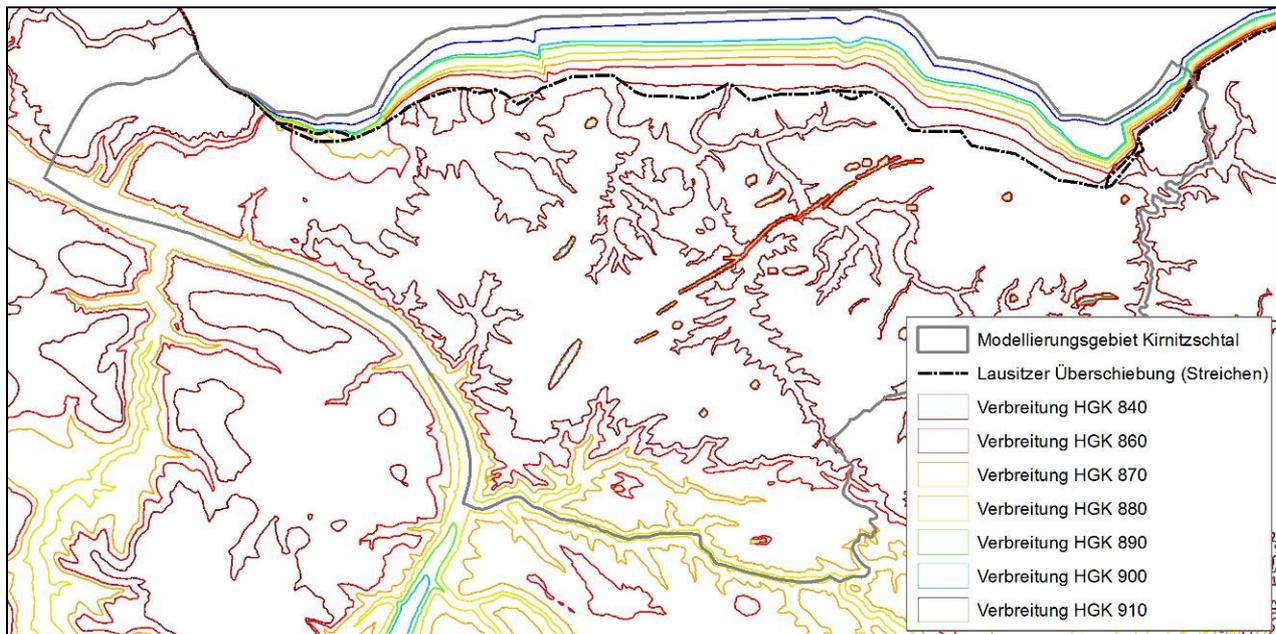


Abbildung 4.4 Verbreitung der Sandsteine von der Stufe c bis zur Unterkante Cenoman im Ergebnis der Modellierung

Die Jurakalke wurden lokal parallel zur Störungsfläche der Lausitzer Überschiebung nach oben verschleppt. Sie stehen sehr kleinflächig an der Oberfläche an. Die Geometrien wurden als flache Körper modelliert, die sich ausgehend von der Oberfläche entlang der Störungsfläche nach unten fortsetzen.

4.3 Eingangsdaten der Modellierung: Modellierungsgebiet Kirnitzschtal

4.3.1 Quartär

Die in der Tabelle 4.2 enthaltenen Angaben beziehen sich auf die Eingangsdaten, die bei der Geometriemodellierung der Hydrogeologischen Einheiten verwendet wurden.

Tabelle 4.2 Zusammenfassung der HYE und der zur Körperkonstruktion verwendeten Aufschlüsse: Quartär, Tertiär, Festgestein

HYE	HGK (Hilfsbezeichnung)	Beschreibung	Stratigrafie	Bohrungen	Einzel-schichten	Fläche [km ²]
11100	0	Anthropogene Bildungen	Quartär	257	ca. 650	3,461
11310	2	Auenlehm	Quartär	135	ca. 260	6,116
11361	3	Kiesanteil der Auenbildungen: Elbe	Quartär	98	ca. 230	2,527
11360	4	Kiesanteil der Auenbildungen: kleine und mittlere Flüsse	Quartär	87	ca. 180	3,496
12210	5	Gehängelehm	Quartär	51	ca. 110	7,091
12200	6	Löss	Quartär	0	0	0,963
12800	7	Blockschutt	Quartär	0	0	0,831

HYE	HGK (Hilfs- bezeich- nung)	Beschreibung	Stratigrafie	Bohrungen	Einzel- schichten	Fläche [km ²]
16150	15	Grundmoräne Elster 2	Quartär	0	0	0,147
18120	24	Tiefere Hochterrasse (THT): Elbe	Quartär	0	0	0,023
18220	25	Mittlere Hochterrasse (MHT): Elbe	Quartär	0	0	0,265
93001	29	Basaltische Gesteine („Tertiärvulkanismus“)	Tertiär	0	0	0,599
93002	30	Vulkanoklastite	Teritär	0	0	0,081
95452	47	Schollen von Kalk- und Mergelstein	Jura	0	0	1,181

Die anthropogenen Aufschüttungen wurden entsprechend der erbohrten Mächtigkeiten modelliert. In Bereichen mit geringer Aufschlussdichte wurde entsprechend der Methodik in LfULG (2012a) eine Mächtigkeit von 1 m angesetzt. In der dünn bebauten Ortslage Ostrau und im Elbtal im Süden des Bearbeitungsgebietes wurde eine Mindestmächtigkeit von 0,5 m berücksichtigt. Im Gebiet befinden sich keine Deponien, Halden oder ähnliche landschaftsbildende anthropogene Aufschüttungen.

Bei der Modellierung der Auensedimente wurde ebenfalls die konkrete Mächtigkeit an Bohrungen berücksichtigt. In Bereichen mit zu geringer Aufschlussdichte wurde mittels virtueller Stützstellen eine mittlere Mächtigkeit angesetzt, die in Auswertung der vorhandenen Aufschlussdaten zu erwarten ist. Dies waren:

- Auenlehme im Elbtal: 5 m
- Auenlehme der kleineren Flüsse: 2 m
- Auenkiese im Elbtal: 10 m
- Auenkiese der kleineren Flüsse: 5 m

In Auswertung der Aufschlussdaten wurde für den Gehängelehm eine mittlere Mächtigkeit von 2 m innerhalb größerer Verbreitungsflächen und von 1 m innerhalb kleiner Verbreitungsinselfen zur Modellierung verwendet. Diese Mächtigkeiten wurden in Form virtueller Stützstellen dort vorgegeben, wo die Aufschlussdichte zur Interpolation der Mächtigkeiten nicht ausreicht.

Für die weiteren quartären Sedimente liegen im Untersuchungsgebiet keine Aufschlussdaten vor. Die Modellierung erfolgte mittels virtueller Stützstellen unter Annahme einer zu erwartenden Mächtigkeit von 2...5 m. Der Blockschutt am Großen Winterberg wurde unter Berücksichtigung der lokalen Geländebeziehungen mit teilweise höherer Mächtigkeit modelliert.

4.3.2 Tertiärer Vulkanismus

Die Basalte des tertiären Vulkanismus (HYE 93001) sind in Form von Gängen und Schloten verbreitet (vgl. Abbildung 4.5). Die Verbreitung wurde für die Geländeoberfläche kartiert. Über die Veränderung der Verbreitung mit der Tiefe ist wenig bekannt, da die Aufschlusssdaten hierzu keine Informationen liefern. Lediglich kann eine oder mehrere horizontale Ausbreitungen in den Sandsteinen des Cenoman festgestellt werden. Mit insgesamt 13 Bohrungen wurde Basalt als kurze Kernstrecke im Bereich weniger Meter in den cenomanen Sandsteinen, meist in der unteren Oberhäslich-Formation, nachgewiesen.

Zur Modellierung der Geometrie wurde die Lage und Ausdehnung der basaltischen Gänge aus den geologischen Karten übernommen. Die Körper entstehen durch geometrische Extrusion der Verbreitungsflächen senkrecht nach unten bis zur Modellunterkante bei -300 m NHN. Dabei wurde auch der Zeughausgang berücksichtigt, der sich im Zentrum des Modellierungsgebietes etwa zwischen dem Großen Winterberg bis nahe an die Lausitzer Überschiebung in Richtung SW-NE erstreckt, da hier ggf. eine Beeinflussung der Grundwasserströmung möglich ist. Die beschriebenen durch Intrusion von Magma in horizontale Richtung verbreiteten Basalte wurden nicht modelliert, da weder ihre Verbreitung bekannt ist noch die Anzahl der ggf. zu berücksichtigenden beteiligten Teilkörper.

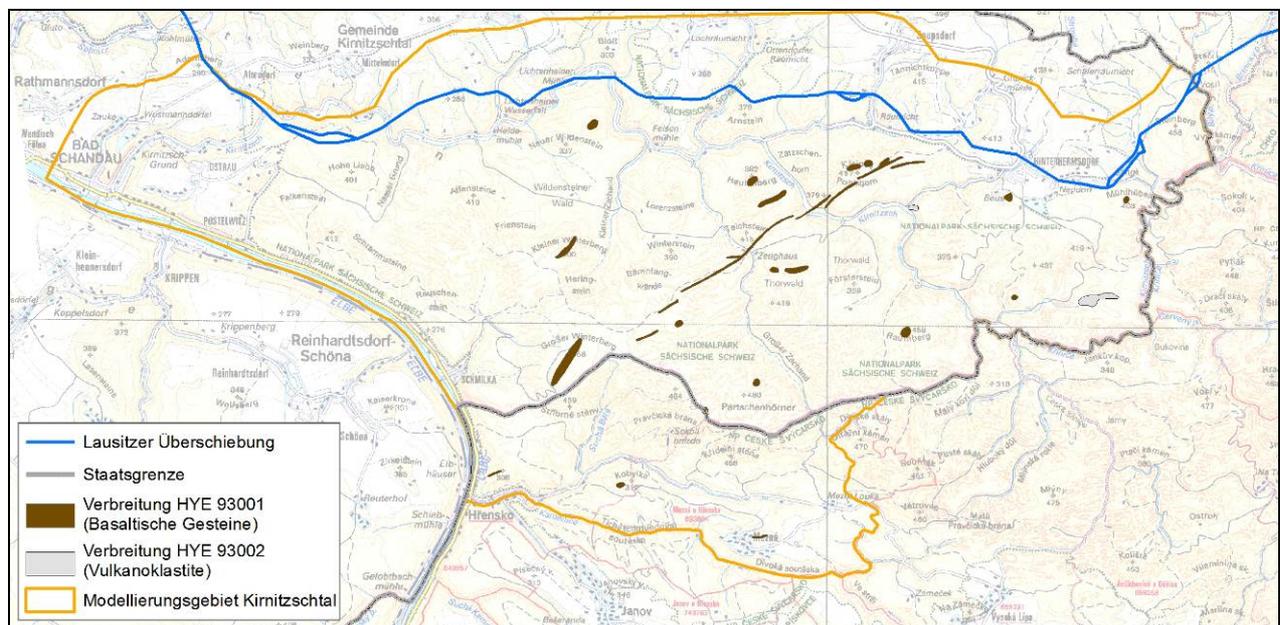


Abbildung 4.5 Verbreitung der Gesteine des tertiären Vulkanismus im Modell

4.3.3 Lausitzer Überschiebung

Die Lage der Hauptverwerfungsfläche der Lausitzer Überschiebung ist hinreichend im Ergebnis geologischer Kartierungen und anhand von Aufschlüssen bekannt. Ihr Streichen an der Oberfläche/Quartärunterkante wurde der GK50 Eiszeit entnommen. Dieser Verlauf im Relief lässt sich sehr gut mit dem später angesetzten Fallen der Störungsfläche in Einklang bringen.

Anhand des Verlaufes der Störung an der Geländeoberkante unter zusätzlicher Berücksichtigung der Aufschlussdaten, an denen die Störung angeschnitten wurde, konnte das Fallen der Störungsfläche ermittelt werden (VOIGT et al. 2013). Die Störung fällt mit unterschiedlichen Winkeln nach Norden ein (vgl. Abbildung 4.6). Die Störungsfläche wurde mit den dargestellten Winkeln im 3D-Modell nachgebildet.

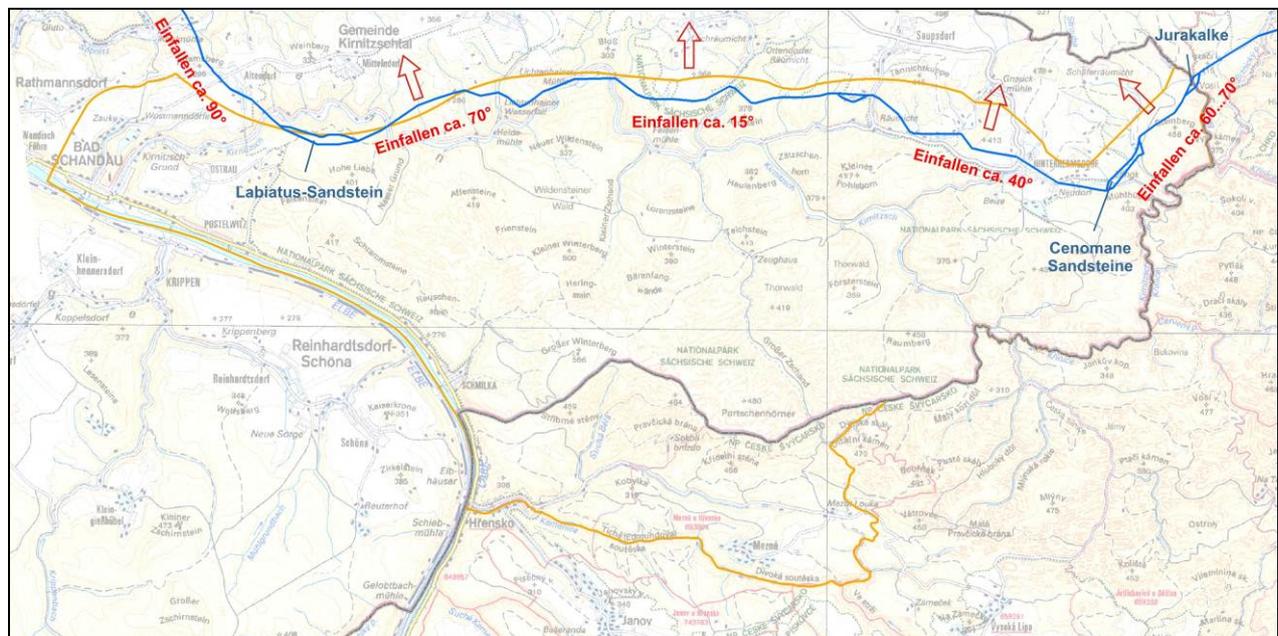


Abbildung 4.6 Lage der Lausitzer Überschiebung (blaue Linie = Ausstrich an Gelände) und Einfallen nach VOIGT (2013)

Bei der Konstruktion der Störungsfläche wurden die Bohrungen berücksichtigt, in welchen der Kreidesandstein unter dem Granodiorit angetroffen wurde. Weitere Hinweise liefern die Bohrungen, welche vollständig im Granodiorit liegen und von denen der Sandstein nicht mehr angetroffen wurde. Die bei der Modellierung der Störungsfläche berücksichtigten Bohrungen sind in der folgenden

Tabelle 4.3 gelistet.

Tabelle 4.3 Bohrungen mit Daten zur Störungsfläche der Lausitzer Überschiebung, die bei der Modellierung berücksichtigt worden sind

AK_BEZ	RW	HW	ZW	Tiefe Störungsfläche (m unter Ansatzpunkt)	Bemerkung
B.2446....1982	457230.03	5642467.40	386.44	210.3	Störungsfläche durchteuft
B.2411....1981	455631.07	5641520.59	402.95	229.2	Störungsfläche durchteuft
B....2....1982	448242.35	5642846.47	194.80	32.0	Störungsfläche durchteuft
B....1....1982	448274.34	5642855.46	195.90	42.5	Störungsfläche durchteuft
B....1....2005	455363.47	5641318.08	384.55	12.0	Störungsfläche durchteuft
B.2444....1982	455961.13	5641892.24	412.34	353.0	Störungsfläche durchteuft
B.2410....1981	456006.02	5641849.96	407.34	345.0	Störungsfläche durchteuft
B.2409....1981	456779.31	5642443.41	334.95	>592.1	Sandstein nicht erreicht
B....1....2008	444669.79	5642266.71	147.54	>30.0	Sandstein nicht erreicht
B....1....1988	446354.11	5642787.49	281.52	>8.0	Sandstein nicht erreicht
B....1....2009	454827.69	5641875.85	377.96	>90.0	Sandstein nicht erreicht
B.2411A...1981	455612.67	5641522.19	403.24	<226.5	Sandstein unter Granodiorit, letzterer aber nicht gekernt

Der entlang der Störungsfläche nach oben geschleppte Jurakalk wurde als Hydrogeologische Einheit (HYE 95452) berücksichtigt. Bei Hinterhermsdorf wurde das Gestein abgebaut. Darüber hinaus weist die GK50 Eiszeit drei weitere voneinander unabhängige und sehr kleinflächige Verbreitungen an der Lausitzer Überschiebung aus. Bei der Modellierung wurde angenommen, dass sich das Gestein ausgehend von diesen Verbreitungen an der Oberfläche nach unten entlang der Störungsfläche fortsetzt. Die Geometrie resultiert aus einer Extrusion der Verbreitungsflächen nach unten. Die Unterkante wurde in derselben Tiefe angenommen wie die Unterkante der unmittelbar angrenzenden Kreidesandsteine, so dass der Untergrund auch hier vom Granodiorit gebildet wird. Die einzige Bohrung mit sicherer Ausweisung der HYE liegt außerhalb der Verbreitungen der geologischen Karte. Sie wurde bei der Modellierung nicht berücksichtigt, zumal sie nur 1,5 m tief ist und die Unterkante der HYE nicht erreicht wurde.

4.3.4 Cenomane Sandsteine

Punktdaten

Die Unterkante des Cenoman (HYE 37900) wurde von einer großen Anzahl Bohrungen erreicht und dokumentiert. Diese Punktdaten sind in der Abbildung 4.7 dargestellt.

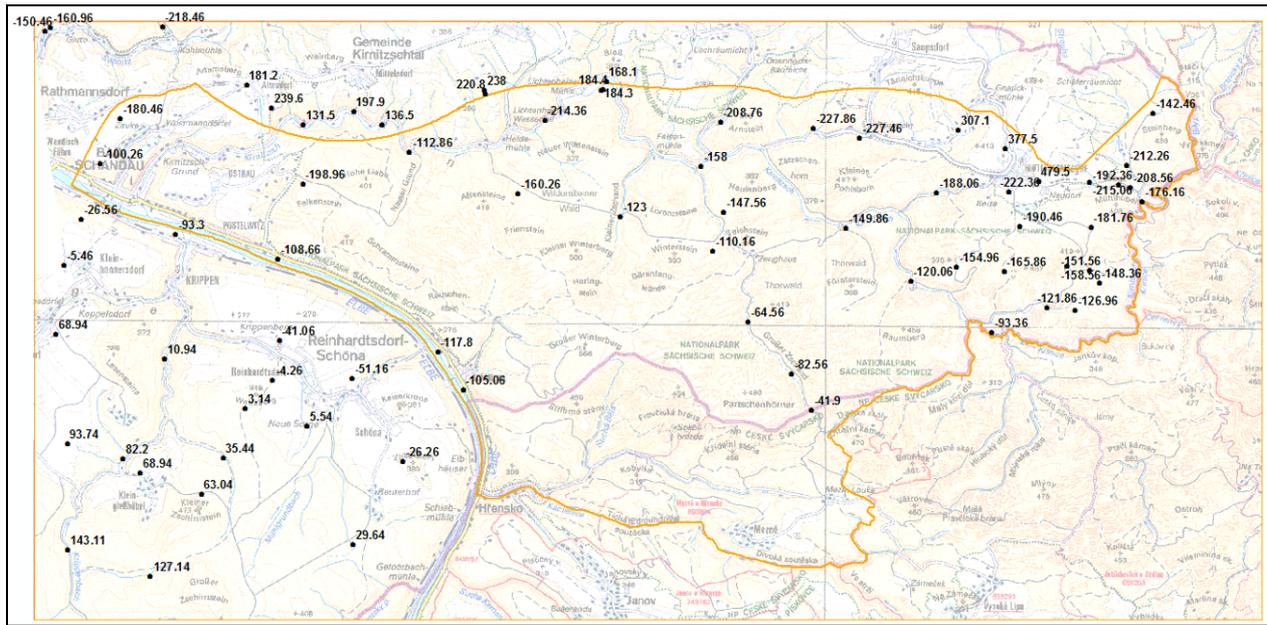


Abbildung 4.7 Unterkante Cenoman (HYE 37900) in m NHN, alle Aufschlussdaten vor Höhenkorrektur

Isokarten

Der im Rahmen der Vorarbeiten von VOIGT et al. (2013) erstellte Isoplan verdeutlicht die grundsätzlichen Vorstellungen zur Geometrie der Unterkante des Cenoman. Die Isolinien wurden bei der Modellierung zur Festlegung virtueller Stützstellen genutzt.

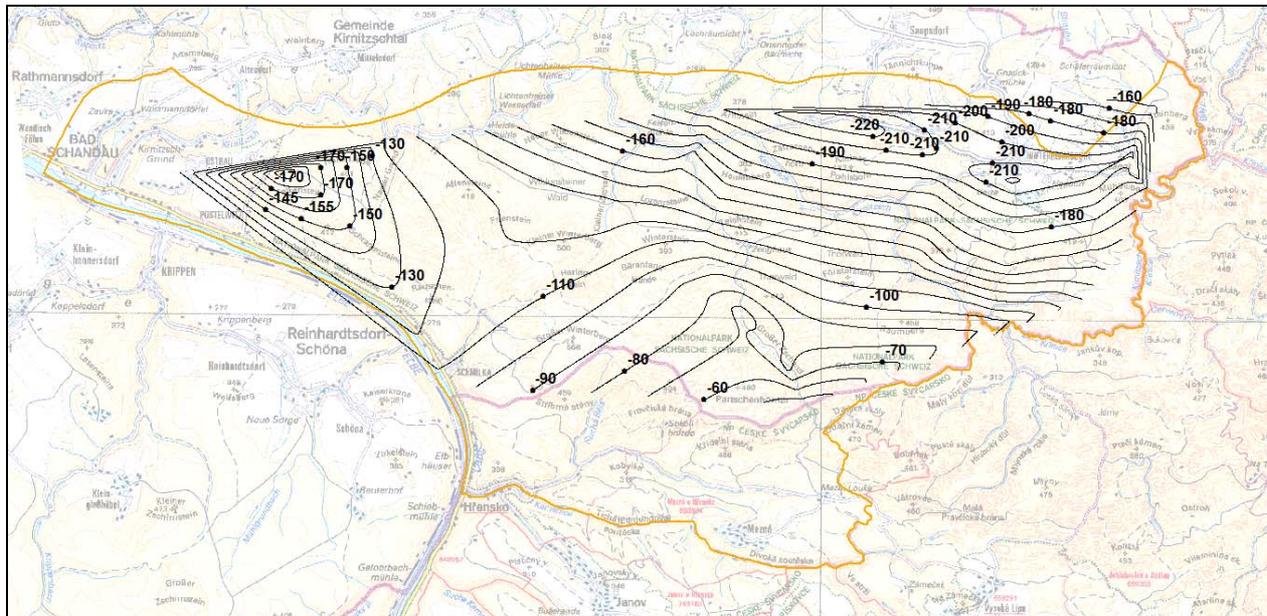


Abbildung 4.8 Isolinien Basis Cenoman (VOIGT et al. 2013) und entnommene Stützstellen zur 3D-Modellierung

4.3.5 Labiatuspläner (Briesnitz-Formation)

Die Unterkante des Labiatuspläners wurde als wesentliche Orientierung auch für die anderen Sandsteine als erste Geometrie modelliert, da für diese Schichtgrenze die meisten Informationen vorliegen. Weiterhin ist vom Labiatuspläner bekannt, dass er abgesehen vom unmittelbaren Bereich der Lausitzer Überschiebung im gesamten Untersuchungsgebiet flächendeckend vorhanden sein sollte und eine relativ homogene, flach geneigte Fläche bildet. Beim Labiatuspläner handelt es sich um den wesentlichen die Grundwasserströmung begrenzenden Stauer im Untersuchungsgebiet.

Der Labiatuspläner stellt ebenso wie die feinklastischen Ablagerungen der Plenus-Zone (Dölzschen-Fm) Sedimente aus landfernen Sedimentationsgebieten dar. Damit sind auch im Untersuchungsgebiet regionale Unterschiede in der Mächtigkeit und der Zusammensetzung in Abhängigkeit von der Entfernung zum Festland während der Sedimentationszeit möglich.

Über den Labiatuspläner im Untersuchungsgebiet werden in VOIGT et al. (2013) und weiteren Studien folgende Angaben zur Geometrie gemacht:

- flächendeckende Verbreitung
- Das Fehlen des Labiatuspläners in der Bohrung Wis Mlf 1222/1962 im Kirnitzschtal ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass der Labiatuspläner in dieser Bohrung zwar vorhanden ist, aber nicht als solcher ausgehalten wurde, sondern als Dölzschen-Formation oder Labiatus-Sandstein angesprochen wurde, letzteres möglicherweise aufgrund des hier geringen Kalk- und Tongehaltes. Die Bohrung Wis Mlf 1222/1962 ist möglicherweise ein Hinweis darauf, dass der Labiatuspläner im Bereich der Lausitzer Überschiebung ggf. hydraulisch nicht mehr als Stauer wirksam ist.
- generelles Einfallen des Labiatuspläners wie aller anderen Sandsteinschichten nach NNE zur Lausitzer Überschiebung mit 1...2°
- außerhalb des zerblockten Bereiches der Lausitzer Überschiebung und des tektonisch gehobenen Bereiches Hohe Liebe keine größeren Verwerfungen
- Die Basisfläche wird wie folgt beschrieben (VOIGT et al., 2013): „Die Basis der Briesnitz-Formation fällt generell nach Nordosten ein... Bei Schmilka liegt die Basis auf -10 m, bei Ostrau über das Böse Horn bis zum Königsplatz auf -40 m. So zieht sich die Mächtigkeit mit relativ ebener Verbreitung nach Norden bis sie schließlich bei Hinterhermsdorf auf -140 m

abfällt. Von dort steigt sie nach Norden wieder bis auf -40 m an. Dies könnte durch eine Randtrog-Bildung vor der Lausitzer Überschiebung begründet sein“.

- geringe keine kleinräumige Variabilität der Mächtigkeit
- Mächtigkeit nimmt insgesamt in Richtung Lausitzer Überschiebung ab, der Labiatuspläner erkeilt nach Nordosten hinaus und wird nach Südwesten hin mächtiger (VOIGT et al. 2013)
- Mächtigkeit 40 m in der Hinterhermsdorfer Senke (TONNDORF 2000), 20...<50 m (Mibus 1997)

Beim Labiatuspläner besteht die Schwierigkeit, dass er oft nicht sicher von der Dölzschen-Fm getrennt werden kann (cenoman-turonen Übergang). Auch die Trennung zur Schmilka-Formation ist oft schwierig, da der Labiatuspläner nach oben zu an Feinkorn- und Kalkgehalt verliert und sandiger wird bis zum Übergang zum Labiatus-Sandstein, wo auch dieser als gröberer Sandstein vorliegt. Bei der durchgeführten Modellierung wurde deshalb stets auch die Lage und Mächtigkeit der Dölzschen-Formation in den Bohrungen berücksichtigt.

Punktdaten

Der Labiatuspläner wurde bei der Stratifizierung der Bohrungen in Voigt et al. (2013) vom Labiatus-Sandstein im Hangenden i. d. R. abgegrenzt. Die Höhe der Oberkante des Labiatuspläners ist damit an Aufschlüssen sicher zu bestimmen, wenn beide Schichten anhand des Bohrkernes nachgewiesen wurden bzw. der Labiatus-Sandstein durchteuft wurde.

Nach unten schließt sich an den Labiatuspläner die ebenfalls feinkörnige Dölzschen-Fm an. Diese ist aufgrund der ähnlichen lithologischen Eigenschaften teilweise nur schwer vom Labiatuspläner zu trennen. In der Stratifizierung von VOIGT et al. (2013) wurde die Dölzschen-Fm vielen Fällen getrennt vom Labiatus-Pläner ausgewiesen. In diesen Fällen kann auch für die Unterkante des Labiatuspläners eine eindeutige Höhe angegeben werden. Oftmals war eine Trennung beider Schichten anhand der Bohrkern jedoch nicht möglich. In diesen Fällen wurde die Dölzschen-Formation zusammen mit dem Labiatus-Pläner als „Dölzschen-/Briesnitz-Formation“ angesprochen. Hier ist die Unterkante des Labiatus-Pläners nicht sicher bestimmbar. Es kann lediglich eine Höhe angegeben werden, die als Unterkante der „Dölzschen-/Briesnitz-Formation“ tiefer oder gleich tief liegt im Vergleich zur Unterkante des Labiatus-Pläners. Die folgende Abbildung verdeutlicht, dass die Dölzschen- und Briesnitz-Formationen im E des Untersuchungsgebietes im elbnahen Bereich in jedem Fall voneinander getrennt werden konnten, im übrigen Untersuchungsgebiet jedoch kein räumliches Muster hinsichtlich der Trennbarkeit beider Schichten erkennbar ist.

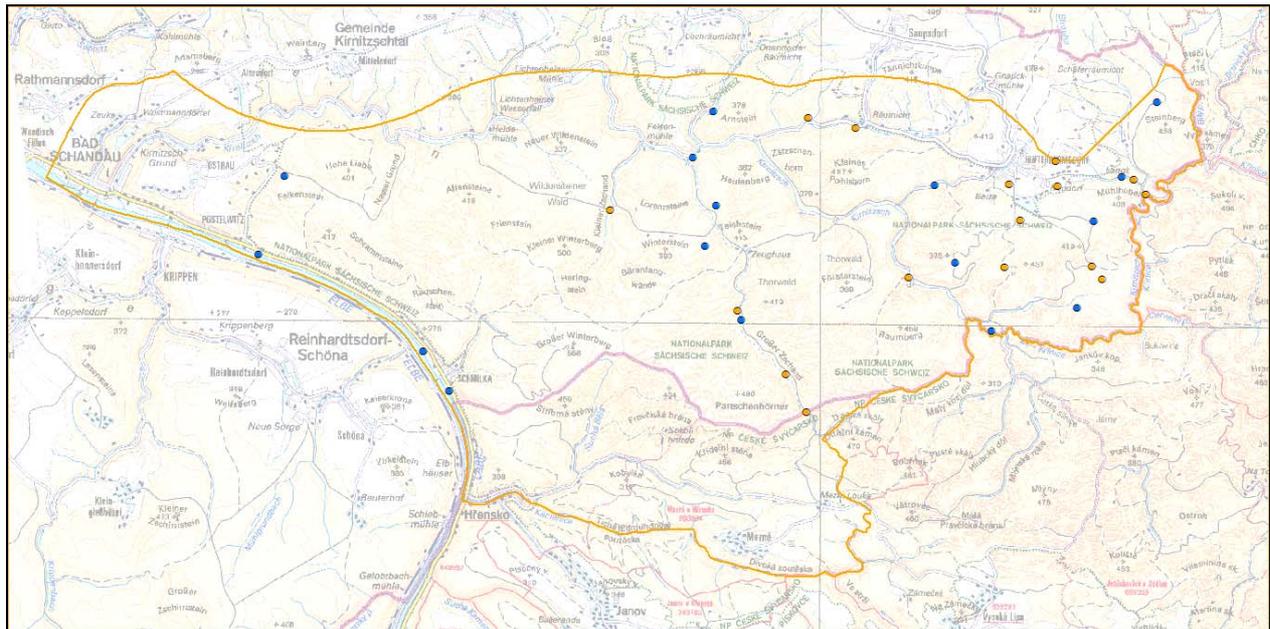


Abbildung 4.9 Getrennte Aufnahme von Dölzschen-Formation und Briesnitz-Formation (Labiatuspläner) anhand der Bohrkern (blau: getrennte Aufnahme durchgeführt, gelb: Labiatustal und Dölzschen-Formation nicht getrennt aufgenommen)

Die Dölzschen-Fm kann weiterhin im UG zum Teil nicht von der Oberhäslich-Fm getrennt werden, da beide ähnliche lithologische Eigenschaften aufweisen. Die Dölzschen-Fm wird im UG deshalb in einigen Fällen nicht von der Oberhäslich-Fm unterschieden, sondern als „Dölzschen-/Oberhäslich-Formation“ ausgewiesen. In diesen Fällen besteht jedoch die Möglichkeit der Angabe der Unterkante des Labiatustal, wenn dieser explizit ausgewiesen wurde.

Aus den genannten Gründen kann die Höhe der Ober- und Unterkante des Labiatustal und dessen Mächtigkeit nicht in jedem Fall eindeutig anhand der stratifizierten Bohrungen quantifiziert werden, sondern es gelingt in vielen Fällen lediglich die Angabe eines Wertebereiches. Die aus den in VOIGT et al. (2013) stratifizierten Bohrungen resultierenden Ober- und Unterkanten des Labiatustal und dessen Mächtigkeiten enthält Tabelle 4.4.

Tabelle 4.4 Mächtigkeit des Labiatustal (nur in VOIGT 2013 stratifizierte Bohrungen, vor Höhenkorrektur)

Bezeichnung	Begrenzung nach oben	OK Labiatustal [m HN]	Begrenzung nach unten	UK Labiatustal [m HN]	Mächtigkeit Labiatustal [m]
Wis OstPi 422/1966	Lab-Sst	15,04	D-Oberh-Fm	-29,76	44,8
Wis OstPi 423/1966	Lab-Sst	-40,96	D-Fm	-83,76	42,8
Hy Smil 5/1966	Lab-Sst	36,10	D-Fm	-5,90	42,0
Wis Smil 432/1966	ohne Kern	≥39,74	D-Fm	-6,86	≥46,6
Hy Smil 2/1981	Lab-Sst	36,10	nicht durchteuft	≤17,40	≥18,7
Hy Uld 2/1982	Lab-Sst	-90,20	nicht durchteuft	≤-100,20	≥10,0
Hy OtStz 13/1965	Lab-Sst	-22,30	Oberh-Fm	≥-61,20	≤38,9
Wis Hinh 10/1965	Lab-Sst	-53,10	D-Fm	-82,50	29,4
Wis OtStz 436/1966	ohne Kern	≥-10,36	D-Fm	-30,56	≥20,2
Wis OtStz 1232/1962	Lab-Sst	-88,16	D-Fm	-122,26	34,1
Wis OtStz 437/1966	Lab-Sst	-37,76	unsicher (D-Br-Fm)	ca. -80 ²⁾	ca. 42 ²⁾

Bezeichnung	Begrenzung nach oben	OK Labiatustplänen [m HN]	Begrenzung nach unten	UK Labiatustplänen [m HN]	Mächtigkeit Labiatustplänen [m]
Hy GZd 12/1965	Lab-Sst	32,90	Oberh-Fm	≥-7,80	≤40,7
Wis OtStz 1230/1962	Lab-Sst	24,14	D-Fm (?) Oberh-Fm	-6,46 (...-15,86)	30,6 (...40,0)
Wis Hinh 428/1968	ohne Kern	≥31,64	unsicher (D-Br-Fm)	≥-3,06	n.b.
Hy RhSn 1A/1995	Lab-Sst	57,90	unsicher (D-Br-Fm)	≥14,10	≤43,8
Wis Sasd 2423A/1981	Lab-Sst	-100,36	unsicher (D-Br-Fm)	≥-148,66	≤48,3
Wis Sasd 2422/1981	ohne Kern	≥-110,06	unsicher (D-Br-Fm)	≥-152,66	n.b.
Wis Hinh 439/1966	ohne Kern	≥-13,26	unsicher (D-Br-Fm)	≥-46,66	n.b.
Wis Hinh 440/1966	Lab-Sst	-73,56	D-Fm	-92,96	19,4
Wis Hinh 2420/1981	ohne Kern	≥-52,96	D-Fm	-68,76	≥15,8
Wis Hinh 450/1967	ohne Kern	≥5,44	D-Oberh-Fm	-5,36	≥10,8
Wis Hinh 2414/1981	Lab-Sst	-25,86	unsicher (D-Br-Fm)	≥-55,26	≤29,4
Wis Hinh 2418A/1981	Lab-Sst	-105,36	unsicher (D-Br-Fm)	≥-127,66	≤22,3
Wis Hinh 2413/1981	Lab-Sst	-55,16	unsicher (D-Br-Fm)	≥-77,66	≤-22,5
Wis Hinh 2411A/1981	Lab-Sst	-138,76	unsicher (D-Br-Fm)	≥-167,36	≤28,6
Wis Hinh 2412/1981	ohne Kern	≥-95,86	Oberh-Fm	≥-110,86	n.b.
Wis Hinh 2407/1981	ohne Kern	≥-8,36	D-Fm	-18,96	≥10,6
Wis Hinh 442/1966	Lab-Sst	-21,16	unsicher (D-Br-Fm)	≥-46,86	≤25,7
Wis Hinh 2403/1981	ohne Kern	≥-79,86	ohne Kern	≤-85,66	>5,8
Wis Hinh 167/1968	ohne Kern (darüber Sst)	>-68,86...-43,96	D-Fm	-77,26	>8,4...33,3
Wis Hinh 2406/1981	ohne Kern	≥-18,36	unsicher (D-Br-Fm)	≥-42,96	n.b.
Wis Hinh 452/1968	ohne Kern (darüber Sst)	≥-93,56...-82,76	D-Fm	-112,96	≥19,4...30,2
Wis Hinh 2404/1981	ohne Kern	≥-73,46	unsicher (D-Br-Fm)	≥-116,86	≤43,4...≤47,7 ¹⁾
Wis Hinh 448/1966	Lab-Sst	-61,66	unsicher (D-Br-Fm)	≥-81,16	≤19,5
Wis Hinh 2446/1962	Lab-Sst	19,94	D-Fm	-19,76	39,7
Wis Mlf 1222/1962	Labiatustplänen nicht explizit ausgewiesen; UK Labiatustzone: ≥-31,06				
Wis Mlf 1222E/1966	Labiatustplänen nicht explizit ausgewiesen; UK Labiatustzone: 6,94; in VOIGT (2013) nicht stratifiziert				

n.b. nicht bestimmbar

Lab-Sst Labiatust-Sandstein (Schmilka-Formation)

D-Br-Fm Dölzchen- und Briesnitz-Formation (Labiatustplänen einschließlich Dölzchen-Formation); Angabe „unsicher (D-Br-Fm)“: Labiatustplänen und Dölzchen-Formation konnten nicht getrennt erfasst werden, so dass die Unterkante des Labiatustplänen nicht bestimmt werden kann

D-Fm Dölzchen-Formation

Oberh-Fm Oberhäslich-Formation

Sst Kreidesandstein

¹⁾ resultiert aus der Annahme, dass nahezu das gesamte Schichtpaket D-Br-Fm dem Labiatustplänen zuzuordnen ist

²⁾ geschätzt

Darüber hinaus enthält die Landesaufschlusssdatenbank noch weitere Bohrungen mit Angabe der Basis der Labiatustzone. Diesen Bohrungen können folgende Punktdaten zur Modellierung der Unterkante des Labiatustplänen entnommen werden (Tabelle 4.5).

Tabelle 4.5 UK der Labiatustzone, Angaben aus der Landesdatenbank zusätzlich zu den in VOIGT 2013 stratifizierten Bohrungen (vor Höhenkorrektur)

Hole_ID	UK Labiatustplänen [m HN]	Hole_ID	UK Labiatustplänen [m HN]
544121010564572250B4331966	-142.76	544512300563845740B4171966	64.54
544743790564414980B4351966	-127.96	544255960563933620B11311965	65.64
543938810564570750B571965	-112.76	544355630563904960B59E1966	75.04
544052520564419050B4211966	-92.46	543946900564058650B4151966	93.04
544700380564293540B4341966	-79.46	544219830563852240B11301965	96.04
544019620564343530B4541967	-39.16	544057000563849400B41965	108.7
544142230564224970B31965	-23.7	544184100563791410B4121966	118.44

Abbildung 4.11 Mächtigkeiten Labiatuapläner in m (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT et al. 2013 stratifizierten Bohrungen)

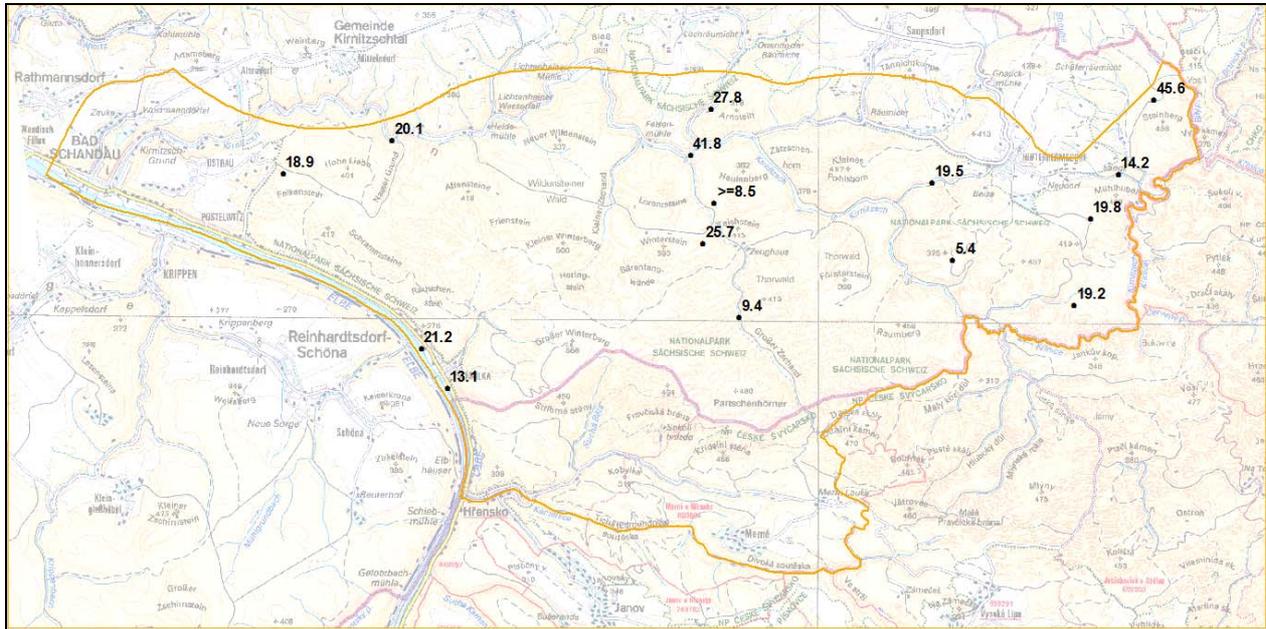


Abbildung 4.12 Mächtigkeit Dölzchen-Formation in m als Hilfsgröße für die Modellierung des Labiatuapläners (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT 2013 stratifizierten Bohrungen)

Die Mächtigkeit beider Schichten als Summe wurde als weitere Hilfsgröße zur Modellierung des Labiatuapläners berücksichtigt (vgl. Abbildung 4.13).

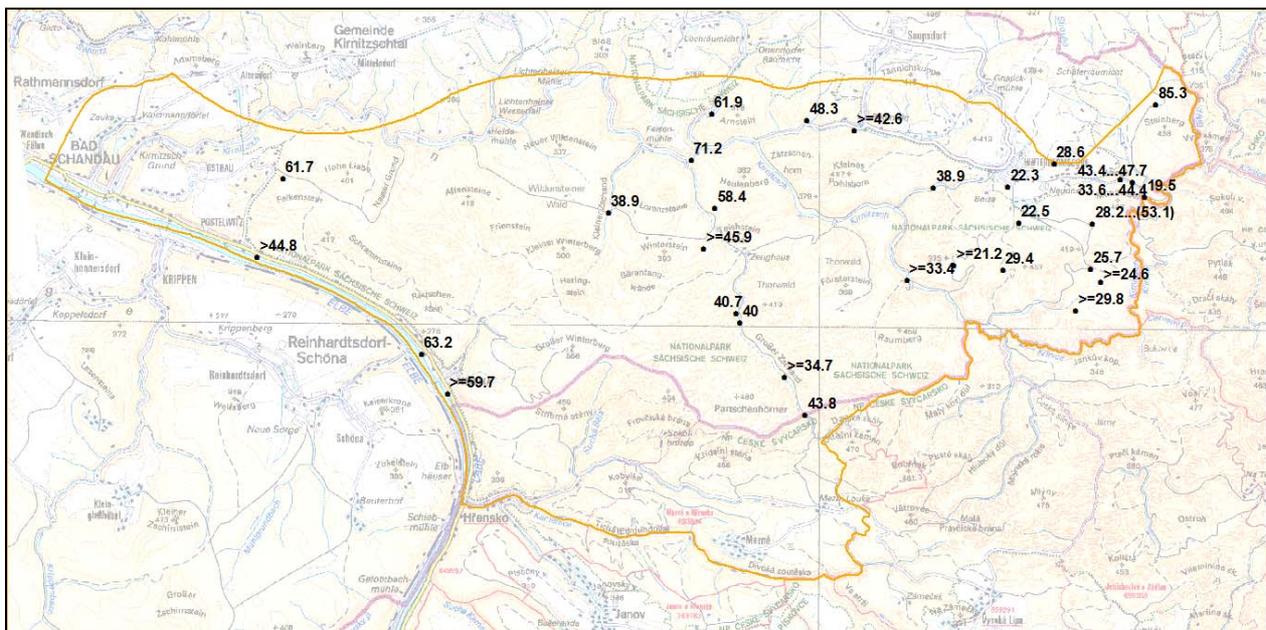


Abbildung 4.13 Mächtigkeit Dölzchen- und Briesnitz-Formation in m als Hilfsgröße für die Modellierung des Labiatuapläners (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT et al. 2013 stratifizierten Bohrungen)

Die Mächtigkeit des Labiatuspläners kann nicht in jedem Fall aus den stratifizierten Bohrungen übernommen werden, auch wenn der Labiatuspläner explizit ausgehalten und durchteuft wurde, da er nicht bei allen Bohrungen von der Dölzschen-Formation getrennt wurde. Dies wird an folgendem Beispiel zweier benachbarter Bohrungen deutlich. Beide Bohrungen liegen im Großen Zschand, die Distanz zwischen den Bohrungen beträgt ca. 150 m, die Höhe der Oberkante des Labiatuspläners unterscheidet sich praktisch nicht. Wesentliche Unterschiede in der Mächtigkeit des Labiatuspläners sind nicht zu erwarten. Dennoch unterscheidet sich die Mächtigkeit des ausgewiesenen Labiatuspläners um ca. 10 m (vgl. Tabelle 4.6). Die Differenz entspricht der am Standort zu erwartenden Mächtigkeit der Dölzschen-Formation.

Tabelle 4.6 Vergleich der Höhen und Mächtigkeiten der Briesnitz- und Dölzschen-Formation am Beispiel der Bohrungen Wis OtStz 1230/1962 und Hy GZd 12/1965 (vor Höhenkorrektur)

Formation	Hy GZd 12/1965	Wis OtStz 1230/1962
Briesnitz-Fm (Labiatuspläner)	219,0...259,7 m u. GOK 32,9...-7,8 m HN Mächtigkeit 40,7 m	229,7...260,3 m u. GOK 24,1...-6,5 m HN Mächtigkeit 30,6 m
Dölzschen-Fm	nicht ausgewiesen	260,3...269,7 m u. GOK -6,5...-15,9 m u. GOK Mächtigkeit 9,4 m
Gesamtmächtigkeit Briesnitz- und Dölzschen-Fm	40,7 m	40,0 m

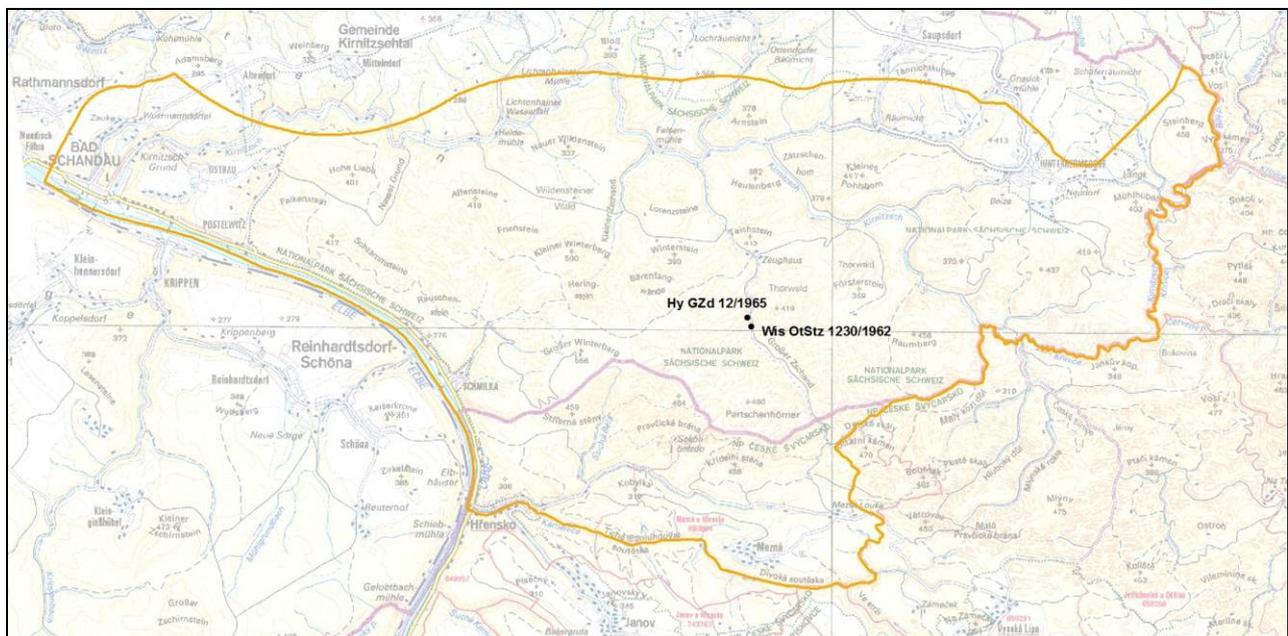


Abbildung 4.14 Lage der Bohrungen Wis OtStz 1230/1962 und Hy GZd 12/1965 im Untersuchungsgebiet

Am gezeigten Beispiel wird deutlich, dass die als Labiatustpläner ausgewiesene Kernstrecke bei der Bohrung Hy GZd 12/1965 wahrscheinlich die Dölzchen-Formation mit enthält, während beide Schichten in der Bohrung Wis OtStz 1230/1962 getrennt ausgehalten wurden. Die Dölzchen-Formation wurde deshalb bei der Modellierung des Labiatustpläners berücksichtigt, auch wenn sie selbst nicht als Geometrie erstellt wurde.

Tabelle 4.7 Bohrungen, an denen die Dölzchen-Fm explizit ausgewiesen wurde (nur in den von VOIGT et al. 2013 stratifizierten Bohrungen, vor Höhenkorrektur)

Bezeichnung	Begrenzung nach oben	OK Dölzchen-Fm [m HN]	Begrenzung unten	nach	UK Dölzchen-Fm [m HN]	Mächtigkeit Dölzchen-Fm [m]
Wis OstPi 423/1966	Lab-PI	-83,76	Oberh-Fm		-29,76	18,9
Wis Mlf 1222/1962	Lab-Sst	-31,06	Oberh-Fm		-51,16	20,1
Hy Smil 5/1966	Lab-PI	-5,90	Oberh-Fm		-27,10	21,2
Wis Smil 432/1966	Lab-PI	-6,86	Oberh-Fm		-19,96	13,1
Wis Hinh 10/1965	Lab-PI	-82,50	Oberh-Fm		-124,30	41,8
Wis OtStz 436/1966	Lab-PI	-30,56	Oberh-Fm		-56,26	25,7
Wis OtStz 1232/1962	Lab-PI	-122,26	Oberh-Fm		-150,06	27,8
Wis OtStz 437/1966	D-Br-Fm	≥-87,66	Oberh-Fm		-96,16	≥8,5
Wis OtStz 1230/1962	Lab-PI	-6,46	Oberh-Fm		-15,86	9,4
Wis Hinh 440/1966	Lab-PI	-92,96	Oberh-Fm		-112,46	19,5
Wis Hinh 2420/1981	Lab-PI	-68,76	Oberh-Fm		-74,16	5,4
Wis Hinh 2407/1981	Lab-PI	-18,96	Oberh-Fm		-38,16	19,2
Wis Hinh 167/1968	Lab-PI	-77,26	Oberh-Fm		-97,06	19,8
Wis Hinh 452/1968	Lab-PI	-112,96	Oberh-Fm		-127,16	14,2
Wis Hinh 2446/1962 ¹⁾	Lab-PI	-19,76	Oberh-Fm		-65,36	45,6

¹⁾ möglicherweise Schichtverdoppelung im Bereich der Lausitzer Überschiebung

Flächendaten

Der Labiatustpläner ist als Verbreitungs-ID (VERBID) 314 in der geologischen Karte GK50 Eiszeit enthalten. Er ist südlich der Lausitzer Überschiebung flächendeckend verbreitet (vgl. Abbildung 4.15). An der Verbreitungsgrenze im Elbtal südlich des eigentlichen Modellierungsgebietes kann die Höhe der Unterkante des Labiatustpläners anhand der Geländehöhe ermittelt werden.

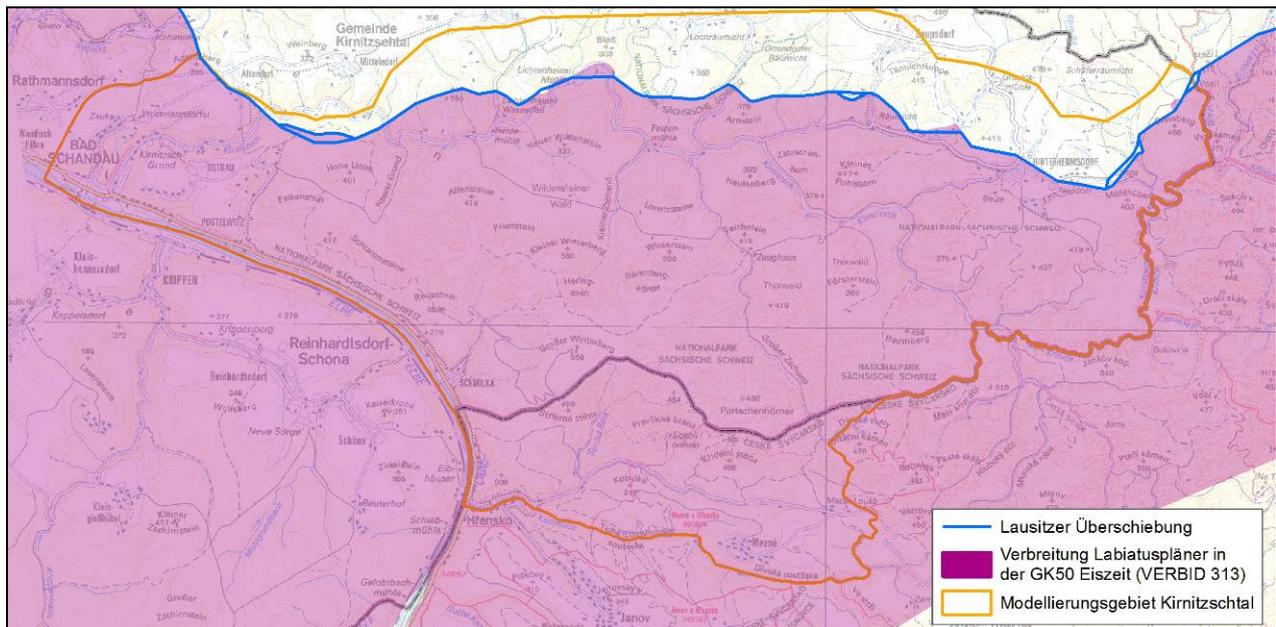


Abbildung 4.15 Verbreitung des Labiatuspläners in der GK50 Eiszeit

4.3.6 Labiatus-Sandstein (Schmilka-Formation)

Die Unterkante des Labiatus-Sandsteins entspricht der Oberkante des Labiatuspläners. Letztere wurde auf der Grundlage der modellierten Unterkante des Labiatuspläners durch Addition der interpolierten Mächtigkeit des Labiatus-Pläners berechnet. Dabei wurden die aus den Aufschlussdaten resultierenden Stützstellen exakt berücksichtigt.

Punktdaten

Die aus den Aufschüssen resultierenden Punktdaten für die Modellierung des Labiatussandsteins sind in Tabelle 4.8 aufgelistet.

Tabelle 4.8 Mächtigkeit des Labiatus-Sandsteins (Schmilka-Formation) in den in VOIGT et al. (2013) stratifizierten Bohrungen (vor Höhenkorrektur)

Bezeichnung	Begrenzung nach oben	OK Schmilka-Fm [m HN]	Begrenzung nach unten	UK Schmilka-Fm [m HN]	Mächtigkeit Schmilka-Fm [m]
Wis OstPi 422/1966	Sst a	100,14	Lab-PI	15,04	85,1
Wis OstPi 423/1966	Sst a	3,94	Lab-PI	-40,96	44,9
544393800564156400B3 91982	Sst a	77,30	nicht durchteuft	≤26,80	≥50,5
Hy Sca 32A/1982	Sst a	66,60	nicht durchteuft	≤7,50	≥59,0
	Sst a	53,94	unsicher (enthält evtl. Lab-PI, der in der Bohrung nicht explizit ausgewiesen wurde)	≥31,06	≤85,0
Wis Mlf 1222/1962					
Hy Smil 5/1966	Sst a	82,40	Lab-PI	36,10	46,3
Hy Smil 2/1981	Sst a	62,6	Lab-PI	36,10	26,5
Hy Uld 2/1982	Sst a	-21,20	Lab-PI	-90,20	69,0

Hy OtStz 13/1965	Sst a	21,00	Lab-PI	-22,30	43,3
Hy FHinh 1/1960	P-Fm	5,30	nicht durchteuft	≤-28,80	≥34,1
Wis Hinh 10/1965	Sst a	-17,50	Lab-PI	-53,10	35,6
Wis OtStz 1232/1962	ohne Kern	≥-66,86	Lab-PI	88,16	≥-21,3
Wis OtStz 437/1966	ohne Kern	≥-9,86	D-Br-Fm	-37,76	≥-27,9
Hy GZd 12/1965	Sst a	102,30	Lab-PI	32,90	69,4
Wis OtStz 1230/1962	P-Fm	76,34	Lab-PI	24,14	52,2
Hy RhSn 1A/1995	Sst a	126,1	D-Br-Fm	57,9	68,2
Wis Sasd 2423A/1981	ohne Kern	≥-66,36	D-Br-Fm	-100,36	≥34,0
Wis Hinh 440/1966	ohne Kern	≥-44,16	Lab-PI	-73,56	≥29,4
Wis Hinh 2414/1981	ohne Kern	≥28,54	D-Br-Fm	-25,86	≥54,4
Wis Hinh 2418A/1981	ohne Kern	≥-98,16	D-Br-Fm	-105,36	≥7,2
Wis Hinh 2413/1981	ohne Kern	≥-26,06	D-Br-Fm	-55,16	≥29,1
Wis Hinh 2411A/1981	ohne Kern	≥-43,46	D-Br-Fm	-138,76	≥95,3
Wis Hinh 442/1966	ohne Kern	≥50,74	D-Br-Fm	-21,16	≥71,9
Wis Hinh 2404/1981	P-Fm	11,74	ohne Kern	-73,46...-69,16	80,9...85,2
Wis Hinh 448/1966	ohne Kern	≥-20,96	D-Br-Fm	-61,66	≥40,7
Wis Hinh 2446/1962 ¹⁾	Granodiorit	176,14	Lab-PI	19,94	156,2

¹⁾ möglicherweise Schichtverdoppelung im Bereich der Lausitzer Überschiebung

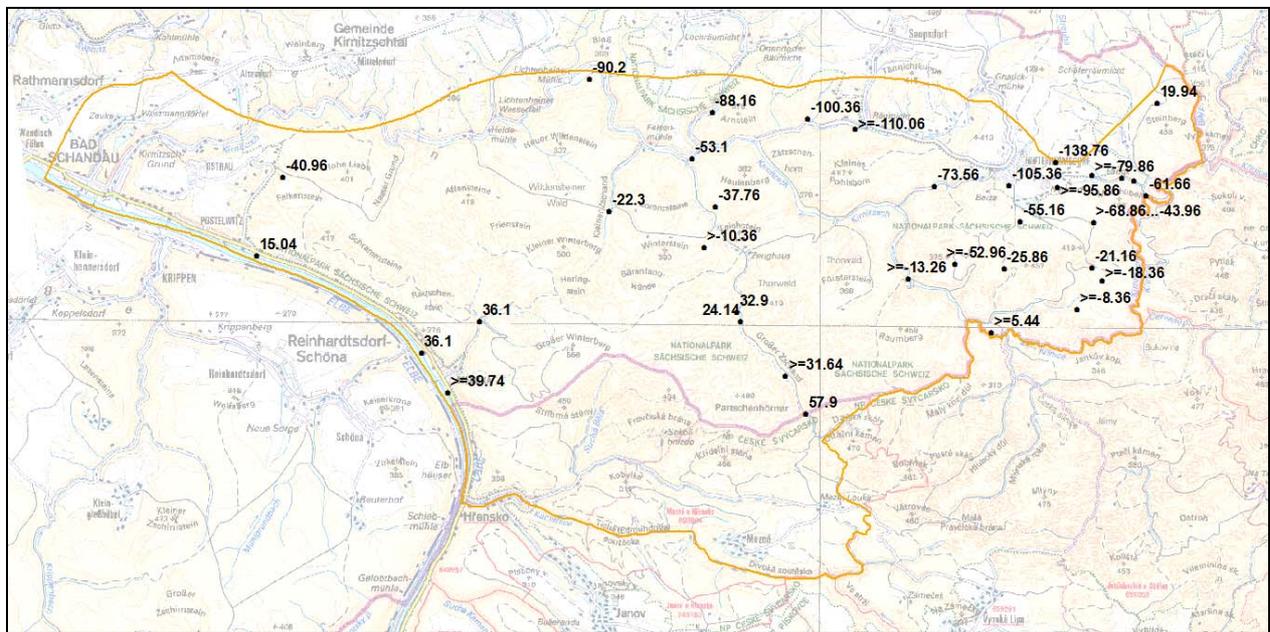


Abbildung 4.16 Tiefe der Unterkante des Labiatus-Sandsteins [m NN] (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT et al. 2013 stratifizierten Bohrungen, vor Höhenkorrektur)

Darüber hinaus können aus der Landesaufschlusssdatenbank folgende zusätzliche Daten der Oberkante der Labiatus-Zone (=Oberkante Labiatus-Sandstein) entnommen werden:

Tabelle 4.9 Oberkante Labiatuszone = Oberkante Labiatussandstein (Bohrungen aus der Landesdatenbank, die nicht in VOIGT 2013 stratifiziert wurden, vor Höhenkorrektur)

Hole ID	Begrenzung nach oben	OK Labiatussandstein [m HN]
543966590563697640B11701962	Q	≥254,91
544057000563849400B41965	Q	≥206,70
544124700564017110B11251962	Q	≥152,24
544142230564224970B31965	Mittelturon	90,20
544161700564069300B291982	Mittelturon	136,40
544186800564555000B361982	Mittelturon	-12,90
544195800564558100B161982	Mittelturon	-6,70

544219830563852240B11301965	Mittelturon	200,44
544320600563862900B12005	Sst a	233,08
544455220563979040B11281962	Mittelturon	139,04
544531500564310900B211982	Mittelturon	81,90

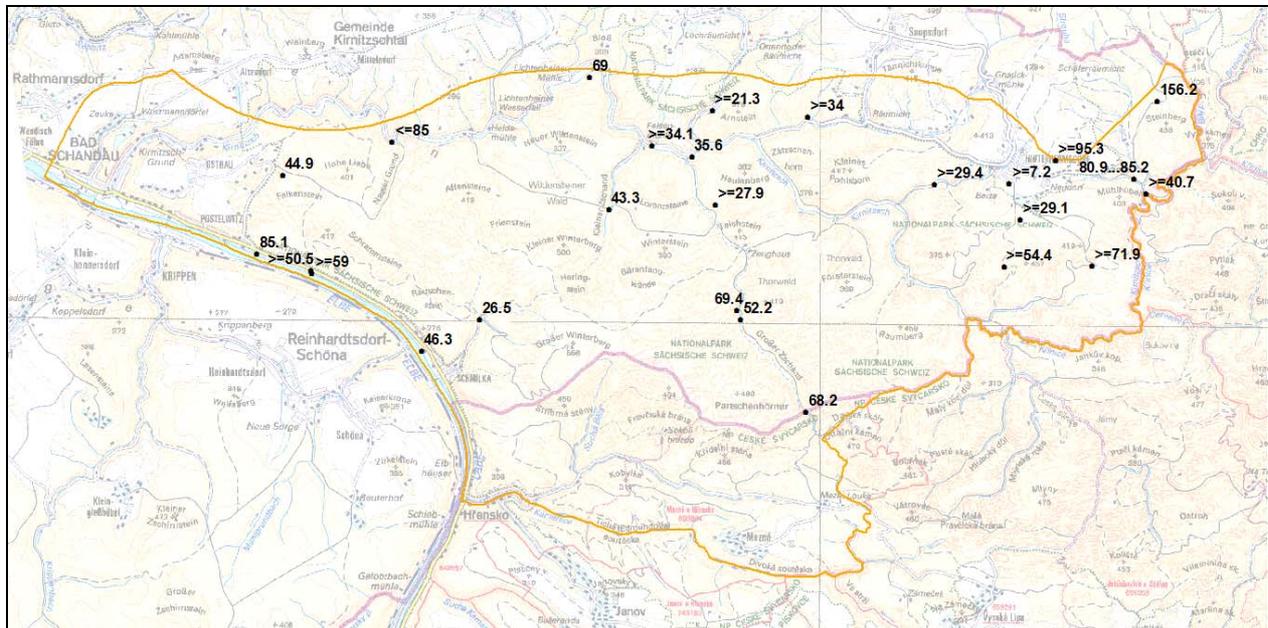


Abbildung 4.17 Mächtigkeiten Labiatus-Sandstein in m (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT 2013 stratifizierten Bohrungen, vor Höhenkorrektur)

Flächendaten

Die Verbreitung der Schmilka-Formation ist den geologischen Karten nicht explizit enthalten. Sie entspricht etwa der Verbreitung des Labiatuspläners. Es können keine Eingangsdaten für die Modellierung abgeleitet werden.

4.3.7 Sandsteine der Postelwitz- und Schrammstein-Formation

Die durch Erosion entstandenen Felsbildungen des Elbsandsteingebirges bestehen im Wesentlichen aus den Sandsteinen der Postelwitz- und Schrammstein-Formation. Insbesondere die jüngeren Sandsteine (Sandstein Stufe c, d und e) sind deshalb nicht durch Bohrungen erschlossen. Deshalb ist die Anzahl der aus Bohrungen ableitbaren Höhen nur gering (vgl. Tabelle 4.10).

Tabelle 4.10 Aufschlussdaten der Postelwitz- und Schrammstein-Formation (vor Höhenkorrektur)

HOLE_ID	Bezeichnung	UK Sst a	Mae Sst a	OK Sst a	UK Sst b	Mae Sst b	OK Sst b
543943800564567400B3E1981		26.2?					
544142230564224970B31965		90.20					
544161700564069300B291982		136.40					
544186800564555000B361982		-12.90					
544195800564558100B161982		-6.70					
544219830563852240B11301965		200.44					

544309000564184270B4221966	Wis OstPi 422/1966	100.14				
544320600563862900B12005		233.08				
544349860564309890B4231966	Wis OstPi 423/1966	3.94				
544393800564156400B391982		77.30				
544396400564152900B32A1982	Hy Sca 32A/1982	66.50				
544455220563979040B11281962		139.04				
544523200564362800B12221962	Wis Mlf 1222/1962	53.94				
544531500564310900B211982		81.90				
544569790564029200B51966	Hy Smil 5/1966	82.40				
544661600564078400B21981	Hy Smil 2/1981	62.60	126.2	188.80	188.80	
544835900564465900B21982	Hy Uld 2/1982	-21.20	184.0	162.80		
544839100564466800B11982	Hy Uld 1/1982			153.40		
544866500564254100B131965	Hy OtStz 13/1965	21.00	139.6	160.60	160.60	
544934400564356530B11960	Hy FHinh 1/1960	5.30				
544997870564338430B101965	Wis Hinh 10/1965	-17.50	138.1	120.60	120.60	
545068900564093600B121965	Hy GZd 12/1965	102.30				
545072500564088500B12z1965				233.50	233.50	
545074960564079310B12301962	Wis OtStz 1230/1962	76.34				
545107000564195000B11977				211.15	211.15	
545178400563931100B1A1995	Hy RhSn 1A/1995	126.10	67.6	193.70	193.70	
545698130564303920B24041981	Wis Hinh 2404/1981	11.74				
Anzahl		24	5	8	6	0

Allerdings sind diese Sandsteine an der Geländeoberfläche zugänglich und können somit kartiert werden. Anhand der in den geologischen Karten dokumentierten Verbreitung dieser Sandsteine und der Geländehöhen des DGM können für die Hydrogeologischen Körper Höhenstützstellen abgeleitet werden. Weitere Anhaltspunkte für die Lage und Höhe von Schichtgrenzen stellen die teilweise markanten Erosionsstufen im Gelände dar, die auch am DGM sichtbar werden und zur Modellierung der Geometrie genutzt werden können.

Im Rahmen der Vorarbeiten wurden Vermessungen von Schichtgrenzen mittels GPS und barometrischer Höhenmessung vorgenommen (VOIGT et al. 2013). Diese Daten werden als zusätzlicher Input bei der Modellierung verwendet.

4.3.8 Postelwitz-Formation: Sandstein Stufe a

Die Sandsteinstufe a besteht aus mehreren Teilschichten, die unterschiedliche hydraulische Eigenschaften aufweisen.

Der Untere Grünsandstein (Stufe a1) enthält vergleichsweise wenig Feinkorn und ist als Grundwasserleiter anzusprechen. Im Hangenden des Unteren Grünsandsteins liegt eine feinkörnigere kalkhaltige Sandsteinschicht (Lamarcki-Pläner). Deren Feinkorn- und Kalkgehalt nimmt nach oben hin wieder ab. Der Lamarcki-Pläner wirkt möglicherweise lokal als Grundwasserhemmer bzw. -stauer.

Punktdaten

Es konnten 25 aufgeschlossene Höhen der Unterkante der Sandsteinstufe a, 8 Höhen der Oberkante und 5 anhand von Bohrungen ermittelte Mächtigkeiten bei der Modellierung der

Geometrie berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 4.10). Die Oberkanten und Mächtigkeiten in dieser Tabelle betreffen die gesamte Sandsteinstufe a. Weitere Informationen können aus Bohrungen entnommen werden, welche den Labiatus-Sandstein im Liegenden nachgewiesen haben bei fehlender Angabe zur Höhe der Unterkante der Sandsteinstufe a.

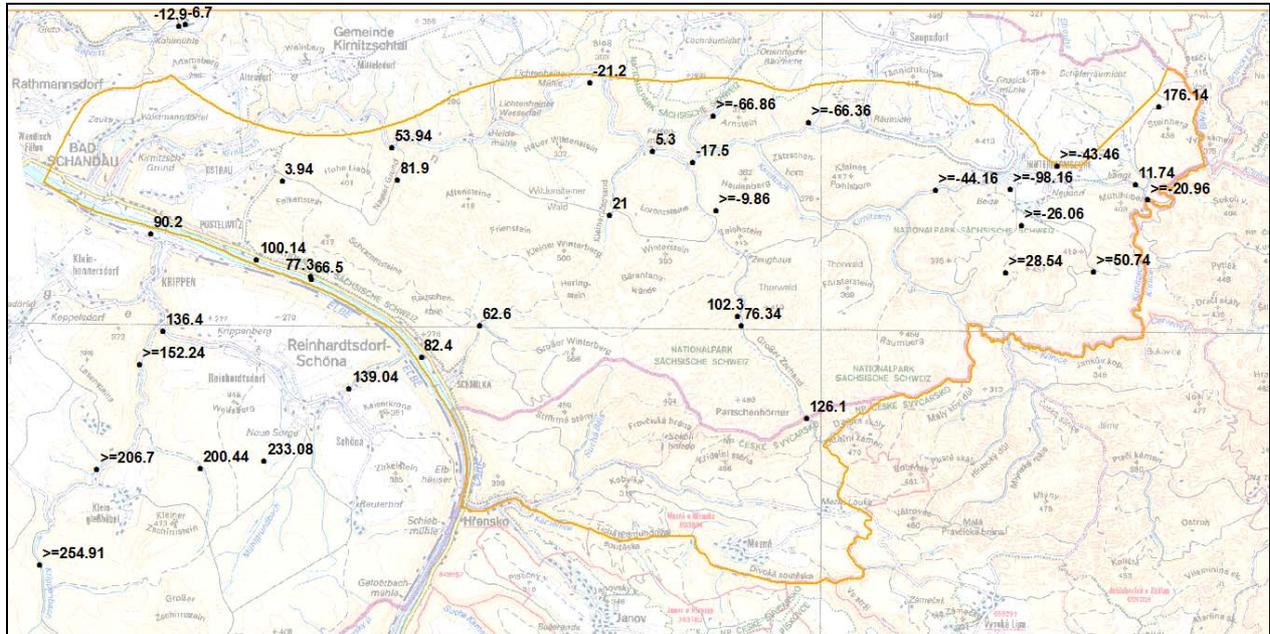


Abbildung 4.18 Tiefe der Unterkante Sandstein a [m NHN] (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT 2013 stratifizierten Bohrungen, vor Höhenkorrektur)

Flächendaten

Die Unterkante der Sandsteinstufe a tritt in den unteren Bereichen der Hänge des Elbtals, des Tals der Kamenice und der Biela zu Tage (Abbildung 4.19). Die Geländehöhe dieser Ausstriche wurde anhand des DGM ermittelt und bei der Modellierung der Geometrie zusätzlich zu den Punktdaten berücksichtigt.

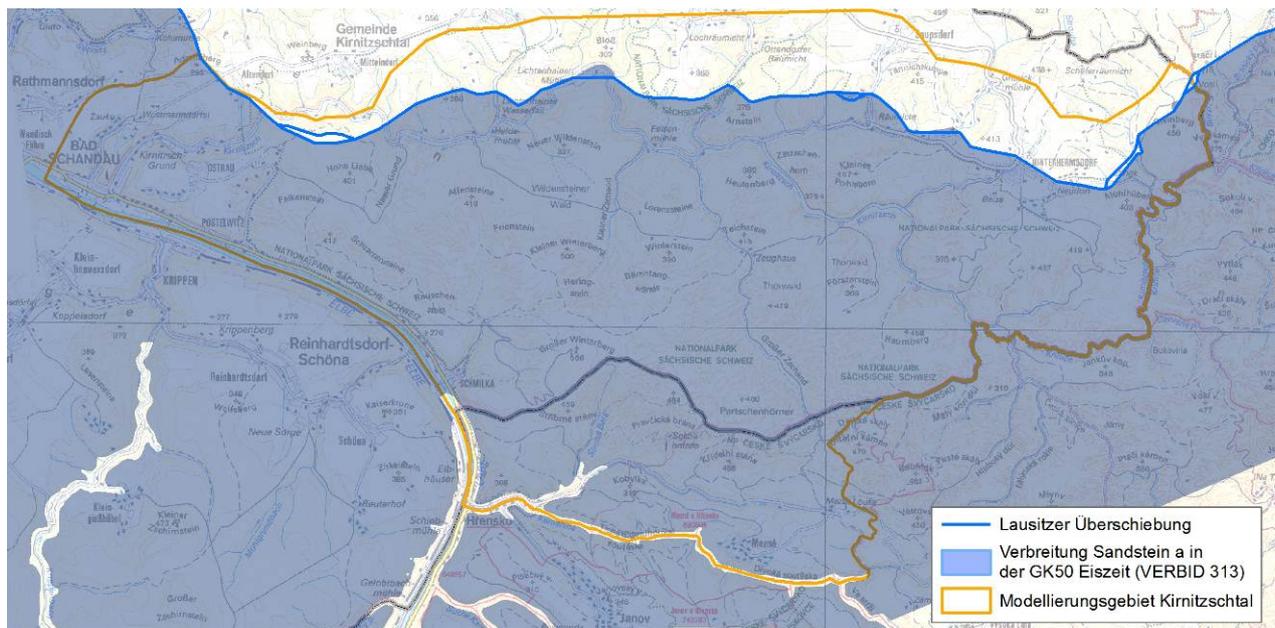


Abbildung 4.19 GK50 Eiszeit: Verbreitung VERBID 312 (Unterer Grünsandstein = Sandstein Stufe a1)

4.3.8.1 Postelwitz-Formation: Sandstein Stufe a₁ (Unterer Grünsandstein)

Die Unterkante der Sandsteine Stufe a₁ entspricht der Oberkante des Labiatussandsteins. Die Daten sind in Abbildung 4.18 dargestellt. Die Oberkante entspricht der Unterkante des Lamarckipläners (Abschnitt 4.3.8.2).

4.3.8.2 Postelwitz-Formation: Sandstein Stufe a₂ bzw. Lamarckipläner

Punktdaten

Der Lamarckipläner wurde in VOIGT et al. (2013) nicht explizit ausgehalten. Hinweise zur Mächtigkeit wurden aus der Literatur entnommen (MIBUS et al. 1997, PÄLCHEN und WALTER 2011). Die Mächtigkeit des Lamarckipläners beträgt im Verbreitungsschwerpunkt ca. 10...20 m, maximal ca. 35 m. Der Lamarckipläner erreicht im Untersuchungsgebiet allerdings seine östliche Verbreitungsgrenze. Er entspricht etwa der Sandsteinstufe a₂, verliert aber seine Eigenschaften als Pläner (kleine Korngrößen, hoher Kalkgehalt) von West nach Ost.

Die Aufschlussdaten enthalten z. T. Angaben zu den „Lamarcki-Schichten“, deren Mächtigkeit in der folgenden Abbildung 4.20 dargestellt ist. Die Geometrie wurden bei der Modellierung als Lamarcki-Pläner im Westen und als Sandsteine der Stufe a₂ im Osten interpretiert.

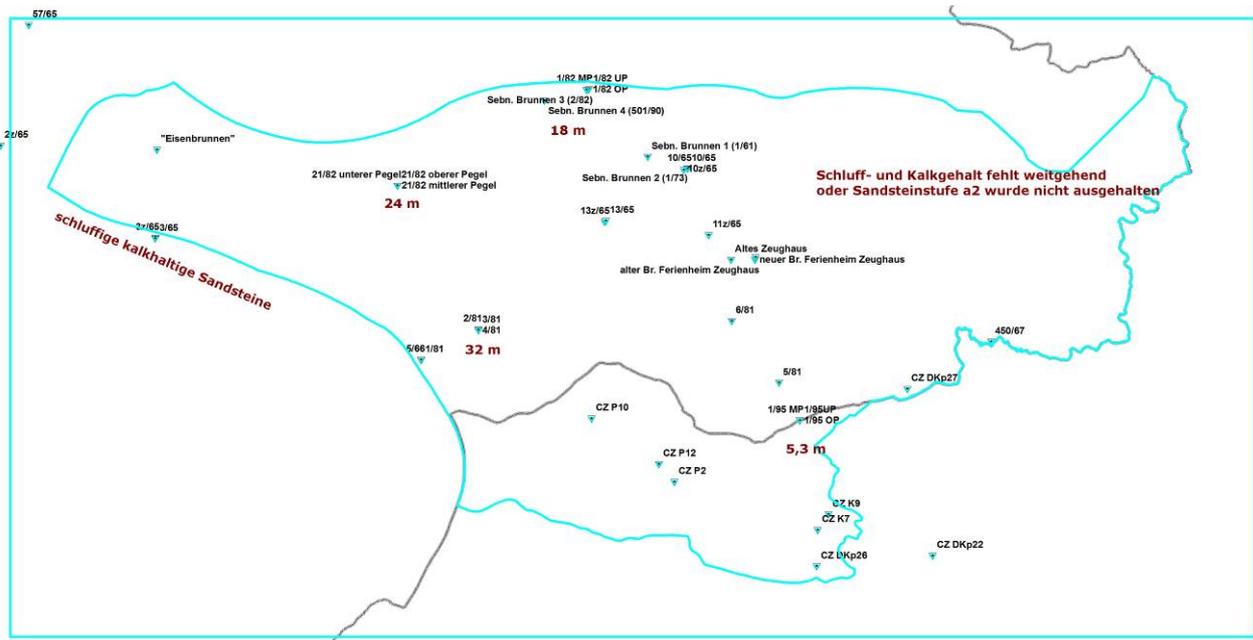


Abbildung 4.20 Mächtigkeiten Sandstein Stufe a_2 mit kalkhaltigen Schluff- und Tonsteinen („Lamarcki-Schichten“)

Flächendaten

Die östliche Verbreitungsgrenze des Lamarckipläners wurde in Abstimmung mit Dr. Voigt festgelegt. Es handelt sich nicht um eine feste Grenze oder eine nachbildbare Geometrie, sondern um eine Trennlinie zwischen dem westlichen Bereich der betreffenden Sandsteine, die hier feinkörniger und kalkreicher sind, und dem östlichen Bereich, wo der Schluff- und Kalkgehalt nur gering ist. Im Westen wird die Geometrie als Lamarcki-Pläner interpretiert, im Osten als Sandsteinstufe a_2 . Die Abbildung 4.21 zeigt die Lage dieser Trennlinie. Weiterhin ist die östliche Grenze der Sandsteinstufe a_2 selbst dargestellt, deren Verlauf ebenfalls einer Annahme entspricht.

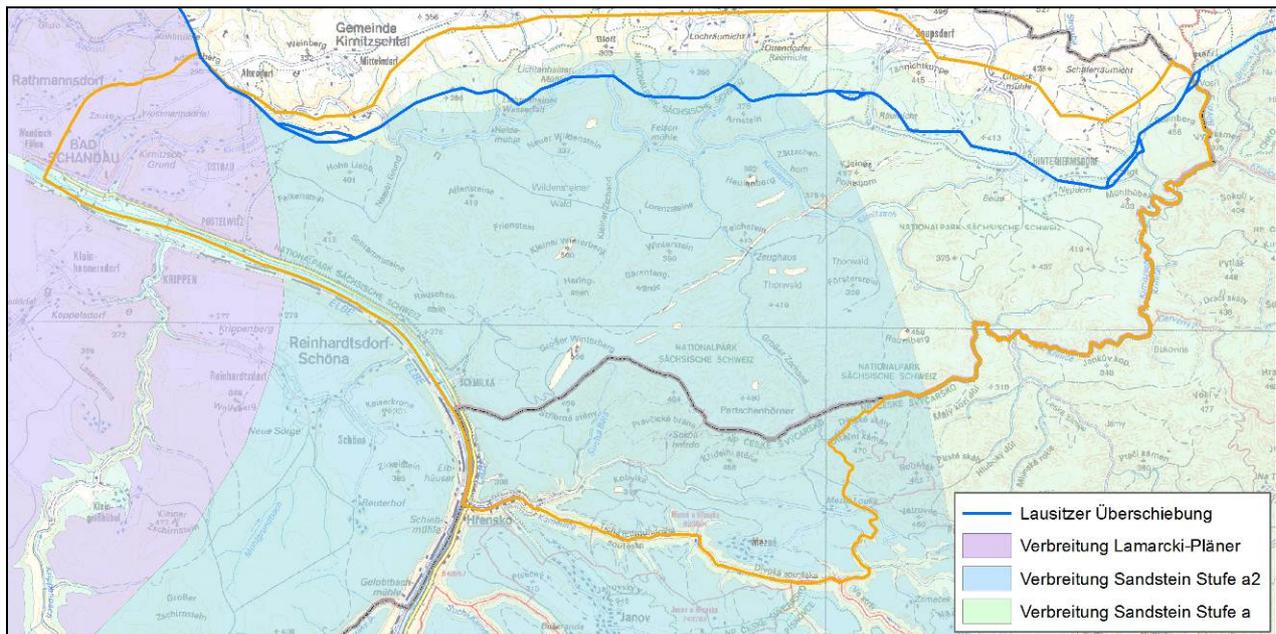


Abbildung 4.21 Angenommene Verbreitung Sandstein Stufe a, Sandstein Stufe a₂ und Lamarcki-Pläner

4.3.8.3 Postelwitz-Formation: Sandstein Stufe a₃

Für die Sandstein-Stufe a₃ wurde eine Verbreitung angenommen, die der gesamten Verbreitung des Sandsteins a entspricht.

4.3.8.4 Modellierung der Teilschichten der Sandstein Stufe a

Zur Modellierung der Sandsteine Stufe a wurde zunächst deren Gesamtmächtigkeit anhand der Punktdaten und Literaturangaben ermittelt. Als zusätzliche Informationsquelle hierzu wurden die Schnitte aus VOIGT et al. (2013) und MIBUS et al. (1997) herangezogen. In einem weiteren Schritt wurden die Mächtigkeiten der Stufe a₂/Lamarckipläner aus den Literaturangaben interpoliert (vgl. Abbildung 4.20). Diese reicht von 30...32 m im Westen des Modellierungsgebietes und 0 m im Osten des Modellierungsgebietes. Der Verlauf der Grenze der Verbreitung der Sandsteine Stufe a₂ wurde anhand der Schnitte in MIBUS et al. (1997) angenommen.

In einem dritten Bearbeitungsschritt wurden die Mächtigkeiten der drei Teilschichten abgeschätzt. Die Mächtigkeit der Stufe a₂ wurde durch Interpolation ermittelt und ist damit bereits gegeben (vgl. Abschnitt 4.3.8.2). Dies gilt auch für die Gesamtmächtigkeit. Für die verbleibenden Teilschichten wurde angenommen, dass die Mächtigkeit der Stufe a₁ etwa der Mächtigkeit der Stufe a₃ entspricht. Dabei wurde für die Stufen a₁ und a₃ eine Mindestmächtigkeit von 1/3 der Stufe a verwendet.

4.3.9 Postelwitz-Formation: Sandstein Stufe b

Für die Sandsteine der Stufe b sind sowohl Aufschlussdaten vorhanden als auch Verbreitungsgrenzen in geologischen Karten. Die Angaben zur Mächtigkeit der Sandsteine Stufe b in VOIGT et al. (2013), MIBUS et al. (1997) und weiteren Quellen und die Schnitte aus den genannten Arbeiten dienen als weitere Grundlage bei der Modellierung der Geometrie. Nach VOIGT et al. (2013) beträgt die mittlere Mächtigkeit im Untersuchungsgebiet ca. 60 m.

Punktdaten

Die Unterkante der Sandsteine Stufe b wurde an 5 Bohrungen ausgewiesen (vgl. Abbildung 4.22). Weiterhin wurden einige Höhendaten mittels terrestrischer Vermessung ermittelt (VOIGT et al. 2013, vgl. Abbildung 4.23). Die Unterkante der Sandsteinstufe b ist zum Teil als Erosionsstufe im Gelände und am DGM erkennbar, was bei der Modellierung eine zusätzliche Orientierungshilfe war.

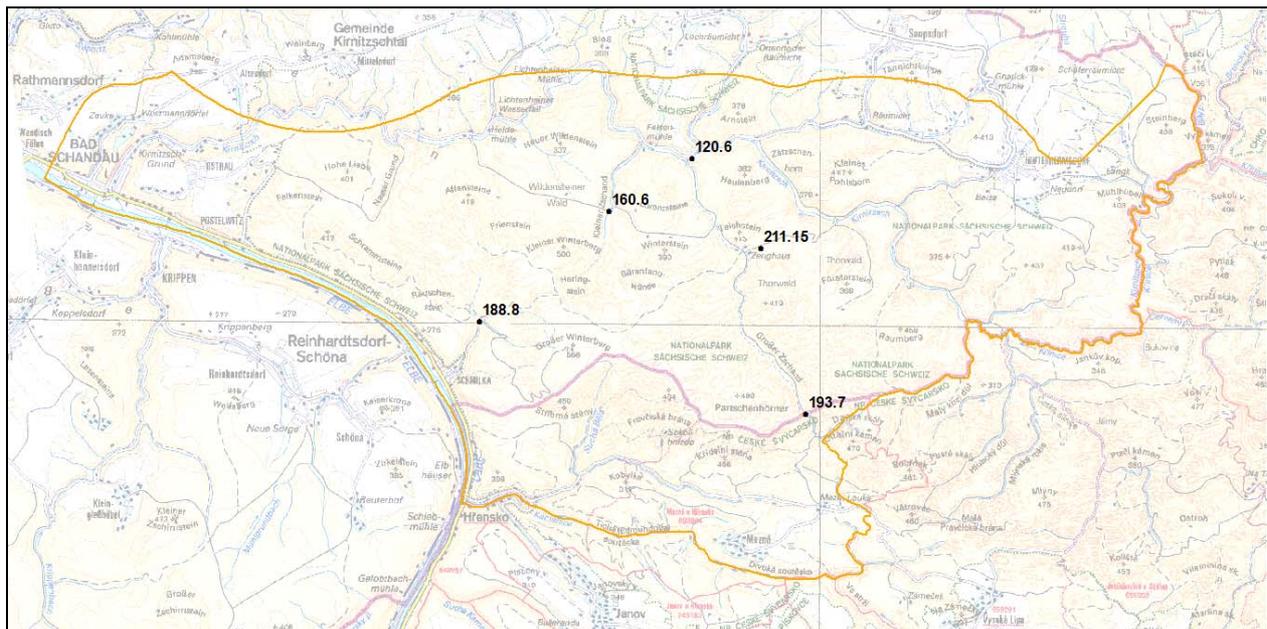


Abbildung 4.22 Tiefe der Unterkante Sandstein b [m NHN] (alle Bohrungen der Landesdatenbank einschließlich der in VOIGT et al. 2013 stratifizierten Bohrungen, vor Höhenkorrektur)

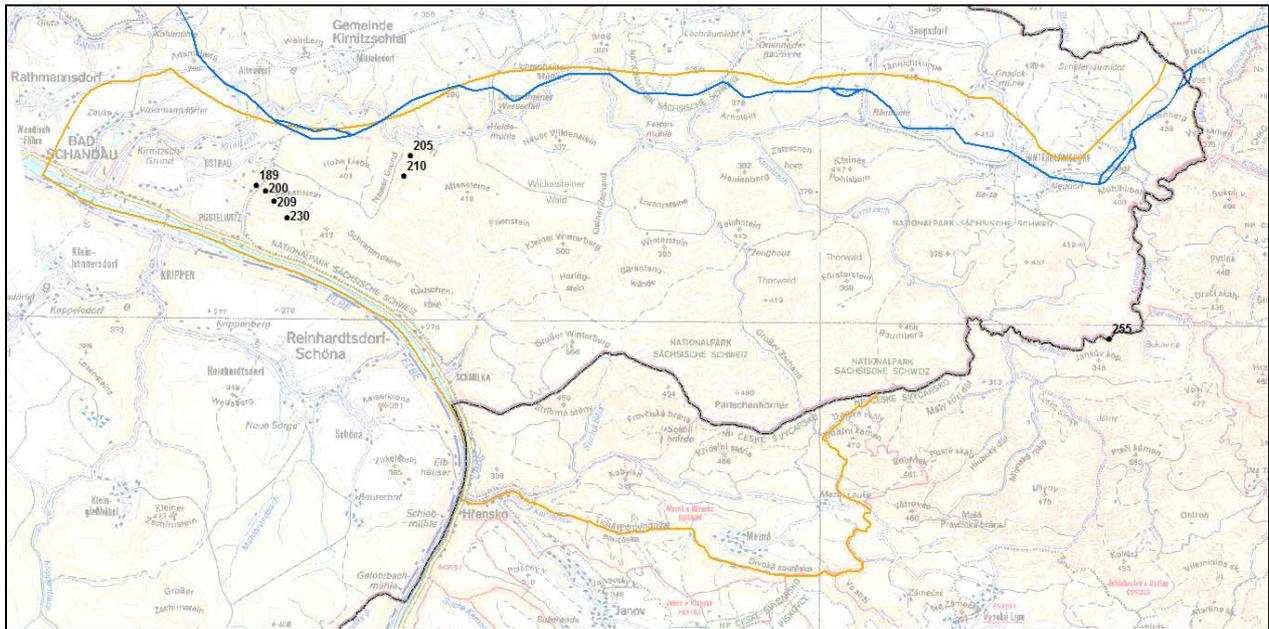


Abbildung 4.23 Unterkante Sandstein Stufe b: Punktdaten aus der GPS- bzw. barometrischen Vermessung [m NHN] (VOIGT et al. 2013)

Flächendaten

Die Verbreitung der Sandsteine Stufe b ist anhand der Verbreitung des Mittleren Grünsandsteins in der GK50 Eiszeit bekannt (vgl. Abbildung 4.24):

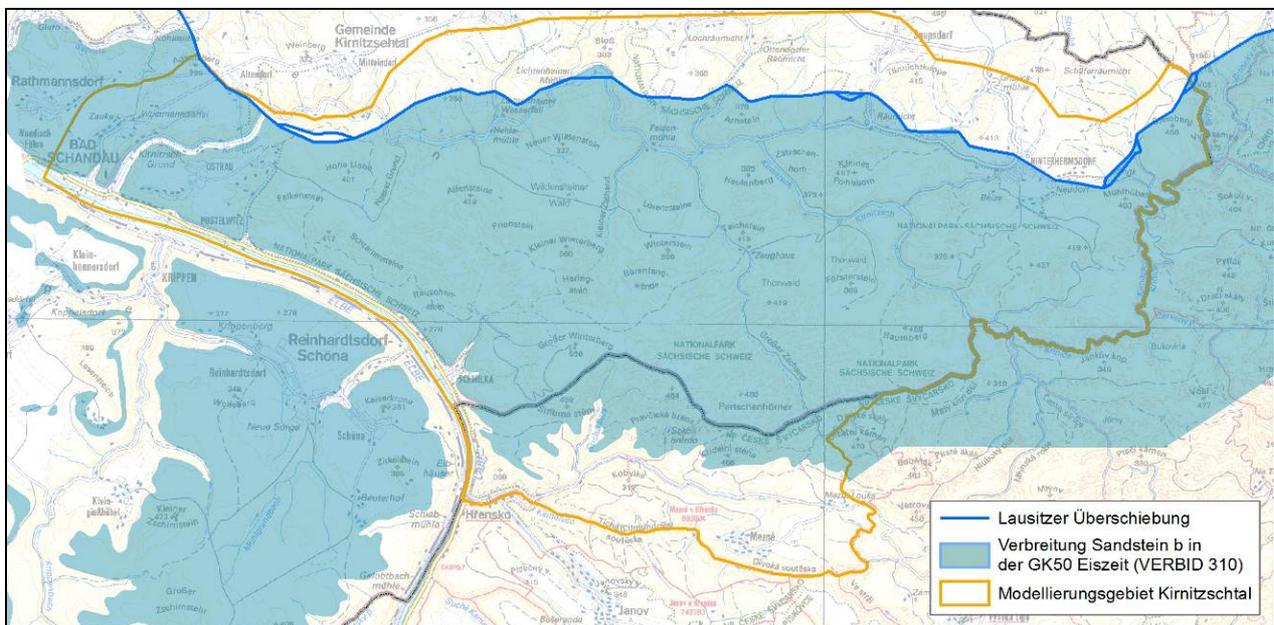


Abbildung 4.24 GK50 Eiszeit, Verbreitung VERBID 310 (Mittlerer Grünsandstein) als Information für die Abgrenzung der Sandsteinstufe b (HYE 36426)

4.3.10 Postelwitz-Formation: Sandstein Stufe c

Die Unterkante der Sandsteine Stufe c wurde ist von keiner Bohrung dokumentiert. Anhaltspunkte zur Modellierung der Geometrie waren die im Gelände vermessenen Schichtgrenzen, die im DGM erkennbaren Stufen der Sandsteinwände, die Verbreitung in der geologischen Karte und die bekannten mittleren Mächtigkeiten (Sandstein Stufe b ca. 60 m, Sandstein Stufe c ca. 50 m, Sandstein Stufe d ca. 60 m).

Punktdaten

Die in VOIGT et al. (2013) vermessenen 20 Höhenpunkte der Schichtunterkante sind in Abbildung 4.25 dargestellt.

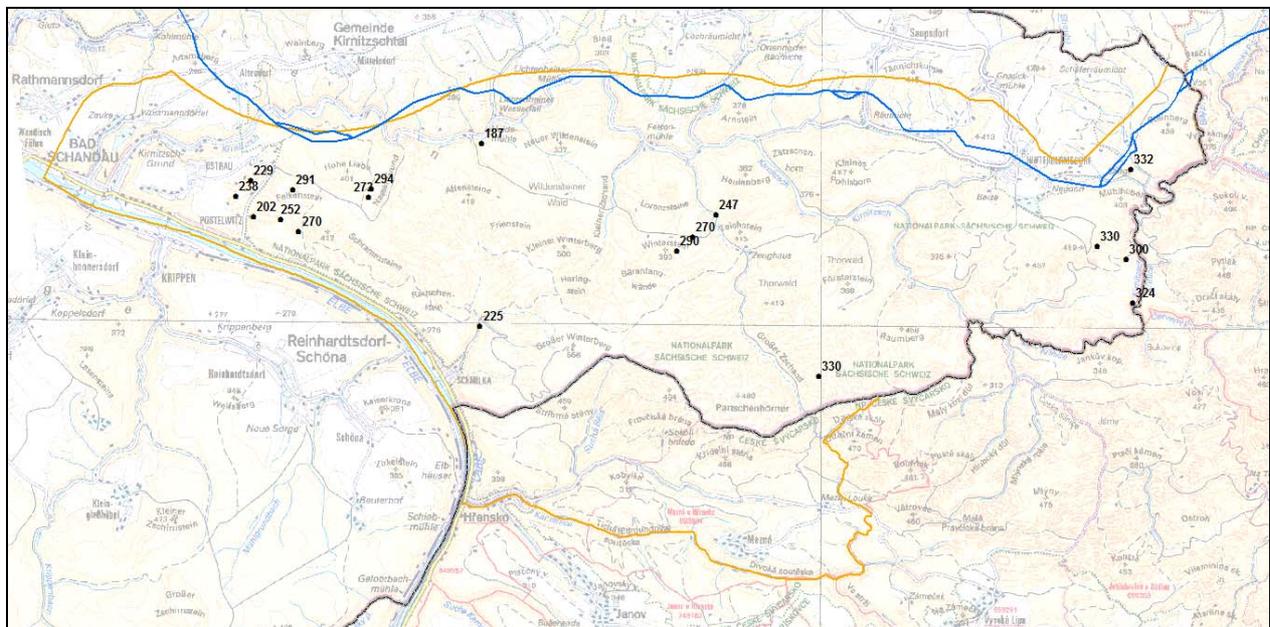


Abbildung 4.25 Unterkante Sandstein Stufe c: Punktdaten aus der GPS- bzw. barometrischen Vermessung [m NHN]

Flächendaten

Die in Abbildung 4.26 dargestellte Verbreitung der Sandsteine Stufe c aus der GK50 Eiszeit wurde orientierend zur Modellierung herangezogen.

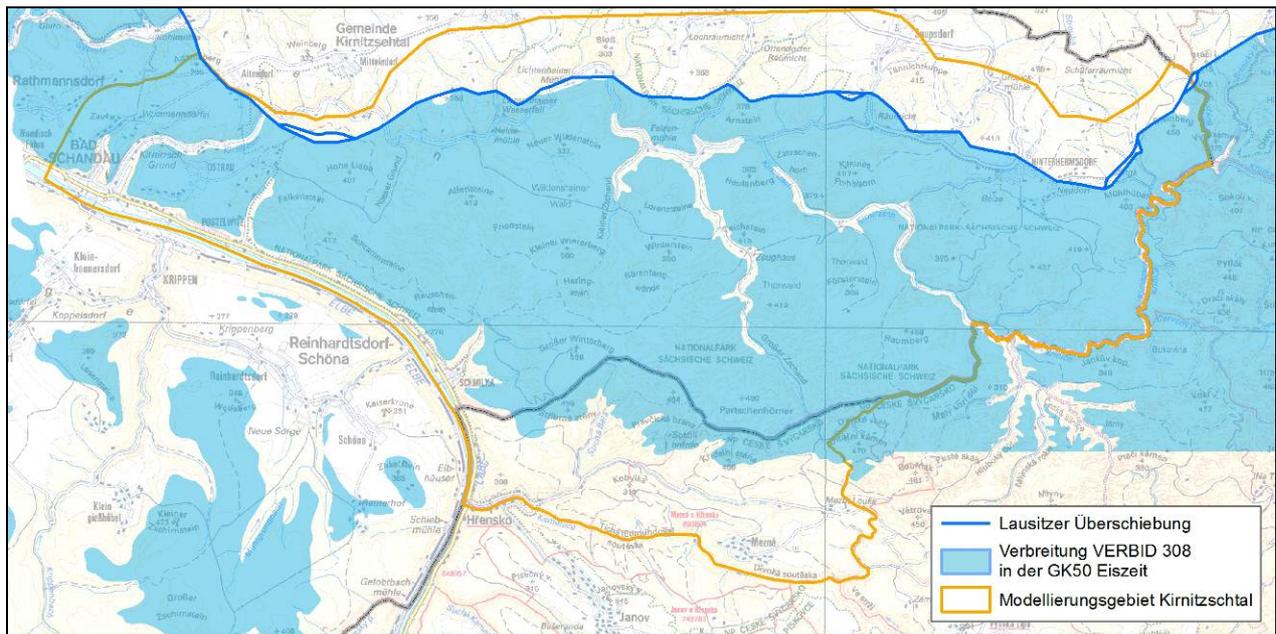


Abbildung 4.26 GK50 Eiszeit: VERBID 308 (Sandsteine der Stufe c) als Orientierung für die Modellierung der Sandsteinstufe c

4.3.11 Zwischenhorizont γ_3

Der Zwischenhorizont ist nur an den Sandsteinwänden der Sächsischen Schweiz aufgeschlossen. Bohrdaten fehlen. In VOIGT et al. (2013) wird eine mittlere Mächtigkeit von 1...4 m angegeben. Die Verbreitung ist als Zwischenhorizont zwischen den Sandsteinen der Stufen c und d flächendeckend. Bei der Modellierung der Geometrie wurde eine konstante mittlere Mächtigkeit von 4 m angewandt. Die Verbreitung entspricht der Verbreitung der Sandsteinstufe d. Bei der Modellierung wurde auch das DGM2 herangezogen, an dem die Lage des Zwischenhorizontes lokal als Stufe erkennbar ist.

4.3.12 Schrammstein-Formation: Sandstein Stufe d

Für die Sandsteine der Stufe d lagen Ergebnisse der Geländevermessung (Schichtunterkante) vor, weiterhin zur Orientierung die ungefähre Verbreitung aus der GK50 Eiszeit, die Schnitte aus VOIGT et al. (2013) und MIBUS et al. (1997) und Angaben zur mittleren Mächtigkeit (VOIGT et al. 2013: ca. 60 m).

Punktdaten

Die Ergebnisse der Vermessung der Höhe der Schichtunterkante im Gelände aus VOIGT et al. (2013) sind in der folgenden Abbildung 4.27 dargestellt.

4.3.13 Zwischenhorizont δ_2

Wie bei den umgebenden Hydrogeologischen Einheiten sind für den Zwischenhorizont δ_2 keine Aufschlusdaten aus Bohrungen vorhanden. Der Zwischenhorizont ist an Sandsteinwänden erschlossen, seine Lage wird teilweise bereits am digitalen Geländemodell sichtbar. In VOIGT et al. (2013) ist eine mittlere Mächtigkeit von 2...8 m angegeben. Im Modell wurde der Zwischenhorizont δ_2 flächendeckend mit einer Mächtigkeit von 4 m zwischen den Sandsteinen der Stufen d und e nachgebildet.

4.3.14 Schrammstein-Formation: Sandstein Stufe e

Die in VOIGT et al. (2013) an der Unterkante der Sandsteine Stufe e gemessenen Geländehöhen liefern die einzigen verfügbaren Messdaten zur Geometrie. Als weiterer Input bei der Modellierung wurde die Verbreitung der VERBID 305 in der GK50 Eiszeit und die Verbreitung aus der geologischen Karte in MIBUS et al. (1997) herangezogen. Das digitale Geländemodell liefert weitere Hinweise zur Lage der Schichtunterkante.

Punktdaten

Die vermessenen Geländehöhen aus VOIGT et al. (2013) sind in Abbildung 4.29 dargestellt.

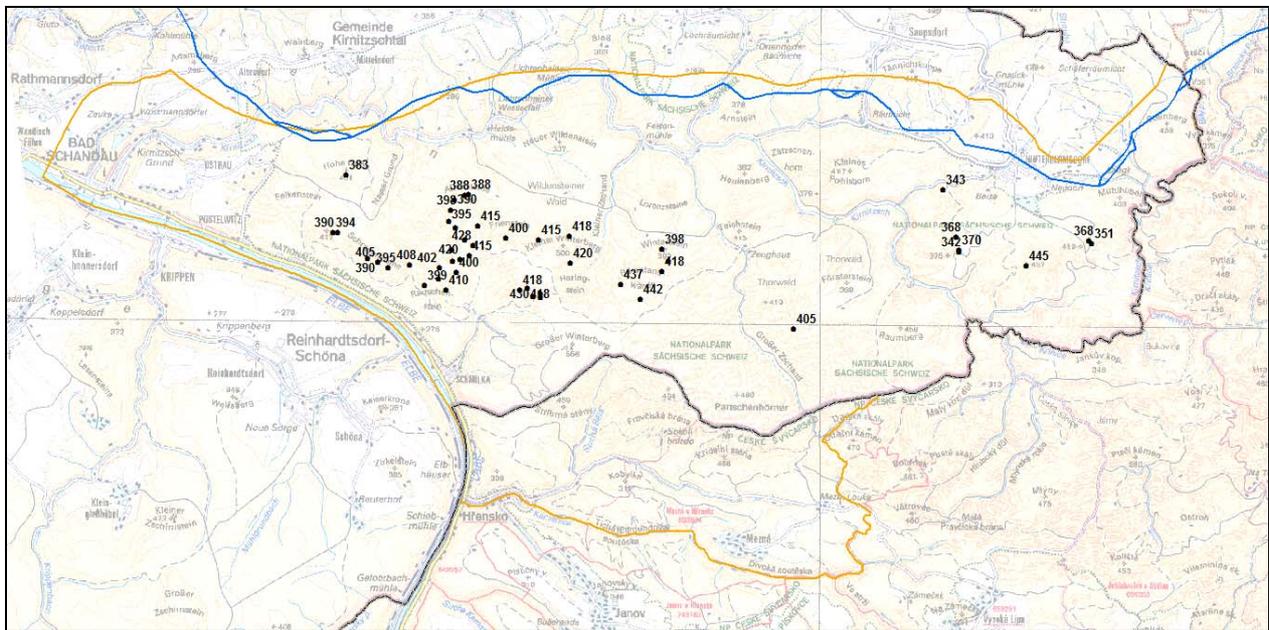


Abbildung 4.29 Unterkante Sandstein Stufe e: Punktdaten aus der GPS- bzw. barometrischen Vermessung [m NHN]

Flächendaten

Die Sandsteine der Stufe e sind eindeutig der Verbreitungs-ID 305 der GK50 Eiszeit zuzuordnen. Die in dieser Karte dokumentierte Verbreitung wurde bei der Modellierung der Geometrie orientierend berücksichtigt.



Abbildung 4.30 GK50 Eiszeit: Verbreitung VERBID 305 (Rathewalde-Sandstein) = Sandstein Stufe e

Die Informationen zur Schichtunterkante aus der gezeigten Verbreitung, dem digitalen Geländemodell und den Daten der Geländevermessung aus VOIGT et al. (2013) haben sich insgesamt als sehr plausibel erwiesen und ergeben ein stimmiges Gesamtbild für die Geometrie der Sandsteinstufe e.

4.4 Konstruktion der hydrogeologischen Körper HGK - Bearbeitungskonzept

Die grundlegende Vorgehensweise der Bearbeitung ist ausführlich in der „Methodik der Hydrogeologischen Spezialkartierung in Sachsen“ (LfULG 2012a) dargelegt.

Für die Erstellung des hydrogeologischen Modells ist eine 3D-Software notwendig, die in der Lage ist, anhand von Punkt- und Flächendaten mittels geostatistischer Verfahren durch Interpolation plausible Geometrien zu berechnen. Die Vorgehensweise für die Berechnung der Modellschichten lässt sich wie folgt zusammenfassen:

1. Prüfung der Eingangsdaten auf Plausibilität. Als Eingangsdaten zählen Bohrungen und vermessene Geländehöhen (Punktdaten), Verbreitungen (Flächendaten) und zusätzliche Informationen (Basislinien, geologische Schnitte usw.) aus den unterschiedlichen Datenquellen.
2. Manueller Input des geologischen Kenntnisstandes durch Erstellung sinnvoller virtueller Stützstellen an den Stellen, wo die Informationsdichte der Eingangsdaten nicht ausreicht
3. Interpolation von Schichtmächtigkeiten oder Schichtbasisflächen mittels eines geeigneten Interpolationsverfahrens. Die Parameter des Interpolationsverfahrens sind anhand der verfügbaren Ausgangsdaten mittels geostatistischer Methoden (Variogramme) zu bestimmen.
4. Begutachtung des Ergebnisses und Nachbearbeitung zur Beseitigung von Unplausibilitäten

Die Modellierung hydrogeologischer Körper auf der Grundlage von Bohrdaten kann erfolgen mittels Interpolation der Schichtmächtigkeiten (Mächtigkeitsmodellierung) oder mittels Interpolation der Höhen der Schichtunterkante (z-Modellierung der Unterkante bei bekannter und unabhängiger Höhe der Oberkante). Die Wahl der Modellierungsmethode, ob Unterkanten- oder Mächtigkeitsmodellierung, wurde von der Ausdehnung und der geologischen Genese der HYE abhängig gemacht. So wurden die vergleichsweise geringmächtigen jüngeren quartären Bedeckungen (Anthropogene Aufschüttungen HYE 11100, Auensedimente HYE 11310, HYE 11360 und HYE 11361, Hanglehm HYE 12210, Löss HYE 12200) mächtigkeitsmodelliert, weil die Höhe deren Ober- und Unterkante noch stark vom Oberflächenrelief geprägt wird, während die Unterkanten der älteren Sedimente nicht mehr vom derzeitigen Relief abhängen. Bei letzteren Ablagerungen ist meist davon auszugehen, dass die Höhe der Unterkante geostatistisch nicht von der Höhe der Oberkante abhängig ist. Deshalb wurde für alle Sandsteine eine reine z-Modellierung der Unterkanten durchgeführt. Bei der Festlegung virtueller Stützstellen wurden allerdings auch alle Informationen zur Mächtigkeit mit berücksichtigt.

Nach der Aufbereitung der Punktdaten eines hydrogeologischen Körpers und der Festlegung der Verbreitungsgrenzen für den Körper wurden diese Daten in den 3D-Raum überführt. Anschließend wurden unter Anwendung aller regionalgeologischen Kenntnisse und Informationen zusätzliche Stützstellen in Bereichen festgelegt, in denen die Dichte der Ausgangsdaten, insbesondere der Höhen- und Mächtigkeitsdaten aus Bohrungen und der Gelände Vermessung, für eine Körperkonstruktion nicht ausreicht. Dabei wurden insbesondere auch die vorhandenen geologischen Schnitte herangezogen. Weiterhin wurde das Digitale Geländemodell DGM2 genutzt, um zusätzliche Höhendaten für Schichtunterkanten abzuleiten, weil viele der zu modellierenden Sandsteinstufen lokal an der Geländeform erkennbar sind.

Stützstellen wurden weiterhin auch außerhalb der eigentlichen Modellierungsgebiete gesetzt, um die Neigung der Sandsteinschichten an den Modellgrenzen nachzubilden und damit einen guten Übergang zu den später zu erstellenden Hydrogeologischen Körpern der HyK-50-Kartierungen Sebnitz/Neugersdorf/Zittau zu ermöglichen.

Nach der Zusammenführung aller Punktdaten wurde die Interpolation der Mächtigkeit oder der Unterkantenhöhe mittels Kriging-Verfahren durchgeführt. Der Nugget-Parameter wurde auf Null gesetzt, so dass das Kriging-Verfahren als exaktes Interpolationsverfahren arbeitet und die Höhe an den Datenpunkten der Eingangsdaten in jedem Fall durch die interpolierte Oberfläche repräsentiert wird. Zur Bestimmung der Parameter Sill und Range wurde für jeden zu modellierten Körper ein Variogramm berechnet, wenn die Anzahl der Datenpunkte hierfür ausreichte.

Für die Modellierung der Geometrien wurde die 3D-Software GEMCOM SURPACTM verwendet (GEMCOM 2010). Die Software erlaubt die Automatisierung wiederkehrender Aufgaben durch Makros und Skripte. Des Weiteren wurde für eine einheitliche Datenhaltung eine projektbezogene relationale Oracle-Datenbank verwendet, die direkt an SURPAC angebunden werden kann und ebenfalls mit dem verwendeten Geografischen Informationssystem (ESRI ArcGIS) kompatibel ist.

Die Modellierung der hydrogeologischen Körper stellt einen stark iterativen Prozess dar, da sich im Anschluss an eine Berechnung stets die Prüfung der Ergebnisse anschließen muss. Die modellierten Unterkanten und Mächtigkeiten wurden auf Plausibilität geprüft, fehlerhafte Ergebnisse wie z. B. Mächtigkeitssprünge wurden korrigiert. Bei Bedarf wurden virtuelle Stützstellen gesetzt oder angepasst bzw. Bohrungen auf ihre Stratifizierung überprüft. Auch die Anpassung von Verbreitungsgrenzen war oftmals erforderlich, bevor eine erneute Berechnung durchgeführt werden konnte. Zur Prüfung und Abstimmung der Ergebnisse wurden mehrere Abstimmungen mit dem AG in Beisein mit dem Experten für die lokale Geologie und der tschechischen Projektpartner durchgeführt. Die Ergebnisse der Modellierung wurden vom AG abschließend geprüft und bestätigt.

4.4.1 Lockergestein (Randbedingungen, Ergebnisse der geostatistischen Analyse, Interpolationsverfahren)

Die anthropogenen Bildungen und das quartäre Lockergestein war bei der Bearbeitung nicht von vorrangiger Bedeutung, da die im Projekt GRACE zu untersuchende Grundwasserströmung im Kreidesandstein stattfindet. Allerdings beeinflusst das quartäre Lockergestein die Grundwasserneubildung. Es wurden alle Lockergesteinseinheiten bei der Modellierung berücksichtigt, die auch im Rahmen der später durchzuführenden HyK50-Kartierung Sebnitz-Neugersdorf-Zittau berücksichtigt werden müssen. Die Modellierung erfolgte i. d. R. mächtigkeitsorientiert, eine z-Modellierung der Unterkanten wurden vor allem für den Blockschutt durchgeführt. Eine statistische Auswertung der Aufschlussdaten einschließlich der Variogrammanalyse war nur bei den Auensedimenten und beim Hanglehm möglich. Die Ergebnisse der Variogrammanalyse wurden bei der Interpolation mittels Kriging angewandt bzw. auf die anderen quartären Ablagerungen übertragen.

Die Sandsteine wurden durch Bildung der Geometrie der Unterkanten modelliert. Dabei kamen alle Punktdaten und virtuellen Stützstellen zur Anwendung. Bei fehlenden Bohrungen im Fall der Sandsteine c, d und e wurden zusätzliche Stützstellen anhand der Gelände-/Felsstufen im DGM2 ermittelt. Die Modellierung erfolgte durch Interpolation der Punktdaten mittels Kriging-Verfahren. Variogramme aus Aufschlussdaten wurden für die Unterkante der Sandsteine Stufe a, Labiatussandstein, Labiatuspläner und Cenoman berechnet. Die Ergebnisse der Variogrammanalysen von Sandstein a, Labiatussandstein und Labiatuspläner wurden bei der Modellierung der jüngeren Sandsteine angesetzt, für die aufgrund mangelnder Aufschlussdaten keine Variogramme berechnet werden konnten.

Durch Verschneiden der modellierten Unterkanten der Sandsteine mit dem Digitalen Geländemodell resultieren Verbreitungsgrenzen, welche nicht identisch sind mit den Verbreitungen in den geologischen Karten.

4.4.2 Festgestein

Der Festgesteinsuntergrund wurde nicht differenziert. Die Erstellung einer Geometrie war allerdings für den Granodiorit nördlich der Lausitzer Überschiebung erforderlich, da dieser in diesem Bereich über den eigentlich zu modellierenden Sandsteinen liegt und damit deren Geometrie mitbestimmt. Die Störungsfläche der Lausitzer Überschiebung stellt die Unterkante dieses Körpers dar. Sie wurde entsprechend des Störungsverlaufes und der in VOIGT et al. (2013) angegebenen Neigungsverhältnisse konstruiert. Dabei wurden die wenigen vorhandenen Punktdaten berücksichtigt (vgl. Abschnitt 4.3.3).

Die Tertiärvulkanite wurden durch Vorgabe der Körpergrenzen an der Oberkante und an der Modellunterkante modelliert. Die für die Modellunterkante wurde dieselbe Verbreitung angenommen wie für die Modelloberkante, so dass prismatische senkrechte Geometrien entstehen, welche die Schlote und Gänge der Basalte innerhalb der Sandsteine nachbilden.

Die Geometrien des Jurakalks an der Lausitzer Überschiebung wurde konstruiert. Der Jurakalk wurde entlang der Lausitzer Überschiebung bis zur Unterkante der Sandsteine geführt. Dabei wurde der Querschnitt der Geometrien, der aus der Verbreitung an der Oberfläche resultiert, nicht verändert.

4.4.3 Tektonische Elemente

Die Lausitzer Überschiebung wurde in beiden Teilgebieten als Flächenelement konstruiert, welches die hydrogeologischen Körper der Sandsteine nach Norden begrenzt.

Im Teilgebiet Kirnitzschtal wurde eine weitere tektonische Störung berücksichtigt, die im Nassen Grund verläuft. Die tektonischen Verhältnisse im Bereich zwischen Hohe Liebe, Schrammsteine und Nasser Grund sind in VOIGT et al. (2013) beschrieben (vgl. Abschnitt 1.3.1). Im Modell wurde entlang des Nassen Grundes eine Störung berücksichtigt, an der die Sandsteine gegeneinander verschoben sind. Bei der Abschätzung des Versatzes wurden die lokalen Bohrprofile herangezogen. In VOIGT et al. (2013) wurde hierzu die Bohrung Hy Sca 21/1982 neu stratifiziert. Weiterhin wurden vier zusätzliche Stützstellen mit vermessenen Geländehöhen ermittelt. Die Abbildung 4.31 zeigt den Verlauf der Störung und die Lage der vier zusätzlichen Stützstellen.

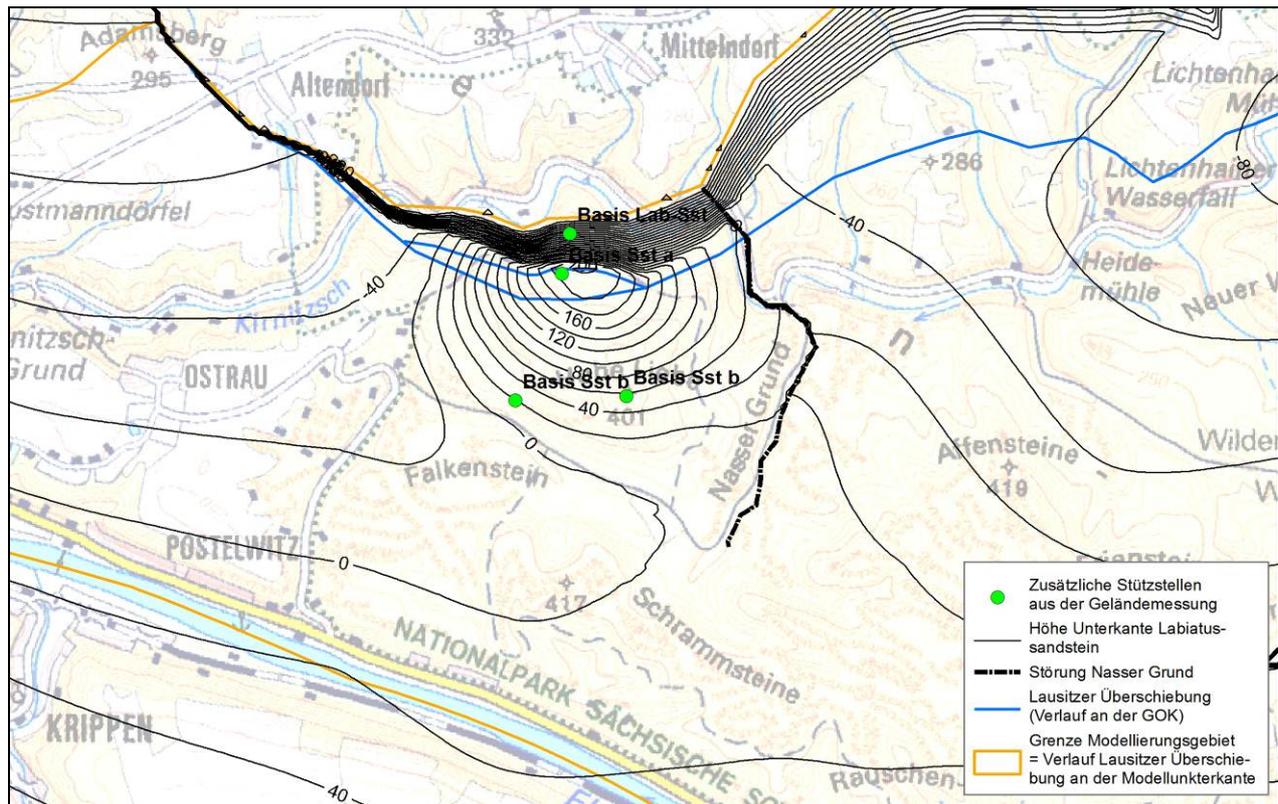


Abbildung 4.31 Lage der Stützstellen im Bereich der tektonischen Hebung zwischen Hohe Liebe und Schrammsteine, Lage der Störung im Nassen Grund und exemplarische Darstellung der Ergebnisse am Beispiel der Höhe der Unterkante des Labiatussandsteines [m NHN] (HGK 890)

4.4.4 Besonderheiten

Im Teilgebiet Kirnitzschtal wurde neben den Jurakalken, die unmittelbar an der Lausitzer Überschiebung bis an die Geländeoberfläche anstehen, die Geometrie einer Cenomanscholle nachgebildet. Diese befindet sich bei Hinterhermsdorf, hier erreicht der cenomane Sandstein, im Gesamtgebiet nur in größerer Tiefe vorkommt, die Geländeoberkante. Die beschriebenen Verhältnisse werden von einer Bohrung belegt.

Zur Modellierung wurde zunächst die Unterkante der cenomanen Sandsteine für das Gesamtgebiet modelliert (HYE 37900). Diese Unterkante wurde für den Körper der Cenomanscholle übernommen. Die seitliche Begrenzung wurde ausgehend vom Ausstrich an der Geländeoberfläche parallel zur Lausitzer Überschiebung geführt, so dass die Cenomanscholle im Modell ein schräg in die Tiefe verlaufendes Prisma bildet.

4.5 Hydrogeologische Beschreibung der HGK

4.5.1 Anthropogene Bildungen (HYE 11000, HGK 0)

In den beiden Modellierungsgebieten befinden sich keine großräumigen Halden, Deponien oder Erdbauwerke. Anthropogene Aufschüttungen wurden gemäß Methodik in den Ortslagen berücksichtigt. In den Bohrungen der Untersuchungsgebiete ist im Mittel eine Mächtigkeit von 1 m dokumentiert.

Die anthropogenen Aufschüttungen weisen je nach Material und Art der Ablagerung unterschiedliche hydrogeologische Eigenschaften auf, sie können gut wasserleitend sein bei hohen Wasserspeicherfähigkeiten (sandig-lehmige Kippen und Halden, Bauschutt), aber auch stauend wirken (z. B. Oberflächenversiegelungen, stark verdichtete schluffig-tonige Ablagerungen). Ebenso indifferent sind die anthropogenen Ablagerungen hinsichtlich ihrer stofflichen und mengenmäßigen Beeinflussung der Grundwasserneubildung zu bewerten.

4.5.2 Auensedimente (HYE 11310, 11360 und 11361)

Auensedimente liegen in großer Mächtigkeit im Elbtal vor, während die Mächtigkeit in den Tälern der Hinteren Sächsischen Schweiz und des Zittauer Gebirges deutlich geringer ist. Auenlehm (HYE 11310, HGK 2) wurde mit einer mittleren Mächtigkeit von ca. 2,5 m erbohrt. Die kiesigen Sedimente der Elbe liegen im Elbtal in einer mittleren Mächtigkeit von ca. 10 m vor (HYE 11361), in den kleineren Tälern beträgt die mittlere Mächtigkeit nur ca. 2...3 m (HYE 11360). Auenlehme sind als Grundwassergeringleiter zu bewerten, die Wasserleitfähigkeit der Auenkiese ist dagegen hoch.

4.5.3 Gehängelehm (HYE 12210, HGK 5)

Bei den Gehängelehmen handelt es sich im Untersuchungsgebiet um schluffige Verwitterungsböden, die durch Solifluktion umgelagert wurden. Die mittleren Mächtigkeiten dieser Böden liegt zwischen 1 m und 2 m. Gehängelehm ist aufgrund seiner Korngrößenverteilung eher gering wasserleitend und damit als Grundwassergeringleiter anzusprechen.

4.5.4 Löss (HYE 12200, HGK 6)

Die Lössbedeckung kommt im Untersuchungsgebiet nur kleinflächig mit geringen Mächtigkeiten vor. Löss wirkt aufgrund seiner schluffigen Korngrößenzusammensetzung als Grundwassergeringleiter. Die Grundwasserneubildung auf Lössböden ist vergleichsweise gering aufgrund des hohen Wasserspeichervermögens dieser Böden und der damit verbundenen höheren Verdunstung.

4.5.5 Blockschutt (HYE 12800, HGK 7)

Blockschuttbedeckungen sind in beiden Untersuchungsgebieten kleinflächig und inselförmig kartiert worden. Der Blockschutt weist als hydrogeologische Einheit eine hohe Wasserleitfähigkeit auf, die Speicherfähigkeit ist gering. Die Flächen mit Blockschuttbedeckung werden i. d. R. forstwirtschaftlich genutzt. Die Grundwasserneubildung ist im Winter vergleichsweise hoch und in den Sommermonaten vergleichsweise gering.

4.5.6 Grundmoräne Elster 2 (HYE 16150, HGK 15)

Die Bildungen der Grundmoräne sind im Gebiet in Form einer sehr kleinen Verbreitungsinsel vorhanden (Teilgebiet Kirnitzschtal). Die lehmige Bildung der Grundmoräne ist als Grundwassergeringleiter anzusprechen. Die Grundwasserneubildung unter Böden auf diesem Ausgangsmaterial ist vergleichsweise gering aufgrund der geringen Wasserleitfähigkeit und des vergleichsweise kleinen Wasserspeichers.

4.5.7 Tiefere und Mittlere Hochterrasse: Elbe (HYE 18120, 18220)

Die kleinräumigen inselförmigen Verbreitungen der Hydrogeologischen Einheiten HYE 18120 (HGK 24) und HYE 18220 (HGK 25) im Untersuchungsgebiet hat auf die Grundwasserströmung keinen Einfluss. Die sandig-kiesigen, meist schwach lehmigen Sedimente wirken als Grundwasserleiter, wenn sie an der Grundwasserströmung beteiligt sind. Die Grundwasserneubildung unter Böden der Hochterrasse ist vergleichsweise gering.

4.5.8 Basaltische Gesteine (HYE 93001)

Beim HYE 93001 handelt es sich um basische Laven, die die markanten Bergkegel von Großer Winterberg, Raumberg, Lausche und Hochwald bilden. In beiden Untersuchungsgebieten befinden sich eine Vielzahl weiterer kleinerer Schlotte des tertiären Vulkanismus. Diese kleinräumigen Bildungen haben trotz der geringen Wasserdurchlässigkeit des festen Gesteins – eine Wasserwegsamkeiten ist nur in Klüften gegeben – keinen wesentlichen Einfluss auf die Grundwasserströmung. Eine Beeinflussung geht möglicherweise von den gangförmigen Verbreitungen aus, die über größere Flächen das Grundwasser stauen können. Solche Verbreitungen stellen der Zeughausgang im Kirnitzschtal und die im Zittauer Gebirge häufigen Basaltgänge dar. Aussagen zur hydrogeologischen Wirkung dieser Gänge sind nur in Auswertung gemessener Grundwasserstände möglich.

4.5.9 Vulkanoklastite (HYE 93002)

Die im Untersuchungsgebiet nur kleinräumig vorkommenden Vulkanoklastite sind hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Grundwasserströmung indifferent.

4.5.10 Sandsteine der Schrammstein-Formation (HYE 35100, 35400)

Die Schrammstein-Formation der Hinteren Sächsischen Schweiz wird gebildet von der Sandsteinstufe e im Hangenden und der Sandsteinstufe d im Liegenden. Beide Sandsteinstufen sind durch einen schluffigeren Grenzhorizont δ_2 voneinander getrennt. Im Liegenden der Stufe d folgt der Grenzhorizont zur Stufe c, welcher als γ_3 gekennzeichnet wird und ebenfalls schluffiger ausgebildet ist.

Die Sandsteine sind gut wasserdurchlässig, während die Grenzhorizonte lokal als Stauer wirken können. Allerdings bildet die Schrammstein-Formation aufgrund ihrer verinselten Verbreitung keinen zusammenhängenden Grundwasserkomplex.

4.5.11 Sandsteine Stufe c Hintere Sächsische Schweiz (HYE 36410, HGK 840)

Die Sandsteine der Stufe c bilden eine Wechsellagerung von bioturbaten Feinsanden und schlecht sortierten Mittel- und Grobsandsteinen (VOIGT et al. 2013). Die Wasserdurchlässigkeit ist gut. Der Sandstein c wird nach oben durch einen schluffig-feinkörnigeren Zwischenhorizont vom Sandstein d getrennt, dessen Wasserdurchlässigkeit eher gering ist.

4.5.12 Sandsteine Stufe b Hintere Sächsische Schweiz (HYE 36426, HGK 860)

Die Sandsteinstufe b wird durch ungegliederte, massive Mittelsandsteine, die feinsandig, grobsandig und feinkiesig auftreten können, gekennzeichnet (VOIGT et al. 2013). Er bildet einen Grundwasserleiter. Ein stauender Grenzhorizont im Hangenden wurde zwar im Gelände nicht vorgefunden, wird aber in der Literatur beschrieben (VOIGT et al. 2013).

4.5.13 Sandsteine Stufe a Hintere Sächsische Schweiz (HGK 870, 872, 875)

Hinsichtlich der Grundwasserführung sind die Sandsteine der Stufe a nicht eindeutig zu beschreiben. Sie bilden eine Wechsellagerung aus Sand- und Schluffsteinen mit wechselnden Korngrößenanteilen. Der mittlere Bereich (Stufe a₂) geht im Westen des Modellierungsgebietes Kirnitzschtal in den Lamarcki-Pläner über, der hier seine östliche Verbreitungsgrenze hat. Der Lamarcki-Pläner ist innerhalb seiner Hauptverbreitung ein Grundwassergeringleiter.

Die Mächtigkeit der Stufe a_2 nimmt nach Osten hin ab, wo die Sandsteine der Stufe a nicht mehr zu untergliedern sind.

Insgesamt werden die Sandsteine der Stufe a als schlechter Grundwasserleiter bis Grundwasseringeleiter beschrieben (VOIGT et al. 2013).

4.5.14 Labiatus-Sandstein (HGK 890)

Der Labiatus-Sandstein entspricht der Schmilka-Formation, er beginnt mit feinkörnigen Gesteinen, wird zum Hangenden kontinuierlich gröber und besteht im obersten Bereich aus massiven, ungegliederten Mittelsandsteinen, die grobsandsig bis schwach feinkiesig sind (VOIGT et al. 2013). Auch an der Lausitzer Überschiebung nimmt der Anteil an grobkörnigen Sandsteinen zu. Der Labiatus-Sandstein stellt im Untersuchungsgebiet Kirnitzschtal einen Grundwasserleiter dar, der im Liegenden vom Labiatus-Pläner begrenzt wird.

4.5.15 Labiatus-Pläner (HYE 36610, HGK 900)

Der Labiatus-Pläner (Briesnitz-Formation) wird an seiner Basis durch stark tonige, feinsandige Schluffsteine gebildet (VOIGT et al, 2013). Darüber folgen schluffige, kalkig zementierte Feinsandsteine. Die Gesteine sind sehr dicht, mäßig hart und brechen splittrig. Die feinklastischen Ablagerungen der Plenus-Zone (Dölzschen-Formation) und des Labiatus-Pläners stellen Sedimente aus landfernen Sedimentationsgebieten dar und lassen sich bis an den Westrand der Elbtalkreide über Pirna hin bis nach Dresden verfolgen.

Aufgrund seiner Beschaffenheit und der großflächigen lückenlosen Verbreitung ist der Labiatus-Pläner der wesentliche wirksame Grundwasserstauer im Teilgebiet Kirnitzschtal. Er trennt den Grundwasserleiter der cenomanen Sandsteine im Liegenden von dem Grundwasserleiter des Labiatus-Sandsteins im Hangenden.

4.5.16 Cenomane Sandsteine (HYE 37900, HGK 910)

Nur ältesten Sedimente der Niederschöna-Formation in der Hinterhermsdorfer Senke sind terrestrisch abgelagert worden, bei den jüngeren Sedimenten handelt es sich um marine Ablagerungen in Form von Sandstein-Schluffstein-Wechsellagen mit tonigen Schichten geringer Mächtigkeit. Die Mächtigkeit der cenomanen Sandsteine schwankt insgesamt vergleichsweise stark, die älteste Ablagerung begann als Talfüllung und die spätere marine Sedimentation füllte das vorhandene Relief des Grundgebirges sukzessive auf. Die Cenomanen Sandsteine, insbesondere die Quadersandsteine der Oberhäslich-Formation, stellen einen wirksamen Grundwasserleiter dar. Lediglich die Gesteine der Dölzschen-Formation (Plenus-Zone) werden zum Hangenden hin feinkörniger und nähern sich in ihren hydrogeologischen Eigenschaften denen des Labiatus-Pläners an. Sie können an Aufschlüssen nicht immer sicher vom Labiatus-Pläner getrennt werden und werden dann als ein zusammenhängender Grundwasserstauer angesprochen.

5 Konstruktion der HGK Lückendorf

5.1 Modellbegrenzung

5.1.1 Bearbeitung des Höhenmodells und Ableitung der Modelloberfläche

Das Höhenmodell wurde auf der Grundlage der beiden vom LfULG übergebenen DGM10 berechnet (vgl. Tabelle 1.1). Das sächsische DGM10 wurde im UTM-Koordinatensystem übergeben, das tschechische DGM10 (Gebiet Hrensko und Gebiet Petrovice) musste nachträglich transformiert werden. Aus dem für beide Modellgebiete Kirnitzschtal und Lückendorf erstellten DGM10 wurden anschließend die DGM25 mittels bilinearer Interpolation auf die Rasterpunkte des Mastergrids berechnet. Innerhalb der Bearbeitungsgebiete bestand keine Notwendigkeit der Bereinigung von Dämmen oder Trassen. Das Ergebnis ist in Abbildung 5.1 dargestellt.

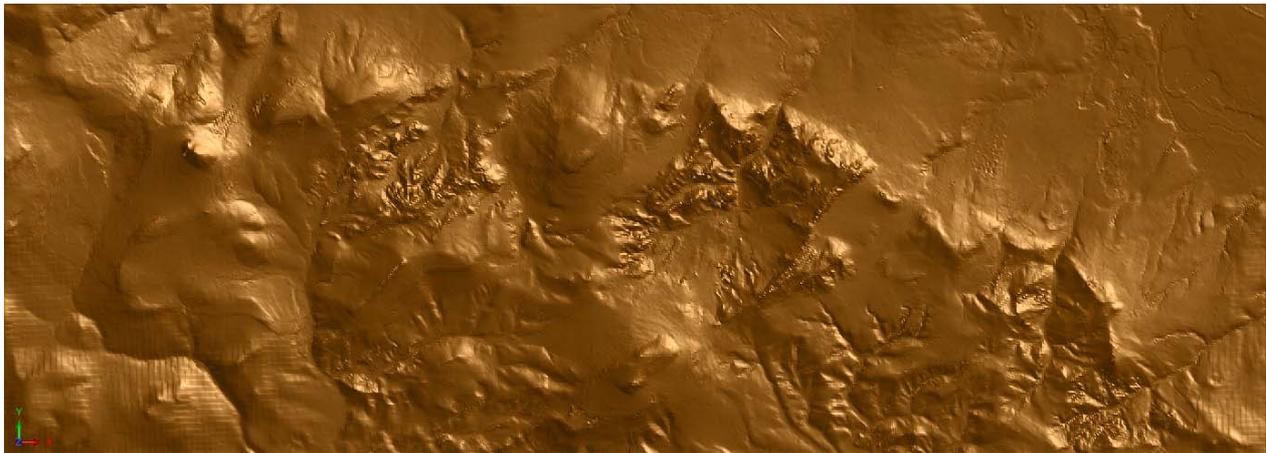


Abbildung 5.1 Digitales Geländemodell DGM25 als Grundlage für die 3D-Modellierung: Modellgebiet Lückendorf

5.1.2 Modellgrundfläche

Gegenstand der Modellierung der Geometrie im Projekt GRACE waren die Kreidesandsteinbildungen und alle weiteren hydrogeologischen Körper, die an der Grundwasserbildung und -strömung beteiligt sind. Eine Differenzierung des Festgesteins des Grundgebirges war nicht Gegenstand der Bearbeitung. Im Laufe der Bearbeitung wurde die maximale Tiefe der Sandsteine bei ca. -220 m NHN ermittelt. Diese maximale Tiefe wird von der modellierten Unterkante der Oberhäslich-Formation im Westen des Modells erreicht.

Die Modellunterkante wurde daher für das Grundgebirge und die basaltischen Gänge und Schlote bei -300 m NHN festgelegt für

5.2 Erstellung der Verbreitungen Lückendorf

Die quartären Einheiten wurden aus zum größten Teil aus der GK50 Eiszeit übernommen. Da es sich bei allen HGK um oberflächlich verbreitete Einheiten handelt, liefert die ältere LKQ50 keine zusätzlichen Informationen und wurde nicht verwendet. Lediglich für die kleinräumig verbreiteten elsterzeitlichen Sedimente des HGK 04 hätte die LKQ50 Informationen liefern können, diese waren auf den vorhandenen Karten aber nicht verzeichnet.

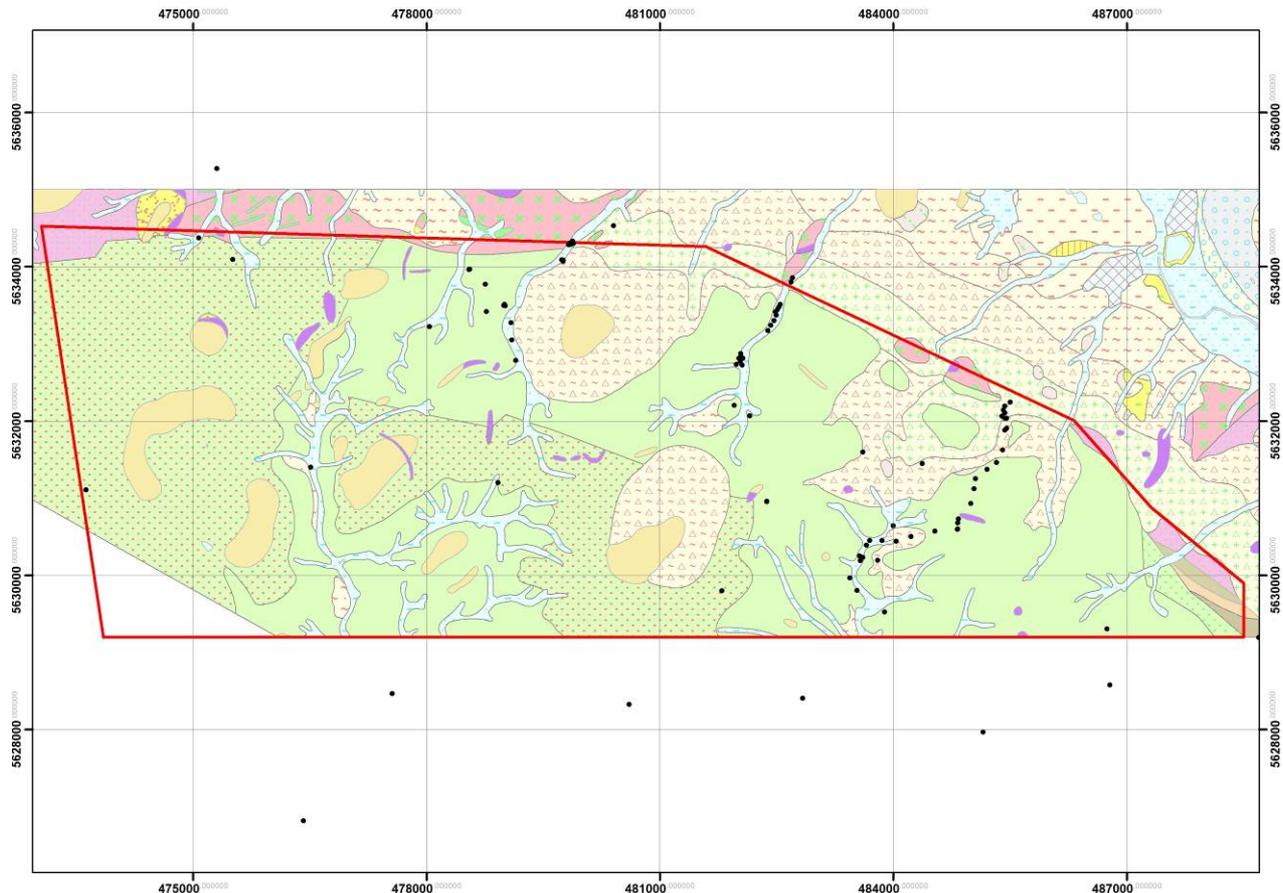


Abbildung 5.2: GK50 Eiszeit-Ausschnitt des Bearbeitungsgebietes mit Aufschlüssen.

Die Verbreitung der anthropogenen Bildungen wurde entsprechend der Methodik zur Hydrogeologischen Spezialkartierung in Sachsen (HyK50) bestimmt. Für die im ATKIS-DLM ausgewiesenen „Innenstadtflächen“ (Flächendatensätze „SDE_ATKIS_Sie_Ortslage_F“ ohne Grünflächen „SDE_ATKIS_Sie_FreiflaecheGrd_F“ und ohne relevante natürliche Gewässer) wurde gemäß Methodik davon ausgegangen, dass keine dichte Bebauung vorliegt. Als weitere Datenquellen zur Präzisierung der Verbreitung anthropogener Bildungen wurden die Punktdaten des Sächsischen Altlastenkatasters (SALKA), die TK10 und Luftbilder herangezogen. Aufgrund der Daten ergaben sich auch hier keine Flächen. Daher wurden keine Flächen für HGK00 modelliert.

Bei den Verbreitungen der Auensedimente war eine Anpassung der Verbreitungsgrenzen an die Topografie erforderlich. Mit Verwendung des aktuellen DGM würden die Auensedimente teilweise erheblich in die meist steilen Hänge hineinreichen und dort Höhen erreichen, die in der Realität nicht plausibel sind. Deshalb war es erforderlich, alle Auenverbreitungen an die konkreten Talverläufe des DGM anzupassen. Nach dieser Anpassung mussten teilweise auch die Grenzen der benachbarten Gehängelehme nachgeführt werden.

Die Lage und Ausdehnung der basaltischen Gesteine (HYE 93001) wurden aus den geologischen Karten übernommen, die Körper entstehen durch geometrische Extrusion der Verbreitungsflächen nach unten bis zur Modellunterkante. In einigen Bohrungen wurden mächtige Vulkanite nachgewiesen die, in Absprache mit Herrn Dr. Horna und Herrn Dr. Voigt, als schlotförmige Strukturen senkrecht bis zur Modellunterkante geführt wurden. Die innerhalb der Sandsteine durch Intrusion von Magma in horizontale Richtung verbreiteten Basalte, die in einigen Bohrungen nachgewiesen wurde, wurde nicht modelliert, da keinerlei Aussagen zu den finalen Verbreitungen und der tatsächlichen Raumlage möglich sind.

Die Verbreitungen der Sandsteine mussten in beiden Modellierungsgebieten ebenfalls an die aktuelle Topografie angepasst werden. Diese wird beschrieben durch das erarbeitete Digitale Geländemodell (vgl. Abschnitt 4.1.1), welches in der verwendeten Auflösung eine maßgebliche Präzisierung der Verbreitungsgrenzen insbesondere bei steilen Felsbildungen, Steilhängen und sonstigen Flächen mit bewegtem Relief und großen Höhenunterschieden ermöglicht.

Aus diesem Grund wurde zunächst festgelegt, dass die Kreideeinheiten im gesamten Modellierungsgebiet südlich der Lausitzer Überschiebung verbreitet sind. Nach der Modellierung wurden durch einen Abgleich des Modellierungsergebnisses mit dem DGM die tatsächlichen Verbreitungsgrenzen der einzelnen Kreideeinheiten erstellt.

5.3 Konstruktion der hydrogeologischen Körper HGK

5.3.1 Bearbeitungskonzept

Die grundlegende Vorgehensweise der Bearbeitung ist ausführlich in der „Methodik der Hydrogeologischen Spezialkartierung in Sachsen“ (LfULG 2012a) dargelegt.

Für die Erstellung des hydrogeologischen Modells ist eine 3D-Software notwendig, die in der Lage ist, anhand von Punkt- und Flächendaten mittels geostatistischer Verfahren durch Interpolation plausible Geometrien zu berechnen. Die Vorgehensweise für die Berechnung der Modellschichten lässt sich wie folgt zusammenfassen:

1. Prüfung der Eingangsdaten auf Plausibilität. Als Eingangsdaten zählen Bohrungen und vermessene Geländehöhen (Punktdaten), Verbreitungen (Flächendaten) und zusätzliche Informationen (Basislinien, geologische Schnitte usw.) aus den unterschiedlichen Datenquellen.
2. Manueller Input des geologischen Kenntnisstandes durch Erstellung sinnvoller virtueller Stützstellen an den Stellen, wo die Informationsdichte der Eingangsdaten nicht ausreicht
3. Interpolation von Schichtmächtigkeiten oder Schichtbasisflächen mittels eines geeigneten Interpolationsverfahrens. Die Parameter des Interpolationsverfahrens sind anhand der verfügbaren Ausgangsdaten mittels geostatistischer Methoden (Variogramme) zu bestimmen.
4. Begutachtung des Ergebnisses und Nachbearbeitung zur Beseitigung von Unplausibilitäten

Die Modellierung hydrogeologischer Körper auf der Grundlage von Bohrdaten kann erfolgen mittels Interpolation der Schichtmächtigkeiten (Mächtigkeitsmodellierung) oder mittels Interpolation der Höhen der Schichtunterkante (z-Modellierung der Unterkante bei bekannter und unabhängiger Höhe der Oberkante). Die Wahl der Modellierungsmethode, ob Unterkanten- oder Mächtigkeitsmodellierung, wurde von der Ausdehnung und der geologischen Genese der HYE abhängig gemacht. So wurden die vergleichsweise geringmächtigen jüngeren quartären Bedeckungen (Anthropogene Aufschüttungen HYE 11100, Auensedimente HYE 11310, HYE 11360 und HYE 11361, Hanglehm HYE 12210, Löss HYE 12200) mächtigkeitsmodelliert, weil die Höhe deren Ober- und Unterkante noch stark vom Oberflächenrelief geprägt wird, während die Unterkanten der älteren Sedimente nicht mehr vom derzeitigen Relief abhängen. Bei letzteren Ablagerungen ist meist davon auszugehen, dass die Höhe der Unterkante geostatistisch nicht von der Höhe der Oberkante abhängig ist. Deshalb wurde für alle Sandsteine eine reine z-Modellierung der Unterkanten durchgeführt. Bei der Festlegung virtueller Stützstellen wurden allerdings auch alle Informationen zur Mächtigkeit mit berücksichtigt.

Nach der Aufbereitung der Punktdaten eines hydrogeologischen Körpers und der Festlegung der Verbreitungsgrenzen für den Körper wurden diese Daten in den 3D-Raum überführt. Anschließend wurden unter Anwendung aller regionalgeologischen Kenntnisse und Informationen zusätzliche Stützstellen in Bereichen festgelegt, in denen die Dichte der Ausgangsdaten, insbesondere der Höhen- und Mächtigkeitsdaten aus Bohrungen und der Gelände Vermessung, für eine Körperkonstruktion nicht ausreicht. Dabei wurden insbesondere auch die vorhandenen geologischen Schnitte herangezogen.

Für die Erstellung der Stützstellen innerhalb der Kreidesedimente wurde die 3D-Software Schlumberger Petrel genutzt.

Stützstellen wurden weiterhin auch außerhalb der eigentlichen Modellierungsgebiete gesetzt, um die Neigung der Sandsteinschichten an den Modellgrenzen nachzubilden und damit einen guten Übergang zu den später zu erstellenden Hydrogeologischen Körpern der HyK-50-Kartierungen Sebnitz/Neugersdorf/Zittau zu ermöglichen.

Nach der Zusammenführung aller Punktdaten wurde die Interpolation der Mächtigkeit oder der Unterkantenhöhe mittels Kriging-Verfahren durchgeführt. Der Nugget-Parameter wurde auf nahezu Null gesetzt, so dass das Kriging-Verfahren als exaktes Interpolationsverfahren arbeitet und die Höhe an den Datenpunkten der Eingangsdaten in jedem Fall durch die interpolierte Oberfläche repräsentiert wird. Zur Bestimmung der Parameter Sill und Range wurde für jeden zu modellierten Körper ein Variogramm berechnet, wenn die Anzahl der Datenpunkte hierfür ausreichte.

Für die Modellierung der Geometrien wurde die 3D-Software GEMCOM SURPAC™ verwendet (GEMCOM 2010). Die Software erlaubt die Automatisierung wiederkehrender Aufgaben durch Makros und Skripte. Des Weiteren wurde für eine einheitliche Datenhaltung eine projektbezogene relationale Oracle-Datenbank verwendet, die direkt an SURPAC angebunden werden kann und ebenfalls mit dem verwendeten Geografischen Informationssystem (ESRI ArcGIS) kompatibel ist.

Die Modellierung der hydrogeologischen Körper stellt einen stark iterativen Prozess dar, da sich im Anschluss an eine Berechnung stets die Prüfung der Ergebnisse anschließen muss. Die modellierten Unterkanten und Mächtigkeiten wurden auf Plausibilität geprüft, fehlerhafte Ergebnisse wie z. B. Mächtigkeitssprünge wurden korrigiert. Bei Bedarf wurden virtuelle Stützstellen gesetzt oder angepasst bzw. Bohrungen auf ihre Stratifizierung überprüft. Auch die Anpassung von Verbreitungsgrenzen war oftmals erforderlich, bevor eine erneute Berechnung durchgeführt werden konnte. Zur Prüfung und Abstimmung der Ergebnisse wurden mehrere Abstimmungen mit dem AG in Beisein mit dem Experten für die lokale Geologie und der tschechischen Projektpartner durchgeführt. Die Ergebnisse der Modellierung wurden vom AG abschließend geprüft und bestätigt.

5.3.2 Tektonische Elemente

Das Modellgebiet Lückendorf ist durch eine Vielzahl von Störungen geprägt. Um diese Störungen korrekt in das Modell einzubinden war es zunächst notwendig ein entsprechendes Störungssystem zu erstellen.

Die nördliche Begrenzung des Störungsmodells bildet die etwa W-E verlaufende, Lausitzer Überschiebung. Senkrecht zur Lausitzer Überschiebung sind eine Reihe von Störungen ausgebildet, die mehrheitlich in SW-NE-Richtung verlaufen. Die daraus resultierenden Blöcke sind teilweise weiter durch Störungen, parallel zur Lausitzer Überschiebung, unterteilt. Da Einfallen und Richtungssinn der Störungen weitgehend unbekannt ist, aber im Allgemeinen davon ausgegangen wird, dass die Störungen sehr steil stehen, wurden die Störungen generell senkrecht modelliert.

Für den deutschen Teil stand eine Karte der Störungen aus dem Abschlussbericht von VOIGT et al. 2013 (Abbildung 5.3) zur Verfügung. Diese Karte bildete die Grundlage für das aufzubauende Störungssystem.

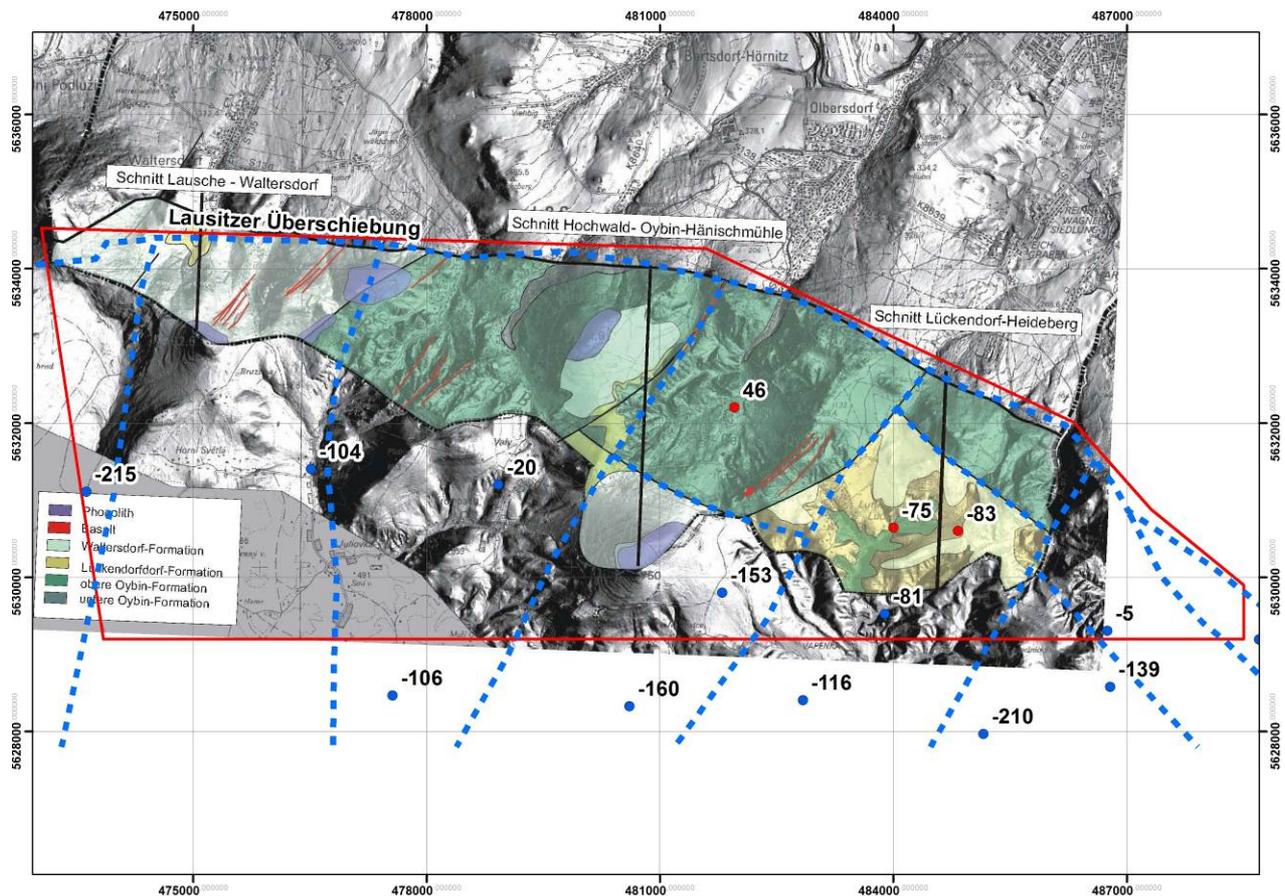


Abbildung 5.3 Geologische Hintergrundkarte aus VOIGT et al. 2013 und des daraus erstellten Störungsmodells (blau). Weiterhin sind die Bohrungen die das Festgestein aufschließen, sowie die Teufenlage des Festgesteins in den jeweiligen Bohrungen angegeben.

Für den tschechischen Teil war darüber hinaus eine Karte der Cenomanbasis aus dem Jahr 1987, die vom tschechischen Projektpartner zur Verfügung gestellt wurde, nutzbar (Abbildung 5.4).

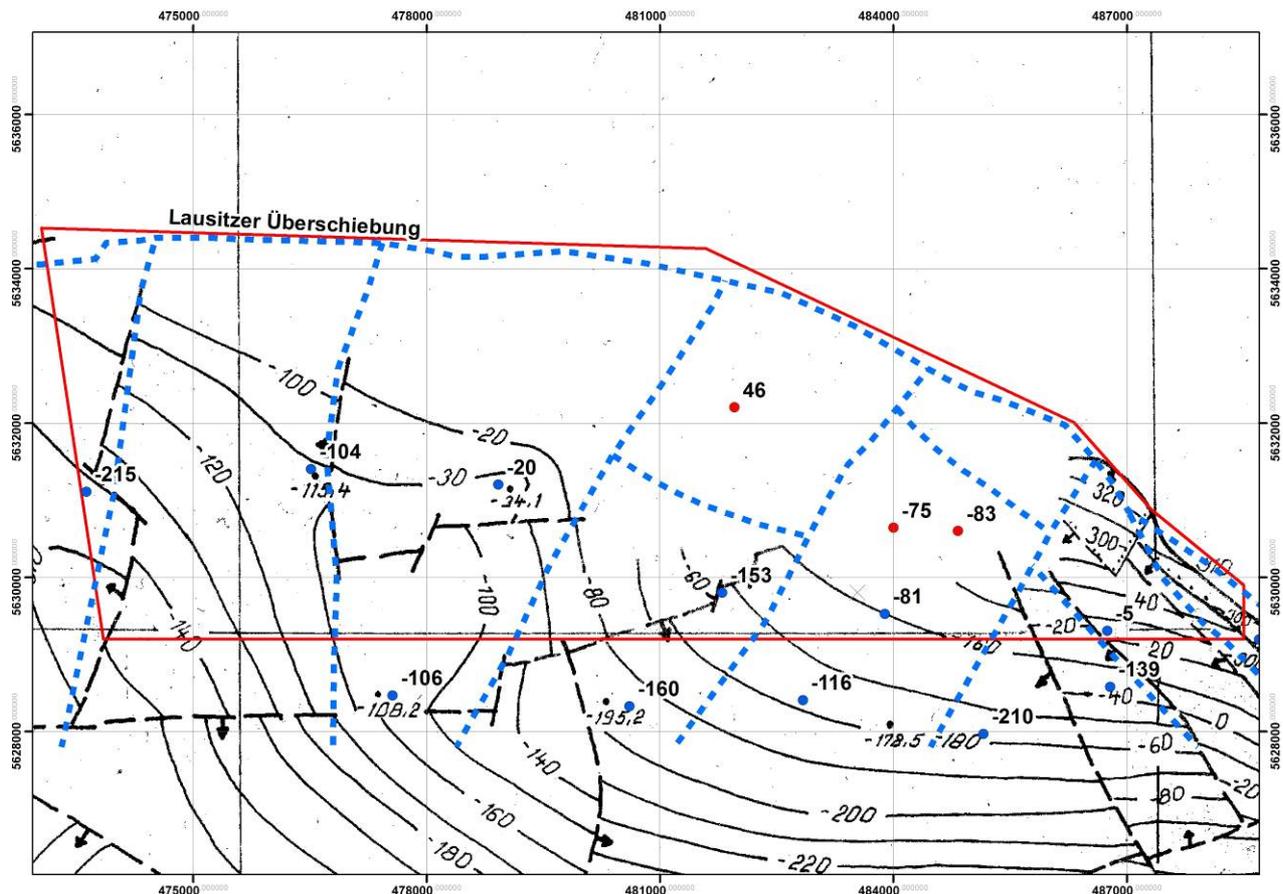


Abbildung 5.4 Isolinienkarte der Cenomanbasis. Weiterhin sind die Bohrungen die das Festgestein aufschließen, sowie die Teufenlage des Festgesteins in den jeweiligen Bohrungen angegeben.

Die Isolinienkarte der Cenomanbasis beruht vermutlich vor allem auf den Bohrungsdaten. Die dort verzeichneten Störungen wurden mit den Störungen aus der Karte von VOIGT et al. Parallelisiert und angepasst. Das Störungssystem für die Modellierung wurde gemeinsam mit Herrn Dr. Voigt abgestimmt und finalisiert.

5.3.3 Lockergestein (Randbedingungen, Ergebnisse der geostatistischen Analyse, Interpolationsverfahren)

Die anthropogenen Bildungen und das quartäre Lockergestein war bei der Bearbeitung nicht von vorrangiger Bedeutung, da die im Projekt GRACE zu untersuchende Grundwasserströmung im Kreidesandstein stattfindet. Allerdings beeinflusst das quartäre Lockergestein die Grundwasserneubildung. Es wurden alle Lockergesteinseinheiten bei der Modellierung berücksichtigt, die auch im Rahmen der später durchzuführenden HyK50-Kartierung Zittau berücksichtigt werden müssen. Die Modellierung erfolgte als Mächtigkeitsmodellierung.

Eine statistische Auswertung der Aufschlusssdaten einschließlich der Variogrammanalyse war nur bei den Auensedimenten und beim Hanglehm möglich. Die Ergebnisse der Variogrammanalyse wurden bei der Interpolation mittels Kriging angewandt bzw. auf die anderen quartären Ablagerungen übertragen.

5.3.4 Festgestein

Die Sandsteine wurden durch Bildung der Geometrie der Unterkanten modelliert (Z-Modellierung). Dabei kamen alle Punktdaten und virtuellen Stützstellen zur Anwendung. Die Modellierung erfolgte durch Interpolation der Punktdaten mittels Kriging-Verfahren.

Um die Versätze an Störungen adäquat zu berücksichtigen, wurde jeder Block einzeln modelliert. Aus geologischer Sicht ist es sinnvoll, die Unterkanten der Kreideeinheiten als geneigte Flächen zu modellieren. Die vorhandenen Daten weisen darauf hin, dass die Schichten im allgemeinen 1-2° nach Süden einfallen.

In Blöcken mit nur wenigen Bohrungen wurden für die Modellierung virtuelle Stützstellen erstellt. Da eine Unterkante in diesem Fall bereits mit wenigen Datenpunkten eindeutig definiert werden kann, wurden nur wenige virtuelle Stützstellen erzeugt. Die Z-Position der virtuellen Stützstellen orientierte sich dabei an bekannten Daten aus demselben Störungsblock.

Durch Verschneiden der modellierten Unterkanten der Sandsteine mit dem Digitalen Geländemodell resultieren Verbreitungsgrenzen wurden am Ende die tatsächlichen Verbreitungsgrenzen der Kreideeinheiten erstellt.

Der Festgesteinsuntergrund wurde nicht differenziert.

Die Tertiärvulkanite wurden durch Vorgabe der Körpergrenzen an der Oberkante und an der Modellunterkante modelliert. Die für die Modellunterkante wurde dieselbe Verbreitung angenommen wie für die Modelloberkante, so dass prismatische senkrechte Geometrien entstehen, welche die Schlote und Gänge der Basalte innerhalb der Sandsteine nachbilden.

6 Zusammenfassung

Seit den 1980er Jahren wird ein Rückgang der Grundwasservorräte in Teilen der Sächsisch-Böhmischen Schweiz und des Zittauer Gebirges beobachtet. Betroffen sind die Grundwasserkörper des Kreidesandsteins. Das Projekt GRACE (Groundwater Absence in Cretaceous Sandstone Aquifers) hat den Schutz der Wasserressourcen und die Aufklärung der Ursachen der sinkenden Grundwasserstände zum Ziel. Im Rahmen des Projektes GRACE ist eine grenzüberschreitende mathematisch-geohydraulische Modellierung für die Gebiete Kirnitzschtal/Hrensko in der Sächsisch-Böhmischen Schweiz und Zittauer Gebirge/Petrovice durchzuführen. Als Voraussetzung für diese Grundwasserströmungsmodellierung sind geologische Strukturmodelle und darauf aufbauend hydrogeologische Raummodelle der relevanten Grundwasserleiter und Grundwasserstauer zu erstellen. Die Erarbeitung der hydrogeologischen Raummodelle (3D-Modellierung) ist Gegenstand der im vorliegenden Abschlussbericht dokumentierten Leistung.

Im Vorfeld der 3D-Modellierung wurden durch einen externen Experten an der Friedrich-Schiller-Universität Jena für beide Gebiete geologisch-stratigrafische Normalprofile und Horizontkarten erstellt. Des Weiteren wurden für die Aufgabenstellung wesentliche Bohrungen neu stratifiziert sowie analoge Profilschnitte angefertigt. Im Rahmen des hier dokumentierten Teilprojektes sind aufbauend auf den genannten Vorarbeiten für beide Gebiete geologisch-hydrogeologische Strukturmodelle zu entwickeln. Dies beinhaltet alle Arbeiten, die zur Erstellung eines Raummodells der Kreideschichten auf der Grundlage der genannten Vorarbeiten erforderlich sind (3D-Modellierung):

1. Übernahme der Aufschlussesdaten aus der sächsischen Aufschlussesdatenbank sowie Übernahme der Ergebnisse der Vorarbeiten des ersten Arbeitsschrittes (geologisch-stratigrafische Normalprofile, Horizontkarten, Profilschnitte, überarbeitete Schichtverzeichnisse der relevanten Aufschlüsse), Sichtung und Auswertung der Daten
2. Ergänzende Recherche/Bestandsaufnahme von Aufschlussesdaten sowie deren Auswertung
3. Entwicklung der hydrogeologischen Normalprofile (HNP) für die Teilgebiete Kirnitzschtal und Lückendorf auf der Grundlage der übergebenen geologisch-stratigrafischen Normalprofile und unter Berücksichtigung der Tektonik
4. Präzisierung der räumlichen Abgrenzung der beiden Bearbeitungsgebiete

5. Aktualisierung der Aufschlusssdatenbank, Neuerfassung von Aufschlüssen, Anpassung der aktuellen Datenbasis an die Erfordernisse der 3D-Modellierung
6. Komplettierung/Ergänzung aller gemäß HNP relevanten Verbreitungsflächen unter Zugrundelegung der bereits vorliegenden Verbreitungsflächen
7. Konstruktion der Geometrien des Raummodells (Hydrogeologische Körper)
8. Fehlerbereinigung und Vorlage des Gesamtergebnisses

Bei der Bearbeitung war die vom LfULG vorgegebene „Methodik der Hydrogeologischen Spezialkartierung in Sachsen“ anzuwenden.

Gegenstand der 3D-Modellierung waren die Sandsteinsedimente im ca. 10 km² großen Modellierungsgebiet Kirnitzschtal in der Hinteren Sächsischen Schweiz und im ca. 7 km² großen Modellierungsgebiet Lückendorf im Zittauer Gebirge. Im Ergebnis der Vorarbeiten lagen ca. 140 Bohrungen mit überarbeiteter Stratifizierung im Gebiet Kirnitzschtal und 24 Bohrungen mit überarbeiteter Stratifizierung im Gebiet Lückendorf vor. Die Aufschlusssdaten wurden mit Profildaten des Tschechischen Geologischen Dienstes ergänzt.

Im Rahmen der Rechercharbeiten sollten insgesamt 50 Aufschlüsse zusätzlich zum Bohrbestand des LfULG recherchiert und neu aufgenommen werden. Für das Gebiet Kirnitzschtal konnten 7 Aufschlüsse recherchiert werden, deren geringer Informationsgehalt jedoch für die Modellierung nicht nutzbar war. Im Gebiet Lückendorf liegen keine zusätzlichen Aufschlüsse. Deshalb wurden im Rahmen des Projektes 50 zusätzliche Aufschlüsse mit dem Erfassungsprogramm UHYDRO in die Landesdatenbank aufgenommen, die außerhalb der Modellierungsgebiete liegen.

Auf der Grundlage der Vorarbeiten wurden hydrogeologische Normalprofile erstellt. Sie umfassen alle relevanten hydrogeologischen Einheiten kreidezeitlicher Sedimente in den Modellierungsgebieten Kirnitzschtal und Lückendorf.

Zur 3D-Modellierung wurden die aktuellen Aufschlusssdaten herangezogen. Zusätzlich wurden im Rahmen der Vorarbeiten Geländehöhen von Schichtgrenzen gemessen, die bei der Modellierung berücksichtigt wurden. Die im Rahmen der Vorarbeiten erstellten Profilschnitte, Horizontkarten und Höhenpläne gingen ebenfalls in die Modellierung ein.

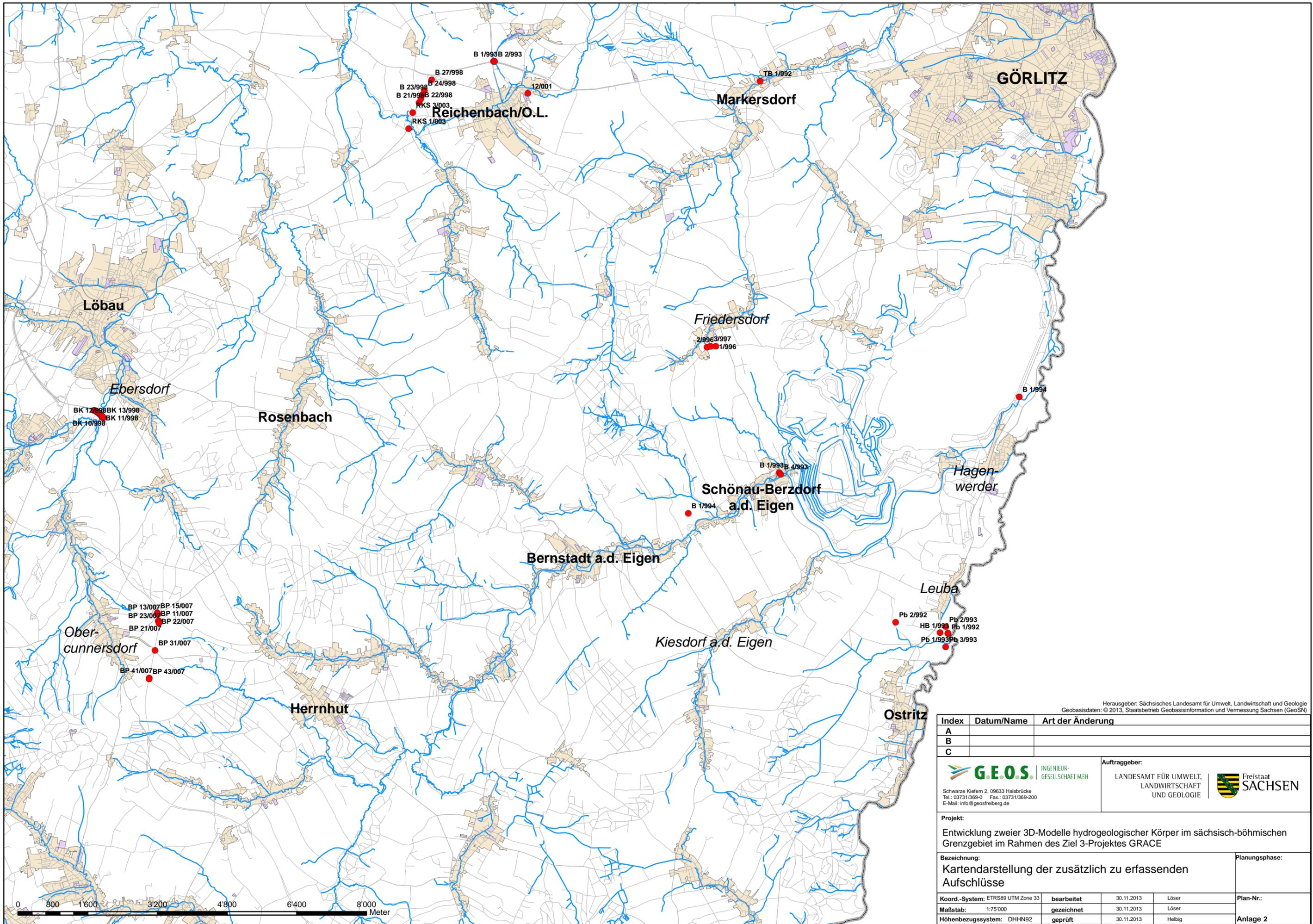
Die Eingangsdaten zur Modellierung wurden einer Plausibilitätsprüfung unterzogen, die Höhendaten der Aufschlüsse wurden gemäß der vorgegebenen Methodik geprüft und angepasst. Das digitale Geländemodell wurde im erforderlichen Modellraster 25x25 m aus dem DGM10 erstellt und gemäß Methodik angepasst. Die Aufschlussesdaten wurden entsprechend der erarbeiteten Normalprofil codiert. Die resultierende Punktdatenbasis wurde mit virtuellen Stützstellen ergänzt. Die virtuellen Stützstellen wurden unter Berücksichtigung der geologischen Modellvorstellungen festgelegt, die im Rahmen der Vorarbeiten entwickelt wurden. Die Modellierung der Geometrien erfolgte im Wesentlichen durch die Interpolation von Schichtmächtigkeiten und Schichtgrenzen. Im Ergebnis der Bearbeitung wurden Rasterdaten erstellt, welche die Geometrie aller relevanten hydrogeologischen Körper in beiden Untersuchungsgebieten beschreiben und als Input bei der Strömungsmodellierung im Rahmen des Projektes GRACE verwendet werden können.

7 Literaturverzeichnis

GEMCOM (2010)	GEMCOM SOFTWARE INTERNATIONAL INC. (2010): SURPAC – Geology and Mine Planning – Integrated Geology, Resource Modelling, Mine Planning and Production. Gemcom Software International Inc., Vancouver, Kanada
LfULG (2012a)	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat 105 (2012): Methodik der Hydrogeologischen Spezialkartierung in Sachsen. Freiberg, 05.09.2012
LfULG (2012b)	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat 105 (2012): Hydrogeologische Kartierung Bischofswerda-Sebnitz-Neugersdorf W.: Geologischer Schnitt B, S-N/Teil 1. Freiberg, Bearbeitungsstand: 08/2012
MIBUS et al. (1997)	MIBUS, H.-P., SZYMCZAK, P. (1997): Gutachten zur Entwicklung und Prognose der Grundwasserdynamik im Gebiet Hinterhermsdorf (Landkreis Sächsische Schweiz) und Hrensko (Tschechische Republik). G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH, Niederlassung Dresden, August 1997
PATZELTOVA (2004)	PATZELTOVA (2004): Monitorovani podzemnich vod v oblasti ochranneho pasma vodniho zdroje Vsemily. Zprava za rok 2004. Brtniky, prosinec 2004
TONNDORF (2000)	Tonndorf, H. (2000): Die Uranlagerstätte Königstein. Bergbaumonographie. Schriftenreihe Bergbau in Sachsen, Band 7. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Sächsisches Oberbergamt (Hrsg.), 208 S., Dresden 2000
VOIGT et al. (2013)	VOIGT, T., FRANKE, J., FRANKE, S. (2013): Grundlagen für ein geologisch-tektonisches Modell der Kreideablagerungen im Sächsisch-Böhmischen Grenzgebiet im Rahmen des Ziel 3 - Projektes GRACE. Abschlussbericht. Jena, 15. März 2013

Bohrung/Jahr	Rechtswert	Hochwert	Geländehöhe	Teufe	Grundwassermessstelle	Projekt
	RD 83	RD 83	m NHN	m		
1/996	5491031.7	5661862.3	292.90	17.0	ja	Deponie Markersdorf, OT Friedersdorf
2/996	5490832.0	5661841.0	306.53	13.0	ja	Deponie Markersdorf, OT Friedersdorf
3/997	5490914.0	5661862.0	301.50	22.3	ja	Deponie Markersdorf, OT Friedersdorf
12/001	5486716.0	5667660.0	253.03	20.0	ja	AD Am Friedhof Reichenbach
Pb 1/992	5496361.8	5655267.9	200.58	68.0	ja	DE Leuba
Pb 2/992	5495160.0	5655530.0	220.00	21.0		DE Leuba
Pb 1/993	5496179.7	5655293.9	200.69	23.0	ja	DE Leuba
HB 1/993	5496361.0	5655277.0	200.70	62.0	ja	DE Leuba
Pb 2/993	5496315.2	5655423.2	199.64	78.0	ja	DE Leuba
Pb 3/993	5496311.8	5654960.7	201.29	64.5	ja	DE Leuba
RKS 1/003	5483982.2	5666852.1	220.86	5.0		S70, OU Reichenbach
RKS 3/003	5484073.2	5667223.1	226.68	5.0		S70, OU Reichenbach
B 21/998	5484219.7	5667448.2	236.10	4.0		B 6, OU Reichenbach
B 22/998	5484260.6	5667539.5	239.55	5.0		B 6, OU Reichenbach
B 23/998	5484301.6	5667630.7	242.00	5.0		B 6, OU Reichenbach
B 24/998	5484342.5	5667721.9	244.29	5.0		B 6, OU Reichenbach
B 27/998	5484506.9	5667969.9	248.67	4.0		B 6, OU Reichenbach
BP 21/007	5478244.5	5655555.0	362.20	30.0		B 178n-BA 3.2, BW 2
BP 22/007	5478228.9	5655561.0	362.15	30.0		B 178n-BA 3.2, BW 2
BP 23/007	5478244.7	5655507.1	362.40	30.0		B 178n-BA 3.2, BW 2
BP 24/007	5478229.7	56555511.8	362.45	17.4		B 178n-BA 3.2, BW 2
BK 02/998	5476759.0	5660390.0	260.65	12.0		B 178n - OU Löbau, BW 9
BK 03/998	5476783.0	5660383.0	258.67	10.2		B 178n - OU Löbau, BW 9
BK 05/998	5476824.0	5660355.0	257.25	15.0		B 178n - OU Löbau, BW 9
BK 07/998	5476867.0	5660321.0	254.42	15.0		B 178n - OU Löbau, BW 9
BK 08/998	5476890.0	5660302.0	253.71	12.0		B 178n - OU Löbau, BW 9
BK 10/998	5476930.0	5660258.0	253.92	8.5		B 178n - OU Löbau, BW 9
BK 11/998	5476946.0	5660239.0	256.79	11.4		B 178n - OU Löbau, BW 9

Bohrung/Jahr	Rechtswert	Hochwert	Geländehöhe	Teufe	Grundwassermessstelle	Projekt
	RD 83	RD 83	m NHN	m		
BK 12/998	5476958.0	5660218.0	259.33	9.0		B 178n - OU Löbau, BW 9
BK 13/998	5476967.0	5660224.0	259.37	13.0		B 178n - OU Löbau, BW 9
BK 303/006	5476826.7	5660359.5	256.93	24.0		B 178n - BA 3.1 - BW3
BK 305/006	5476847.1	5660344.8	255.38	20.0		B 178n - BA 3.1 - BW 3
BK 308/006	5476865.0	5660319.2	254.10	22.0		B 178n - BA 3.1 - BW3
BK 309/006	5476893.0	5660305.5	253.29	18.0		B 178n - BA 3.1 - BW 3
BK 311/006	5476912.9	5660285.7	253.26	15.0		B 178n - BA 3.1 - BW 3
RKS 313/006	5476934.7	5660261.8	253.67	5.2		B 178n - BA 3.1 - BW 3
RKS 315/006	5476950.8	5660242.5	256.69	5.5		B 178n - BA 3.1 - BW 3
BP 31/007	5478157.6	5654882.2	370.44	20.0		B 178n - BA 3.2 - BW Ü3
BP 11/007	5478211.6	5655741.7	364.64	20.0		B 178n - BA 3.2 - BW 1
BP 13/007	5478220.5	5655706.6	363.23	24.0		B 178n - BA 3.2 - BW 1
BP 15/007	5478204.1	5655732.3	364.18	27.0		B 178n - BA 3.2 - BW 1
BP 41/007	5478026.2	5654248.8	364.19	15.0		B 178n - BA 3.2 - BW 4
BP 43/007	5478021.9	5654226.9	364.50	15.0		B 178n - BA 3.2 - BW 4
B 1/993	5485930.0	5668395.0	245.15	4.5		Brücke OU Reichenbach
B 2/993	5485950.0	5668395.0	244.89	2.8		Brücke OU Reichenbach
B 1/993	5492490.0	5658960.0	208.25	15.0		K 170 BW 2 Brücke über Pließnitz
B 4/993	5492520.0	5658920.0	207.74	15.0		K 170 BW 2 Brücke über Pließnitz
B 1/994	5490400.0	5658024.0	213.32	13.0		S 128 Altbernsdorf BW 3
TB 1/992	5492050.0	5667940.0	240.00	5.0		B 6 - BW 4 in Markersdorf
B 1/994	5498000.0	5660700.0	191.99	12.0		B 99 Hagenwerder, BW 10



Herausgeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
 Geobasisdaten: © 2013, Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN)

Index	Datum/Name	Art der Änderung
A		
B		
C		



G.E.O.S. INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

Schwarze Kiefern 2, 09633 Halsbrücke
 Tel.: 03731/369-0 Fax.: 03731/369-200
 E-Mail: info@geosfreiberg.de

Auftraggeber:

LANDESAMT FÜR UMWELT,
 LANDWIRTSCHAFT
 UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN

Projekt:
 Entwicklung zweier 3D-Modelle hydrogeologischer Körper im sächsisch-böhmischen Grenzgebiet im Rahmen des Ziel 3-Projektes GRACE

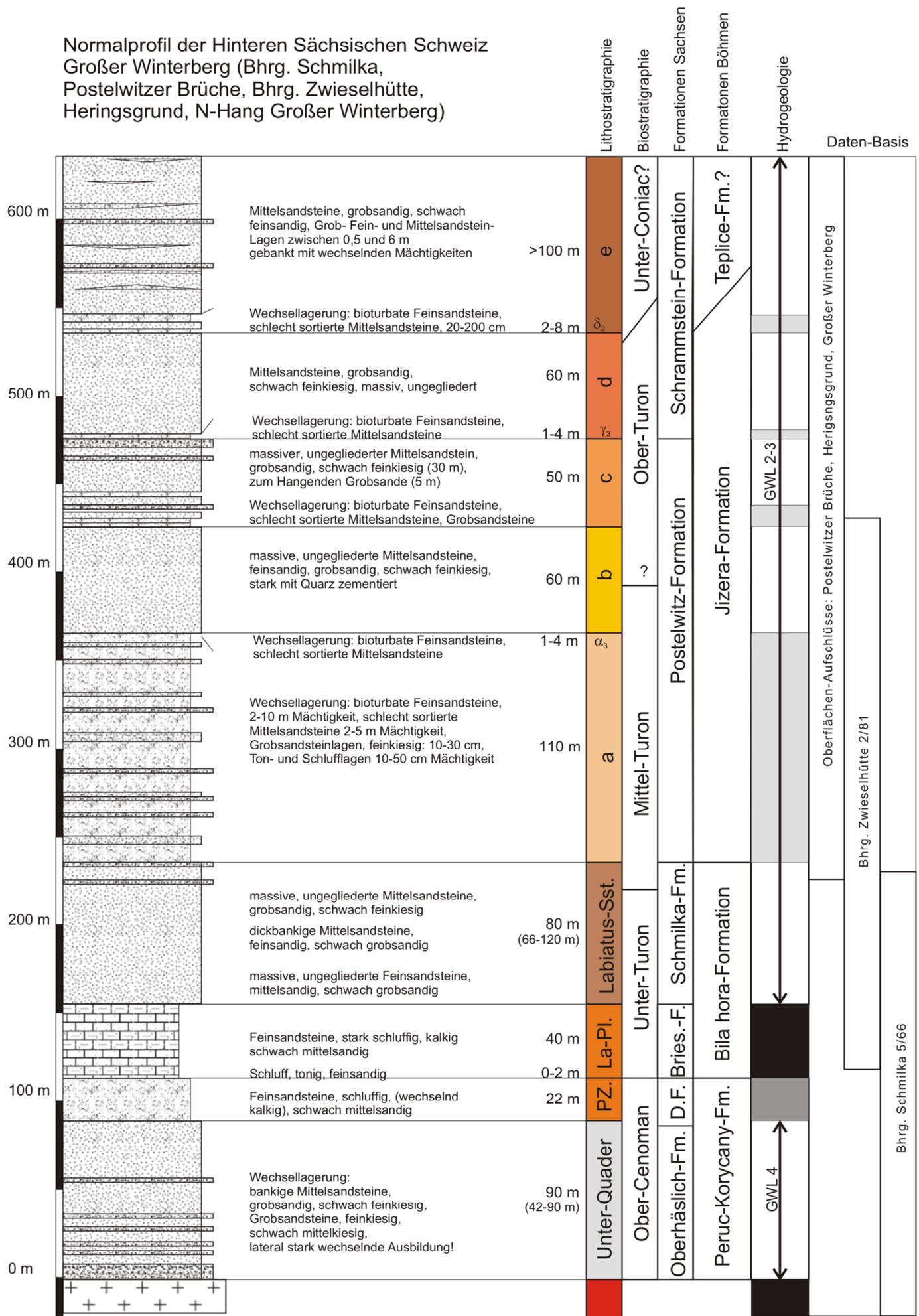
Bezeichnung:
 Kartendarstellung der zusätzlich zu erfassenden Aufschlüsse

Planungsphase:

Koord.-System: ETRS89 UTM Zone 33	bearbeitet	30.11.2013	Löser	Plan-Nr.:
Maßstab: 1:75'000	gezeichnet	30.11.2013	Löser	
Höhenbezugssystem: DHHN92	geprüft	30.11.2013	Helbig	

Anlage 2

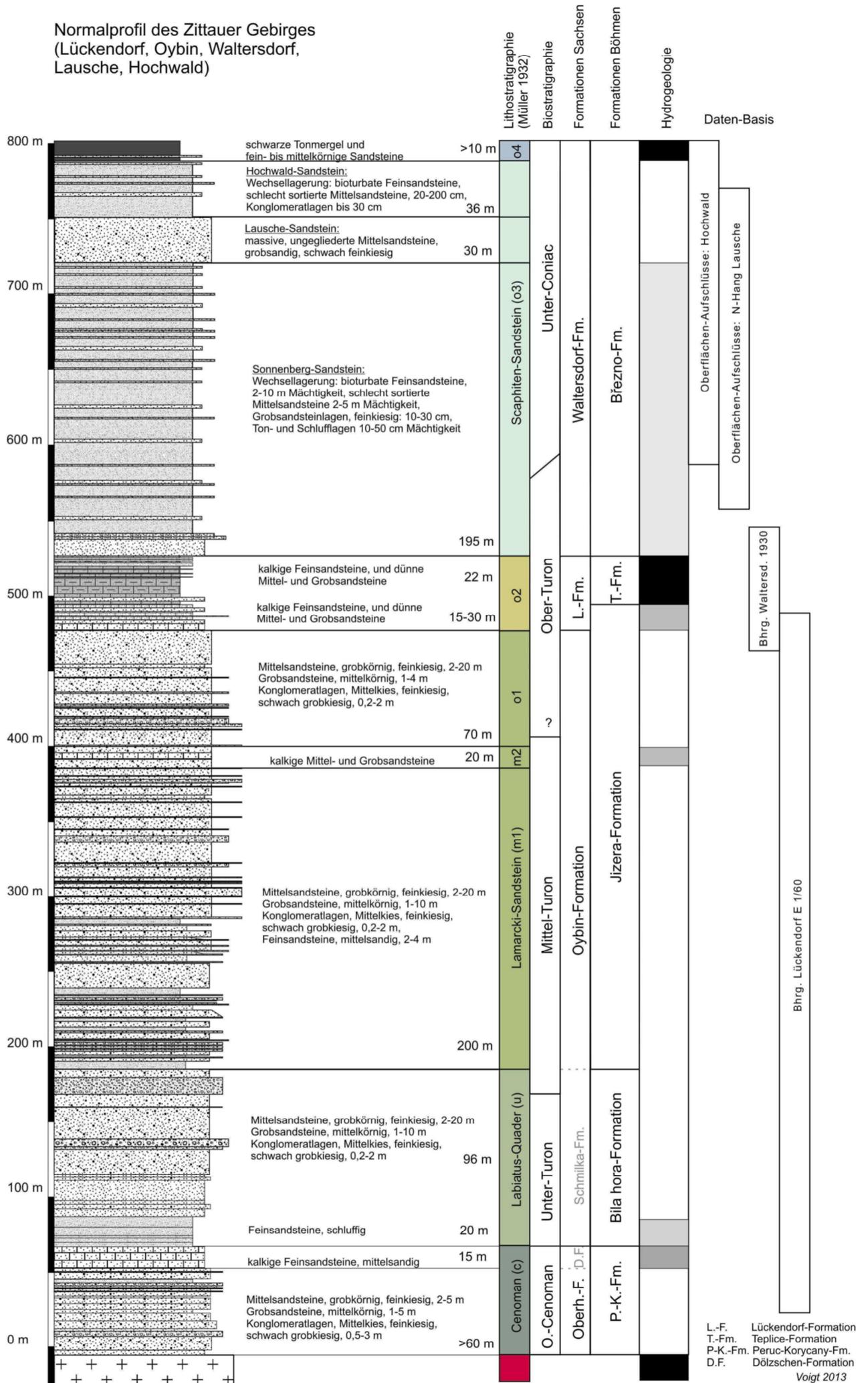
Normalprofil der Hinteren Sächsischen Schweiz
 Großer Winterberg (Bhrg. Schmilka,
 Postelwitzer Brüche, Bhrg. Zwieselhütte,
 Heringsgrund, N-Hang Großer Winterberg)



La-Pl. Labiatus-Pläner
 PZ. Plenus-Zone

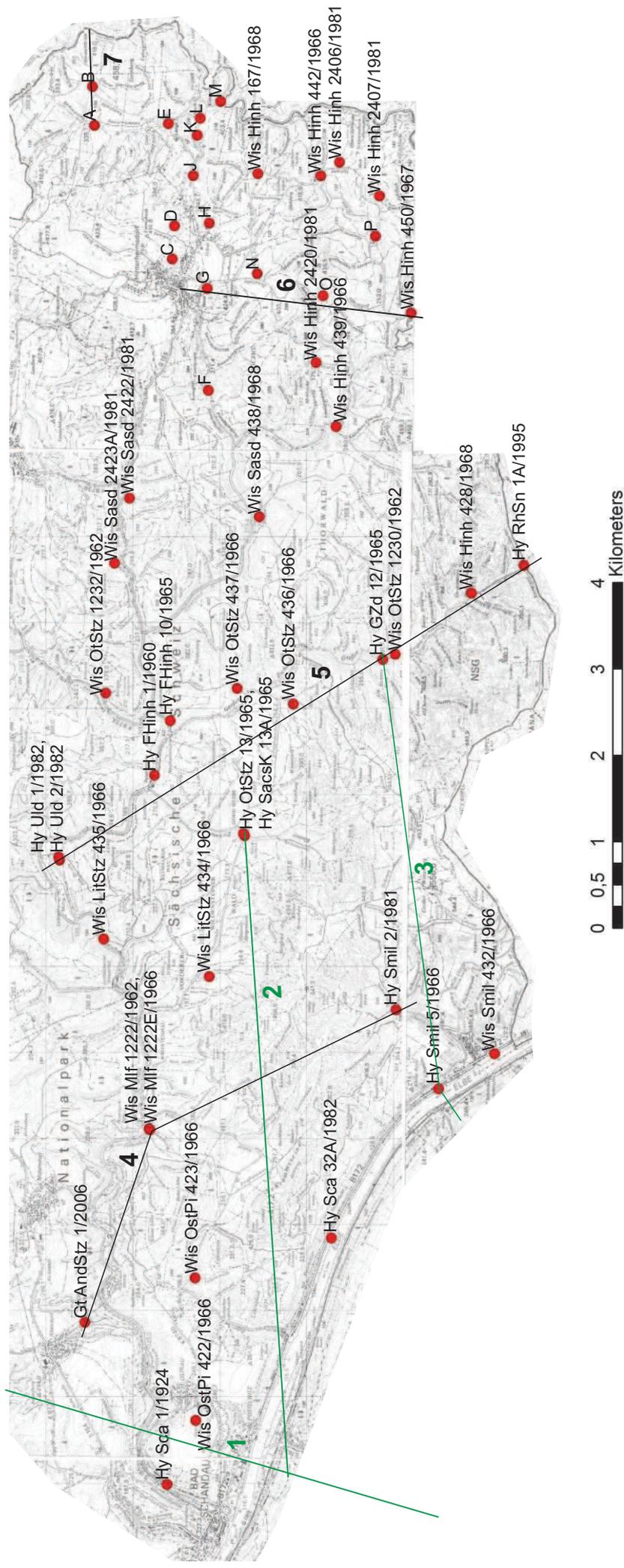
D.F. Dölzschen-Formation
 Bries.-F. Briesnitz-Formation

Normalprofil des Zittauer Gebirges
(Lückendorf, Oybin, Waltersdorf,
Lausche, Hochwald)



HGK	Beschreibung	GK50			Gliederung Voigt			Kommentar
		VERBID	Symbol	Beschreibung	Bezeichnung/Beschreibung	CZ	Hydro	
0	Anthropogene Aufschüttung							Keine Verbreitungen im Gebiet
1	Auensedimente	10	Qho	Sand, Kies, Schluff der kleinen Täler (einschließlich "Wiesenlehm")				
2	Blockschutt	34	dQW	Fein- bis Grobschutt, z.T. tonig-schluffig				
		272	sbdQW	Blockschutt, vorwiegend aus Kreidesandstein				
3	Gehängelehm	265	ldQW	Gehängelehm (Flieβlehm, meist solifluidal umgelagerter Lösslehm), z.T. kiesig				
4	Deluvialer bis glazifluviatiler Sand und Kies	275	d-gfQE1/2	Deluvialer bis glazifluviatiler Sand und Kies, steinig, lehmig, vorwiegend Lokalmaterial				
5	Vulkanite	281	ϑ	Phonolit				
	Basaltoide Gänge	282	ϕ	Basaltoid, ungegliedert				
6	Tuffe	289	tϕ	basaltoide Tuffe				
7	Waltersdorf-Formation			Sandstein	Waltersdorf-Formation, Hochwald-Sandstein	Brezno-Fm	Leiter	
		292	Kt-cn	Sandstein	Waltersdorf-Formation, Lausche-Sandstein	Brezno-Fm	Leiter	
	Waltersdorf-Formation, Sonnenberg-Sandstein			Sandstein, dünne Tonlagen	Waltersdorf-Formation, Sonnenberg-Sandstein	Brezno-Fm	Geringleiter	
8	Lückendorf-Formation			Mergel, kalkiger Sandstein	Lückendorf-Formation, Teplice-Mergel	Teplice-Fm	Stauer	
				Sandstein, z.T. mit Einlagerungen von Kalksandstein	Lückendorf-Formation, Lückendorf-Sandstein	Jizera-Fm	Geringleiter	
9	Oybin-Formation	123	Kt	Pläner, Plänersandstein, ungegliedert	Oybin-Formation, oberer Teil	Jizera-Fm	Leiter	
					Oybin-Formation/Schmilka-Formation	Bila hora-Fm	Leiter	
10	Dölschen-Formation				kalkige Feinsandsteine	Peruc-Korycany-Fm	Geringleiter	Entfällt wegen fehlender Differenzierbarkeit (Absprache Voigt)
11	Oberhäslich-Formation	124	Kc	Konglomerat, Quadersandstein; Cenoman	Mittelsandsteine, Grobsandsteine, Konglomeratlagen	Peruc-Korycany-Fm	Leiter	
12	Ganggesteine	293	nγ	Mikrogabbro und Mikrodiorit in Gängen ("Lamprophyr"); z.T. Devon				Keine Verbreitungen im Gebiet
13	Tonschiefer Ordovizium/Devon	295	D	Tonschiefer, Grauwacke, Konglomerat, Quarzit, z.T. Kieselschiefer, Diabastuff				Derzeit noch keine Differenzierung des Grundgebirges, senkrechte Grenze muss noch abgestimmt werden
		296	O-D	Tonschiefer, Quarzit und Grauwacke, Basaltoid ("Diabas" und "Diabastuff") (?Ordovizium bis Devon)				
14	Biotitgranit	299	γR	Biotitgranit von Rumburk, grobkörnig, z.T. porphyrisch				Derzeit noch das komplette Grundgebirge
		320	γδ	Biotitgranodiorit der Ostlausitz, mittelkörnig (Typ Zawidów/Seidenberg)				

Anhang 5: Lage der Profilschnitte im Teilgebiet Hřrensko-Kirnitzsch



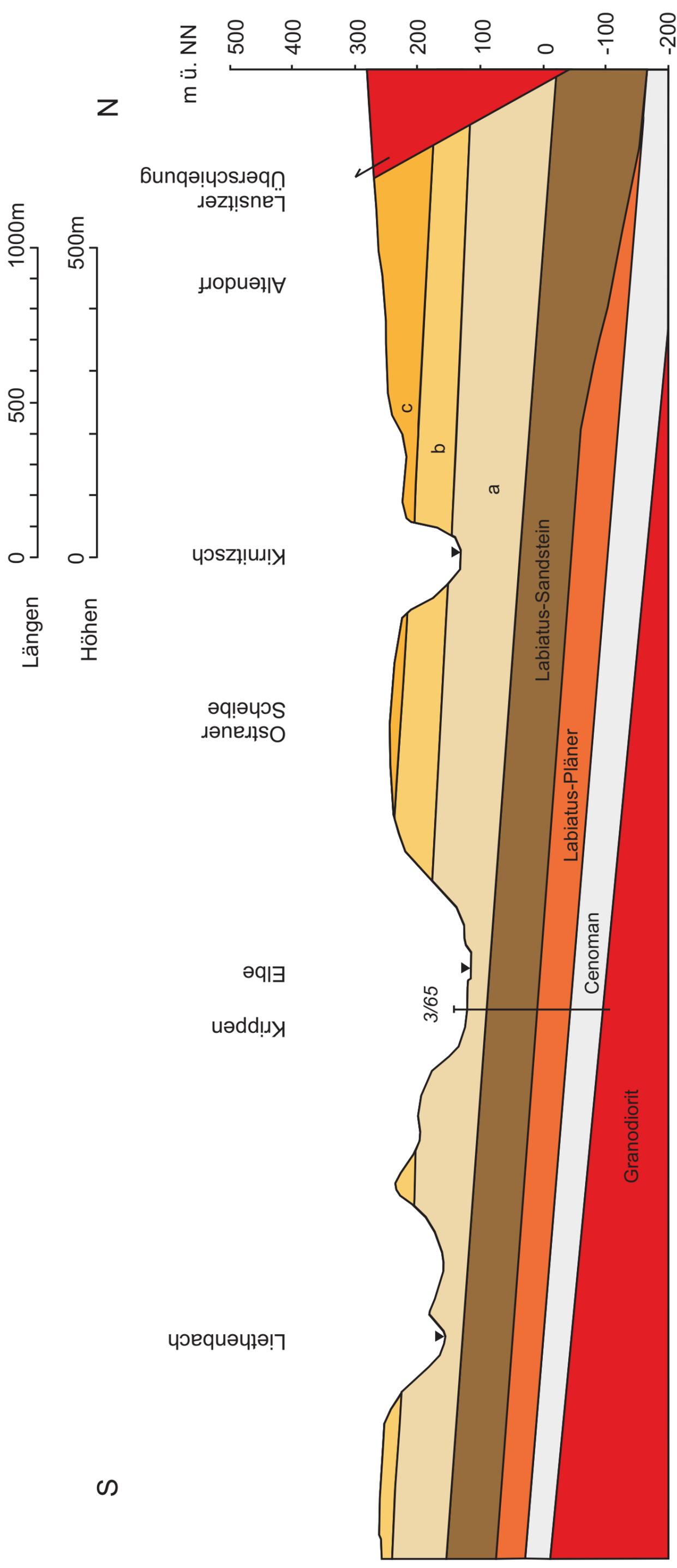
- 1 ... Liethenbach - Lausitzer Überschiebung
- 2 ... Krippenbach - Spegenhorn
- 3 ... Elbe - Großer Zschand
- 4 ... Altendorf - Nasser Grund - Zwieselhütte
- 5 ... Kirnitzsch/Hausberg - Grenze DL - CZ
- 6 ... Kirnitzsch/Rabensteine - Hinterhermsdorf
- 7 ... Kalkstraße - Benediktstein - Weißbach

Anhang 6: Legende zu den Profilschnitten

▼	Gewässerlauf		
—	Grenzhorizont		
	e-Stufe		<i>Schrammstein- Formation</i>
	d-Stufe	$\delta 2$	
	c-Stufe	$\gamma 3$	—
	b-Stufe		<i>Postelwitz- Formation</i>
	a-Stufe		—
	Labiatus-Sandstein		<i>Schmilka- Formation</i>
	Labiatus-Pläner		<i>Briesnitz- Formation</i>
	Cenoman		<i>Oberhäslich- Formation</i>
	Granodiorit		<i>Basement</i>

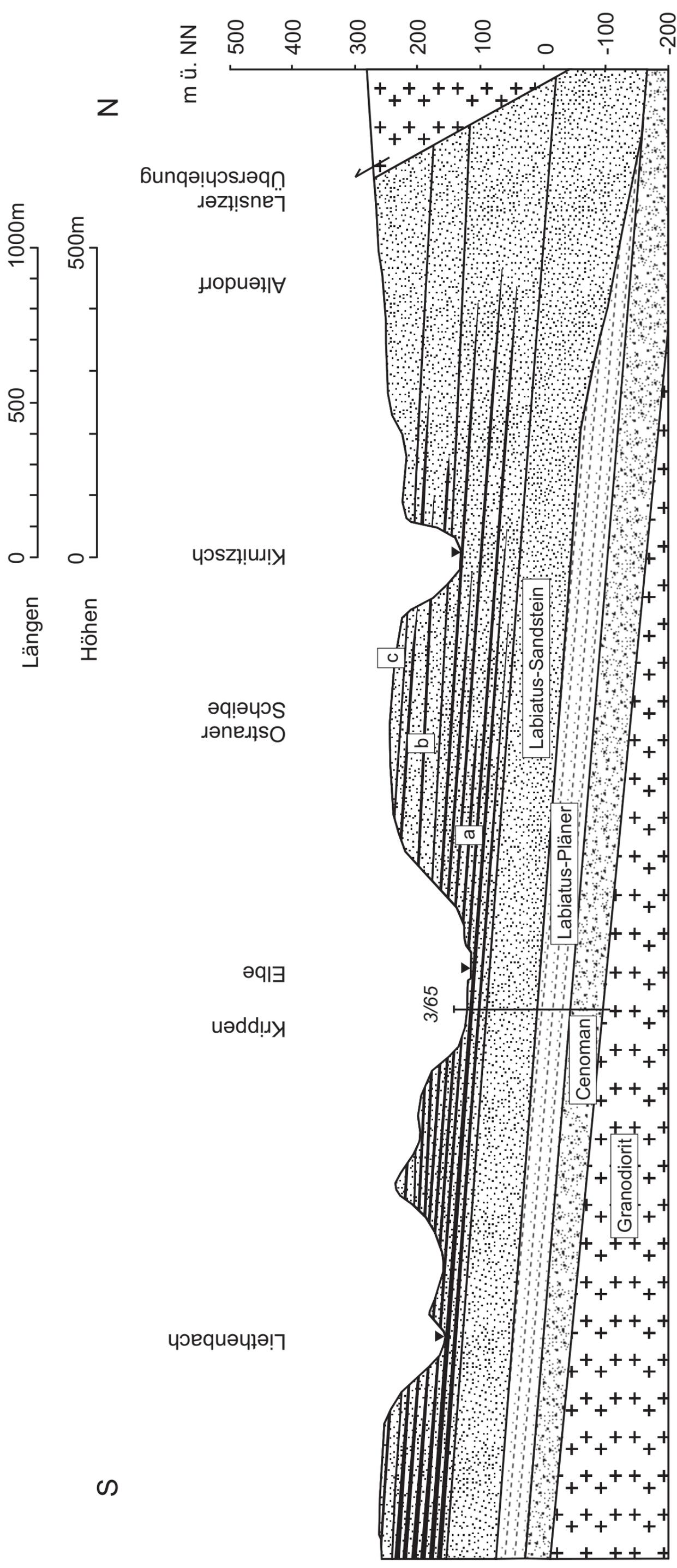
Geologischer Profilschnitt Nr. 1 (neu interpretiert nach Mibus)

Liethenbach - Krippen - Elbe - Ostrauer Scheibe - Kirnitzsch - Altendorf - Lausitzer Überschiebung



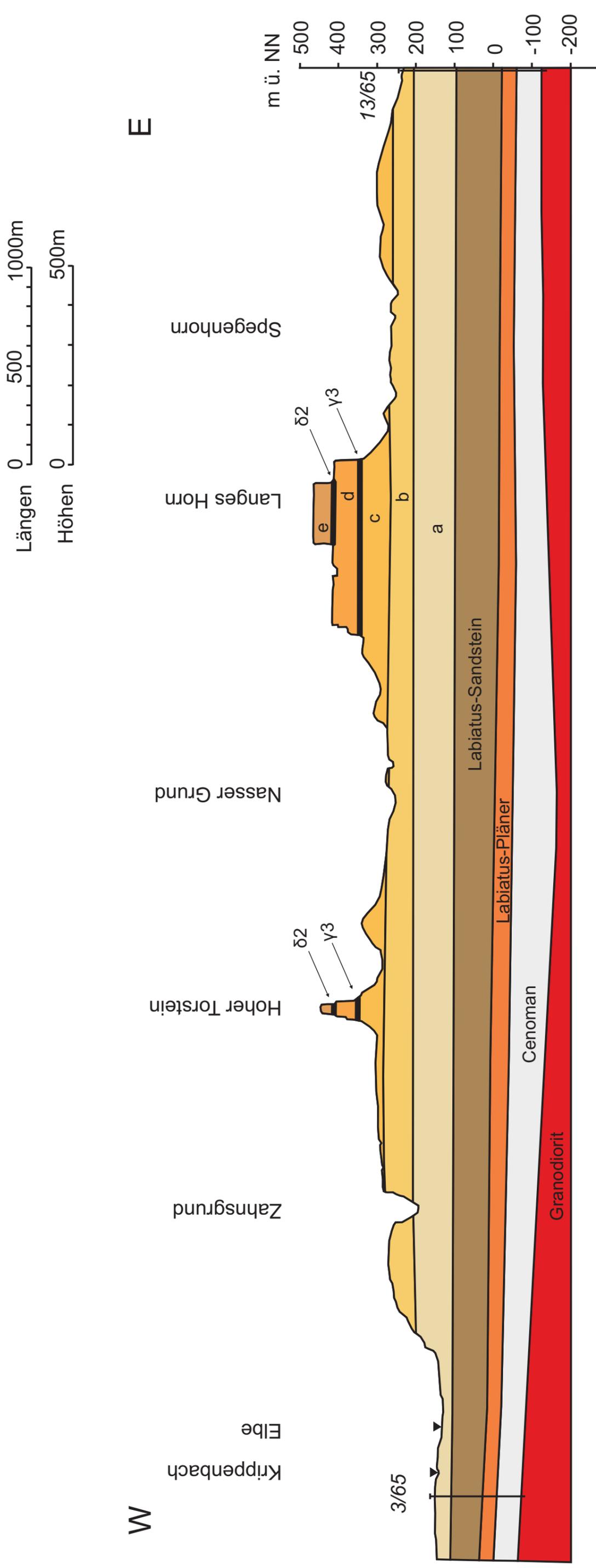
Geologischer Profilschnitt Nr. 1 (neu interpretiert nach Mibus)

Liethenbach - Krippen - Elbe - Ostrauer Scheibe - Kirnitzsch - Altendorf - Lausitzer Überschiebung



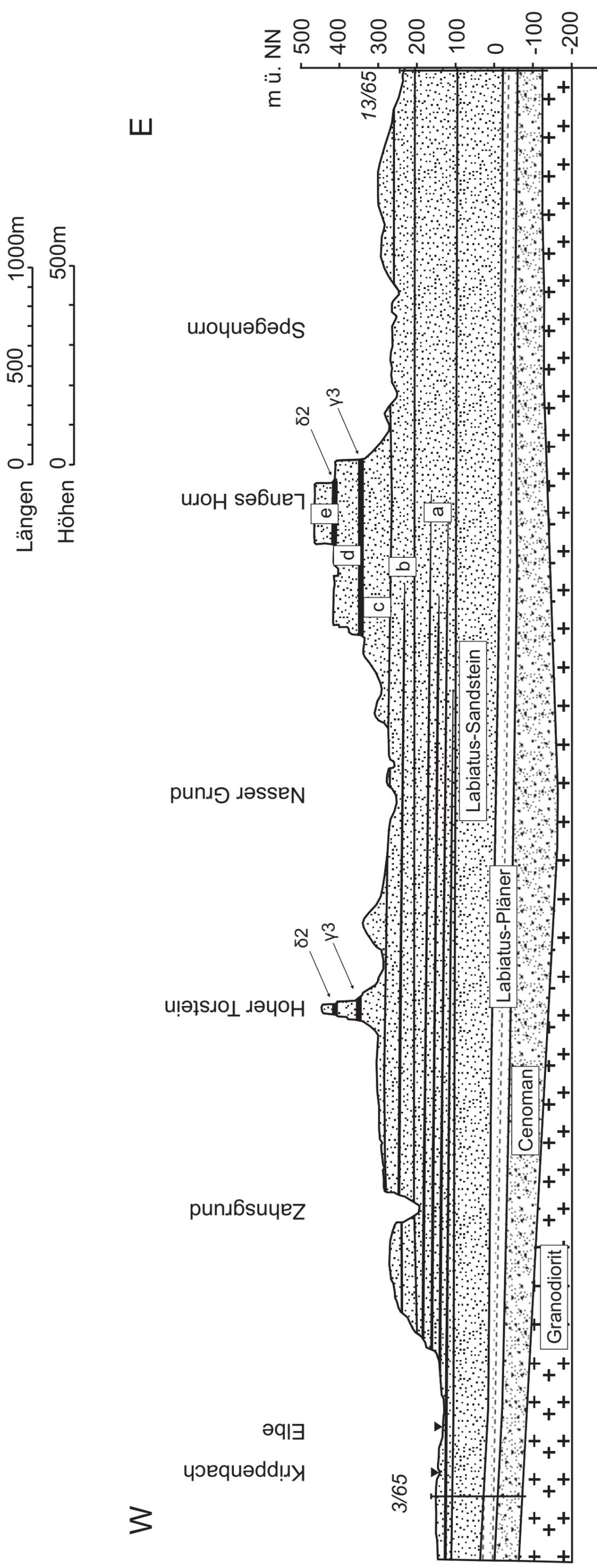
Geologischer Profilschnitt Nr. 2 (neu interpretiert nach Mibus)

Krippenbach - Elbe - Zahnsgund - Hoher Torstein - Nasser Grund - Langes Horn - Spegenhorn

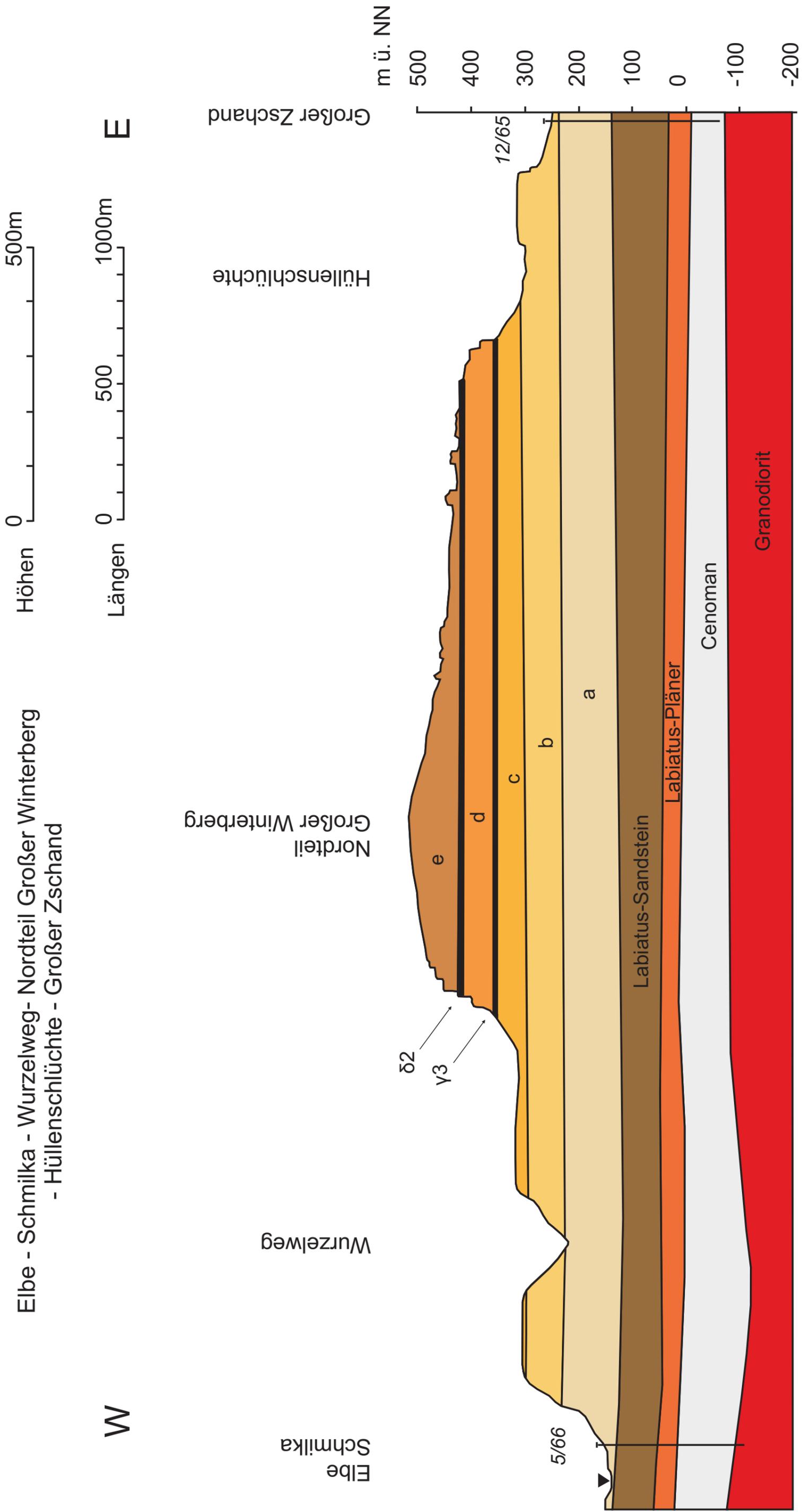


Geologischer Profilschnitt Nr. 2 (neu interpretiert nach Mibus)

Krippenbach - Elbe - Zahnsgrund - Hoher Torstein - Nasser Grund - Langes Horn - Spegehorn

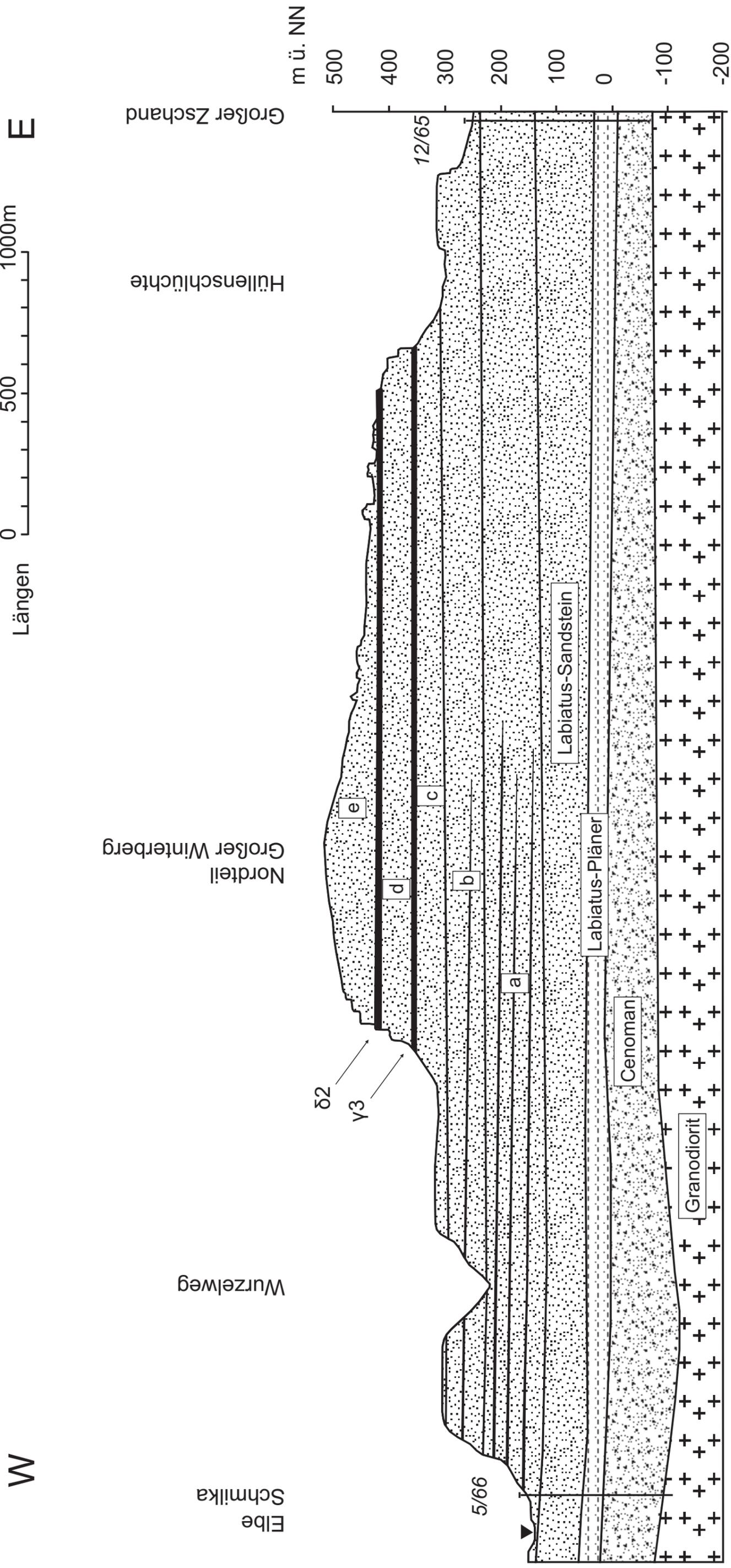


Geologischer Profilschnitt Nr. 3 (neu interpretiert nach Mibus)



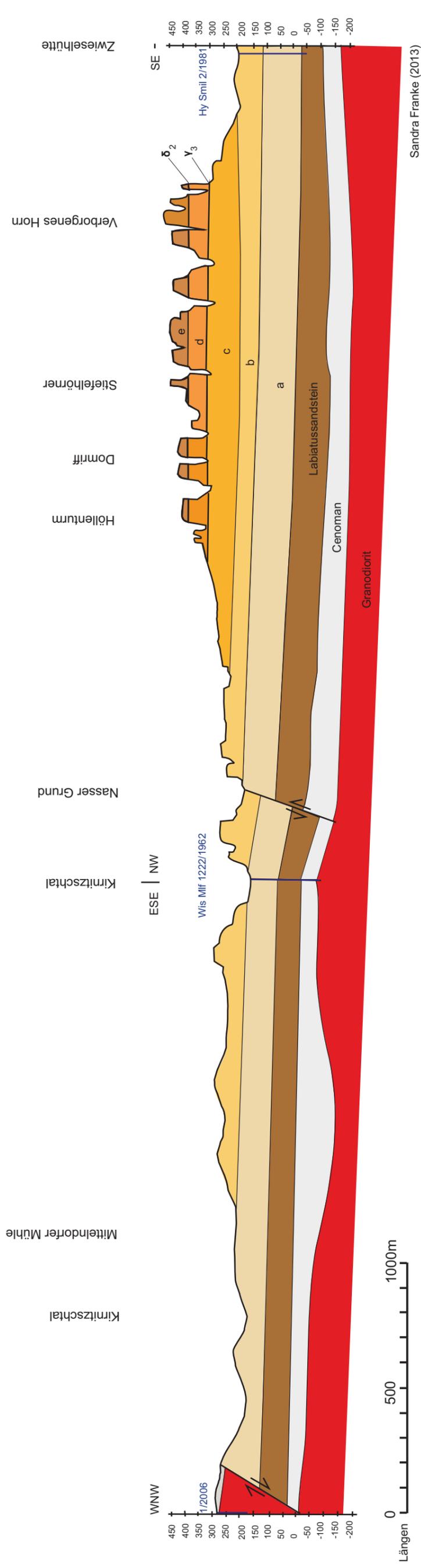
Geologischer Profilschnitt Nr. 3 (neu interpretiert nach Mibus)

Elbe - Schmilka - Wurzelweg - Nordteil Großer Winterberg
 - Hüllenschluchte - Großer Zschand



Geologischer Profilschnitt

Altendorf - Kirnitzschtal / Abzweig Nasser Grund - Zwieselhütte



Sandra Franke (2013)

Legende:

Störungen (nach Engelstädter 2000)

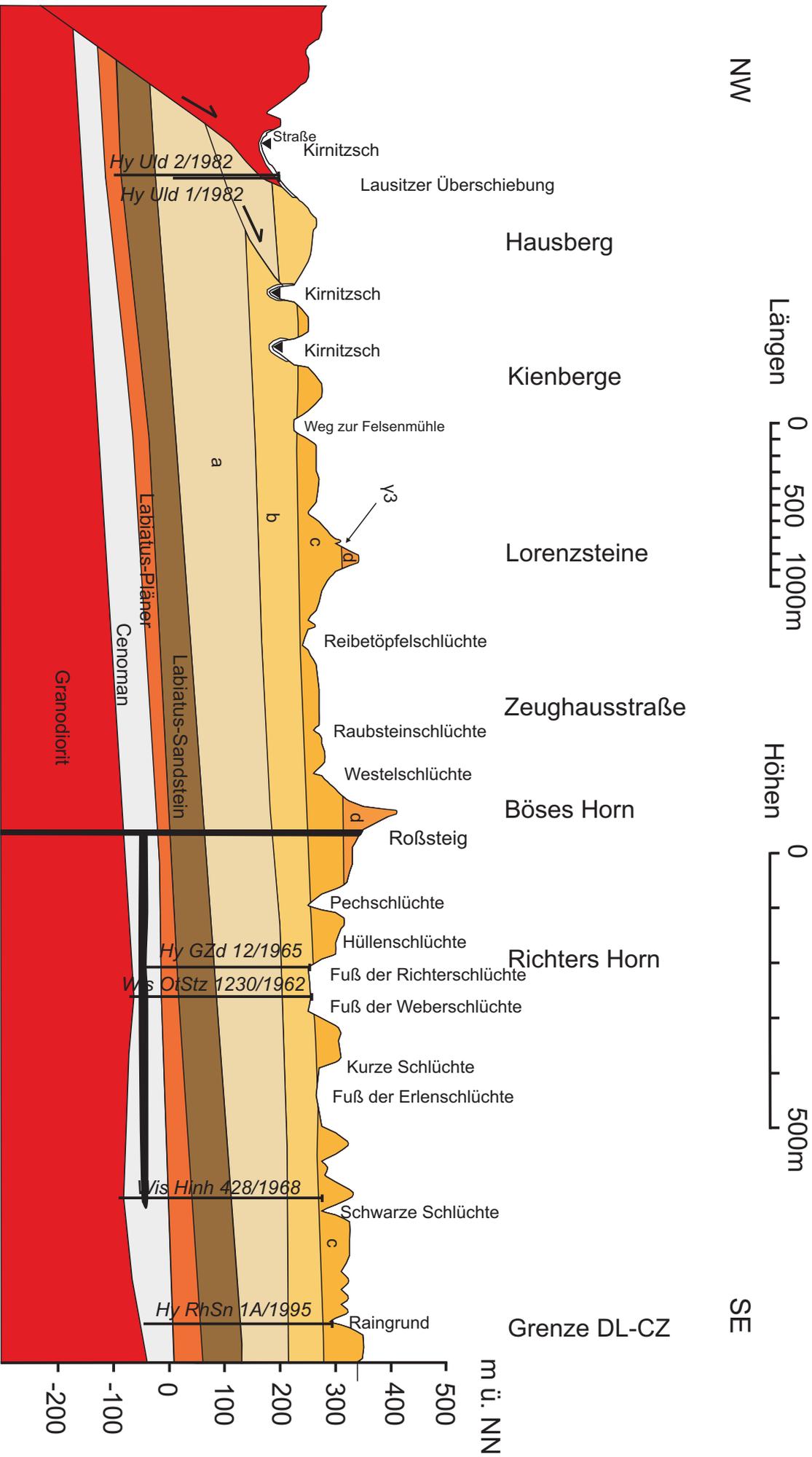
Wis Mif 1222/1962

Bohrung

- v3 - Sandstein e (Schrammsstein-Formation)
- Sandstein a - Sandstein c3 (Postelwitz-Formation)
- Unterturon (Schmilka-Formation)
- Cenoman (Oberhälsich-Formation)

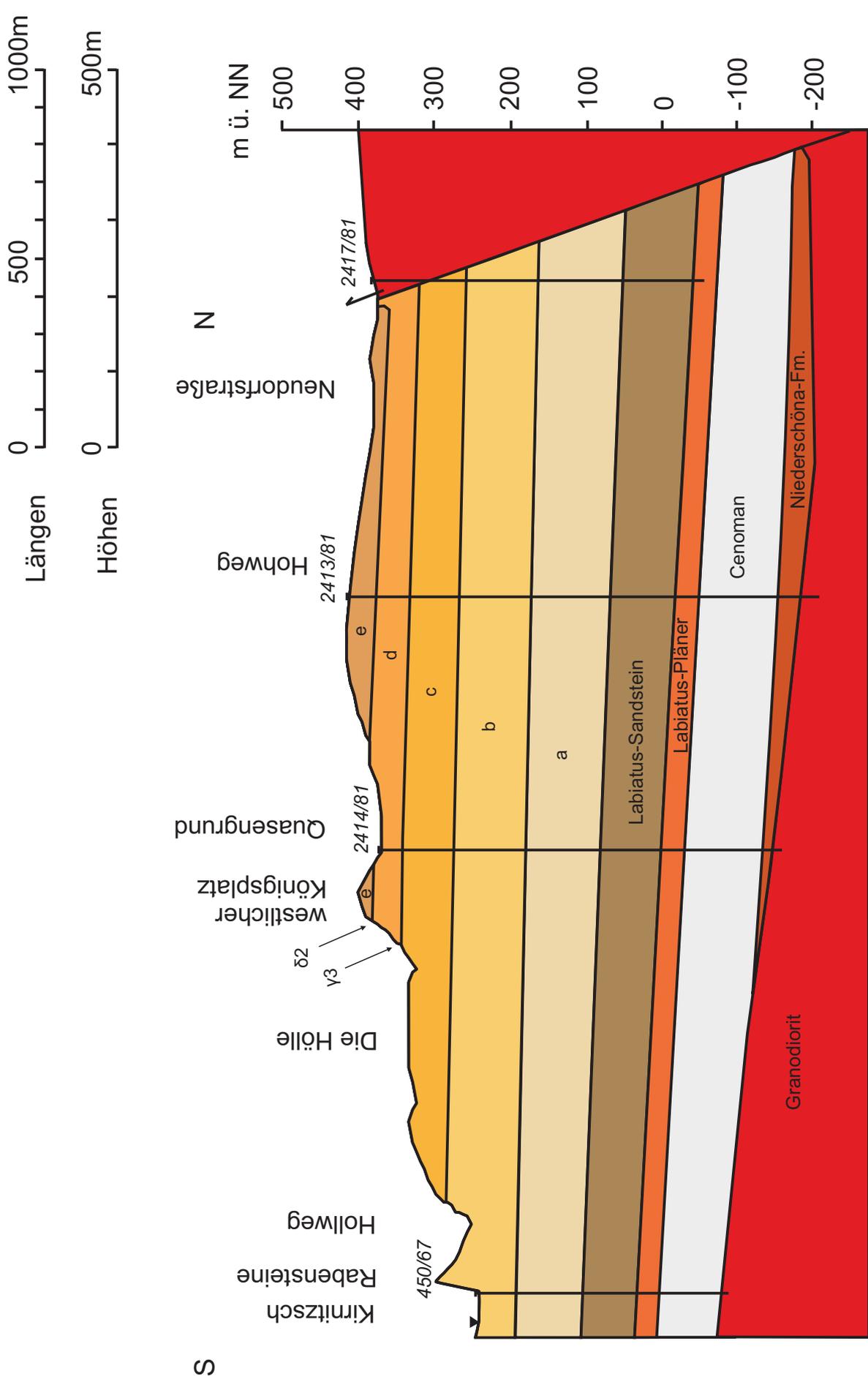
Geologischer Profilschnitt

Kirnitzsch - Hausberg - Lorenzsteine - Böses Horn - Richters Horn - Grenze DL-CZ

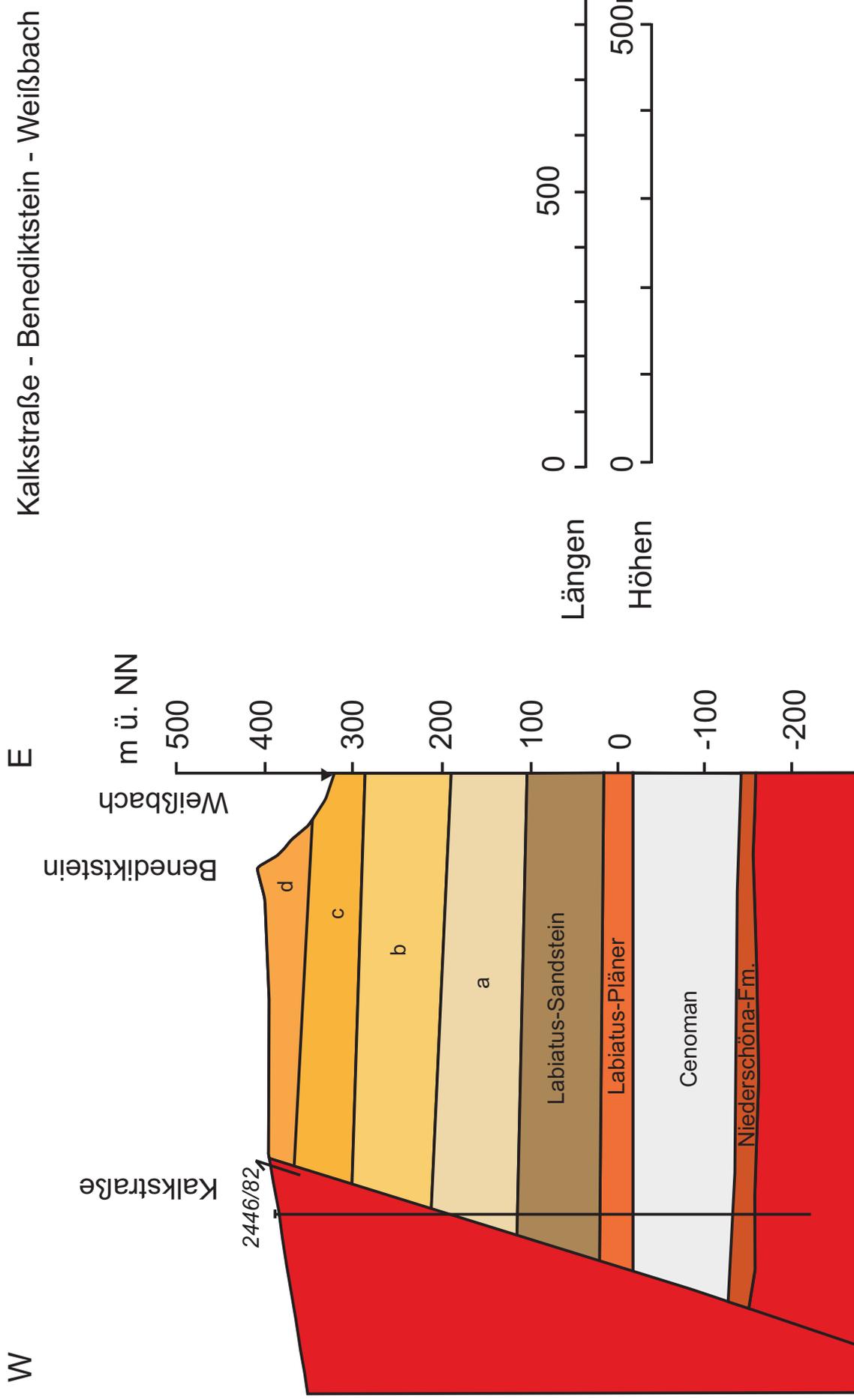


Geologischer Profilschnitt

Kirnitzsch - Rabensteine - Die Hölle - Königsplatz - Quasengrund - Hinterhermsdorf - Hinterhermsdorf



Geologischer Profilschnitt



**Geologische Karte des Zittauer Gebirges,
zusammengestellt nach Müller 1929 (aus
Pietzsch 1962), Neumann 2004, Torizin 2006**

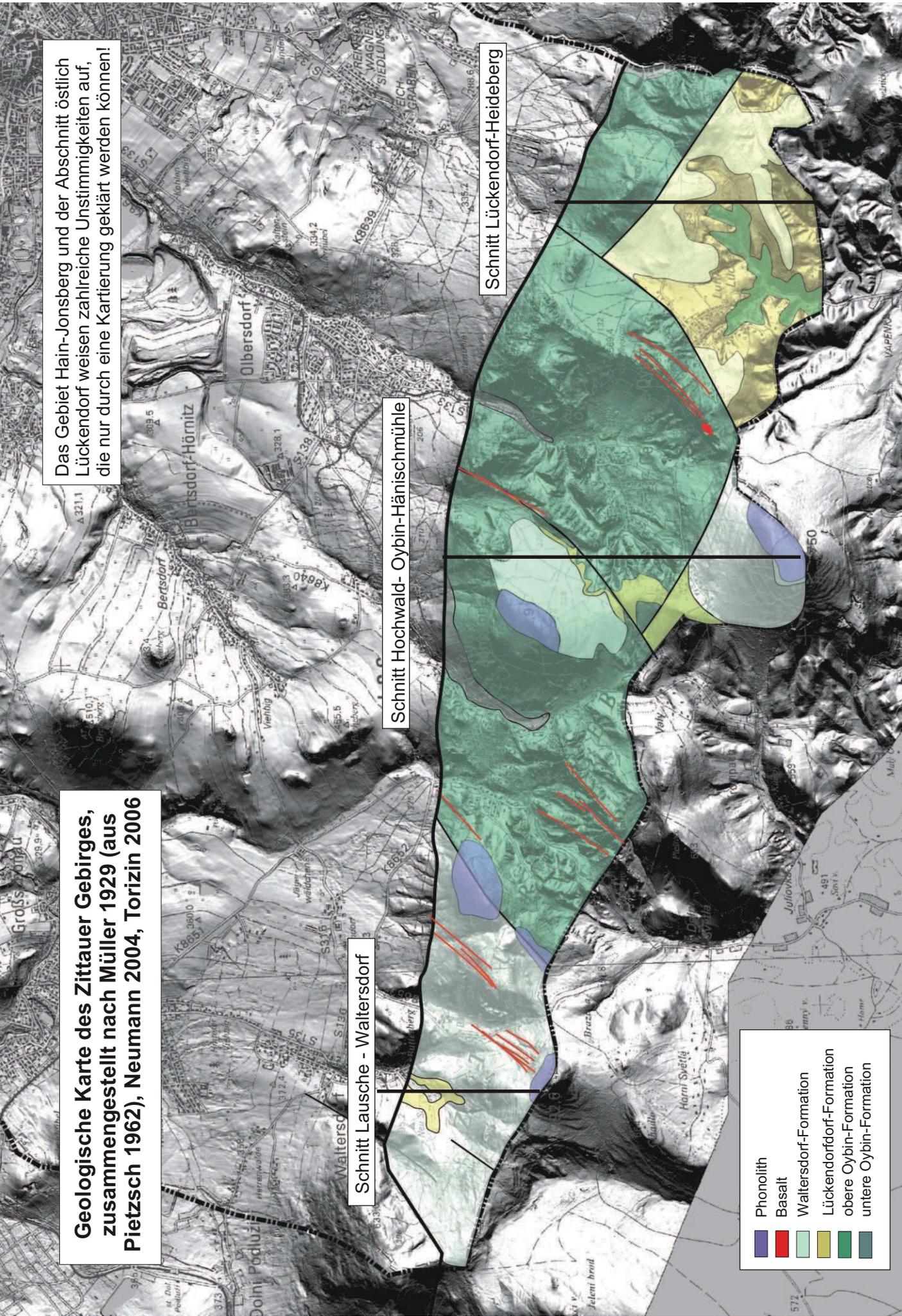
Das Gebiet Hain-Jonsberg und der Abschnitt östlich
Lückendorf weisen zahlreiche Unstimmigkeiten auf,
die nur durch eine Kartierung geklärt werden können!

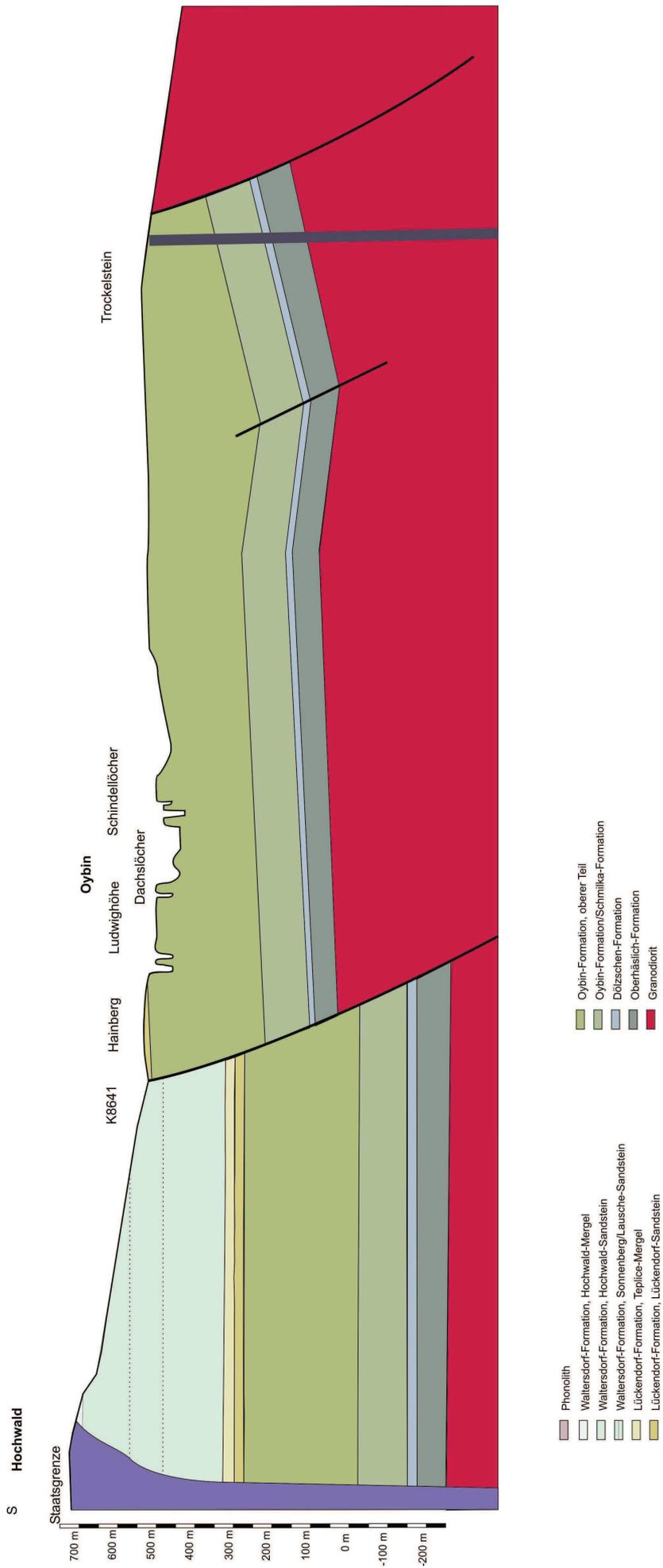
Schnitt Lausche - Waltersdorf

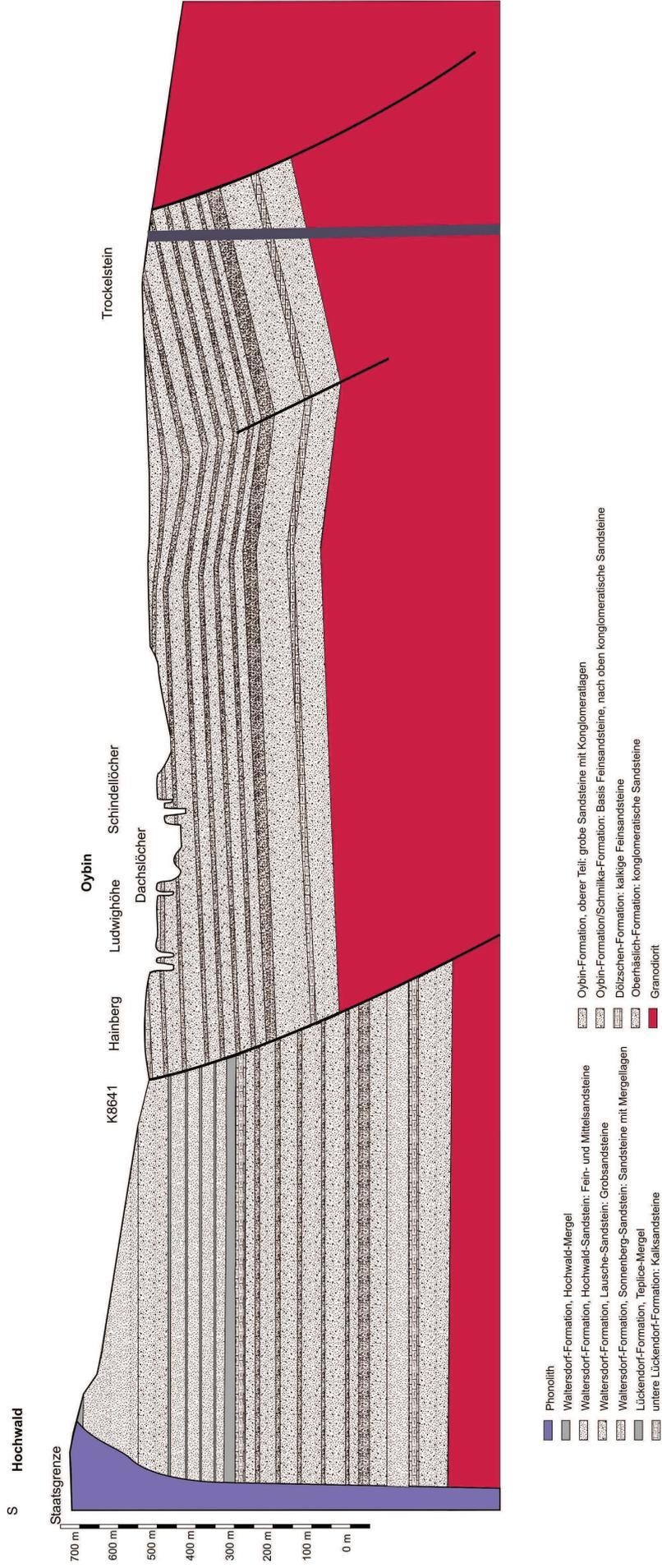
Schnitt Hochwald- Oybin-Hänischmühle

Schnitt Lückendorf-Heideberg

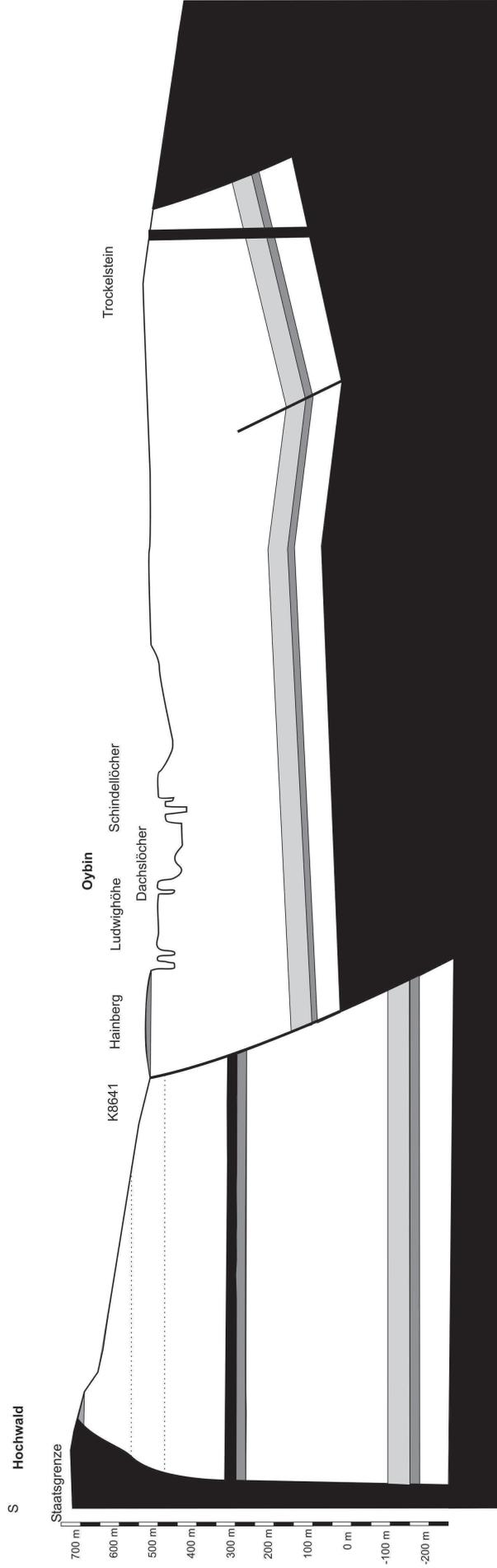
- Phonolith
- Basalt
- Waltersdorf-Formation
- Lückendorfer-Formation
- obere Oybin-Formation
- untere Oybin-Formation





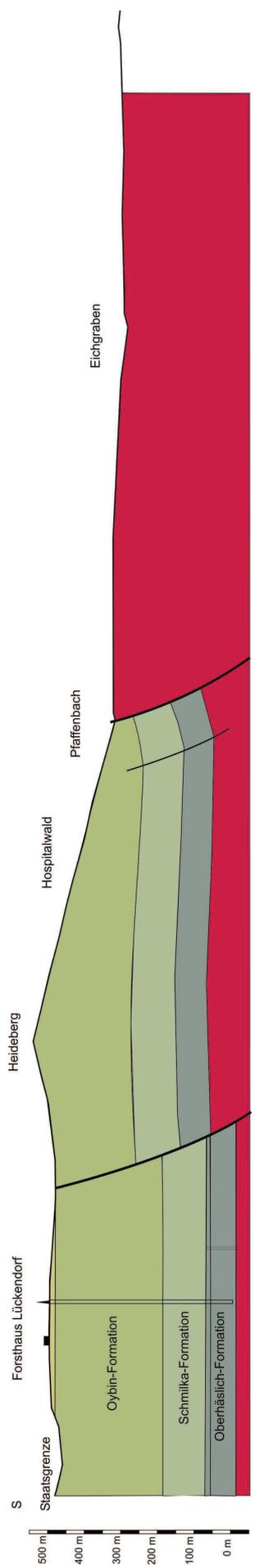


geologischer Schnitt (N-S)
 Hochwald - Oybin - Hänschmühle
 55.81.000

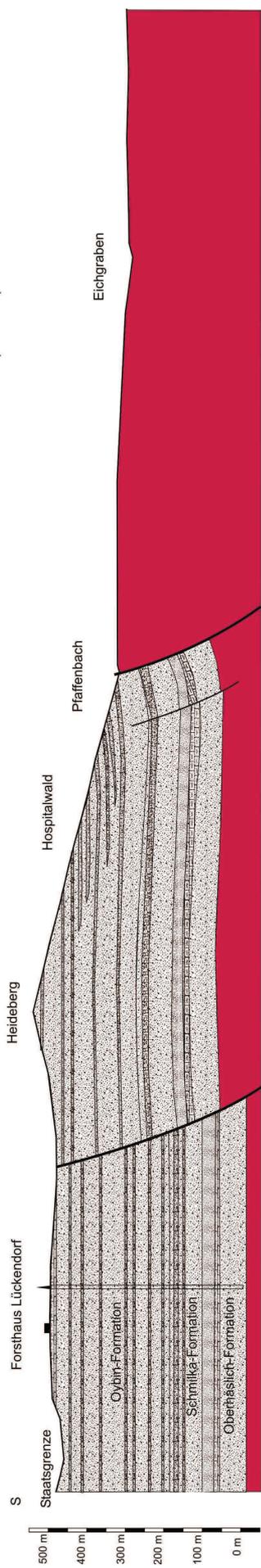


- Grundwasserleiter
- ▒ Geringleiter (Feinsandsteine)
- Geringleiter (Kaiksandsteine)
- Grundwasserstauer (Mergel, Granodiorit, Phonolith)

geologischer Schnitt (N-S) auf 55 85 000

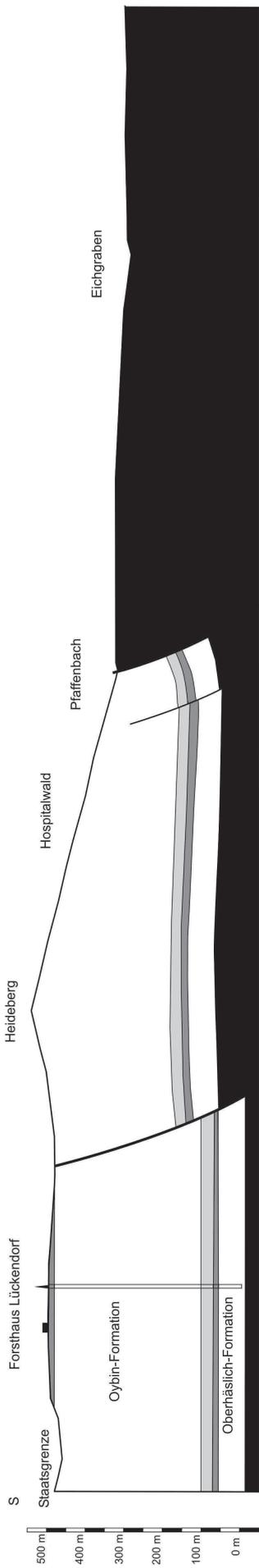


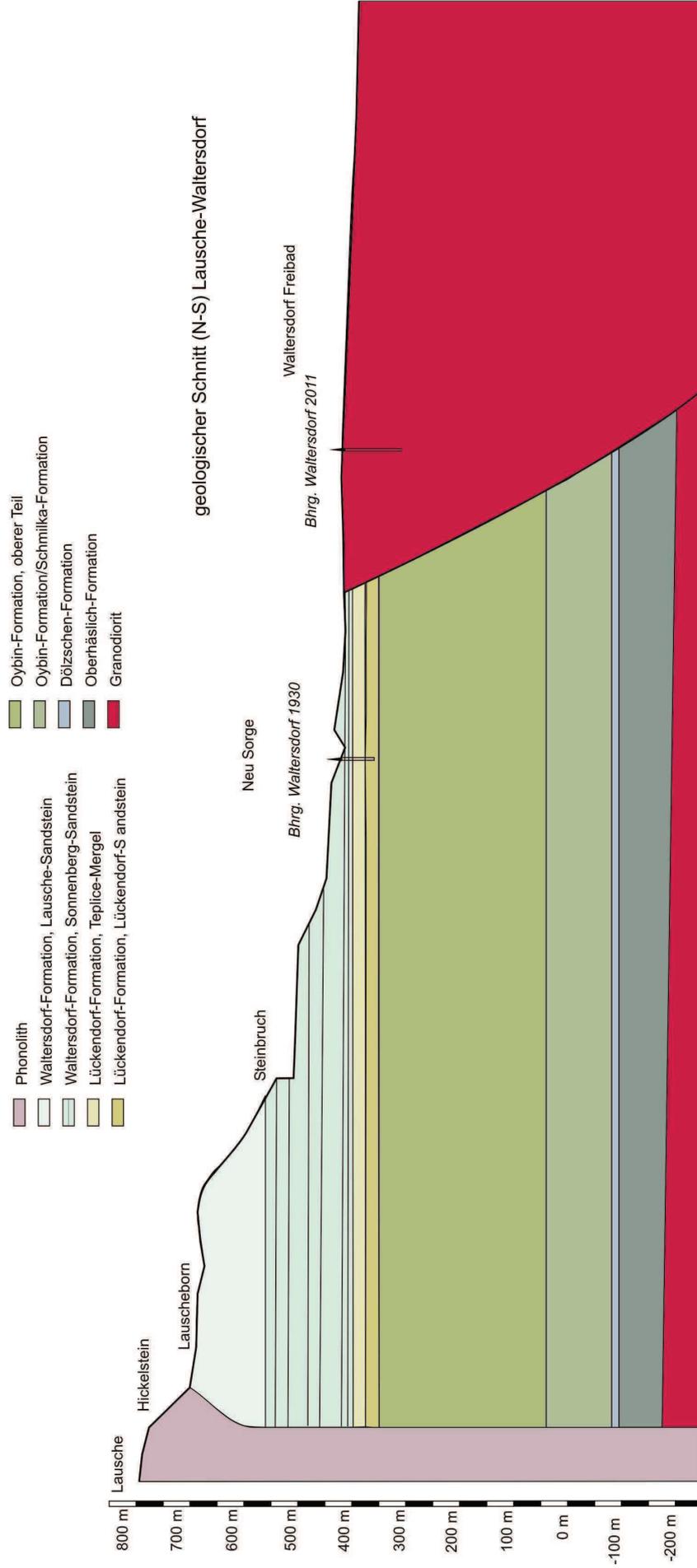
geologischer Schnitt (N-S) Lückendorf-Heideberg (55 85 000)

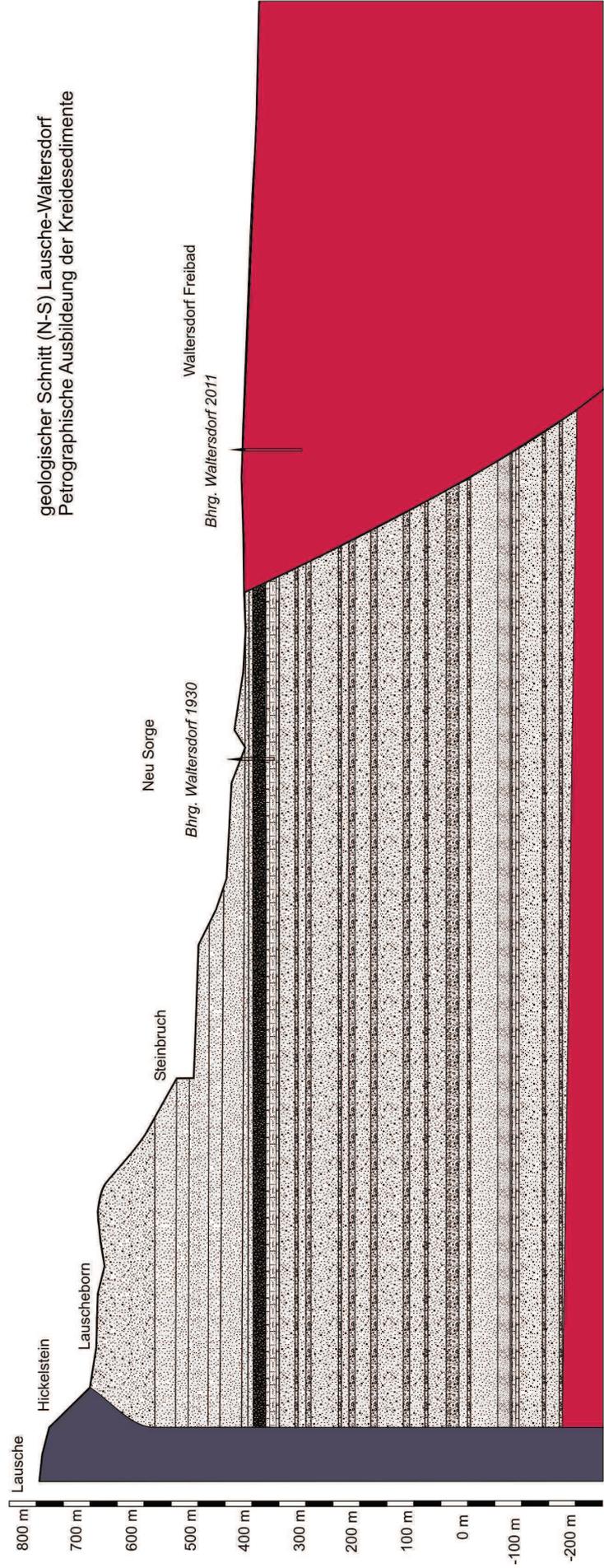


-  untere Lückendorf-Formation: Kalksandsteine
-  Oybin-Formation, oberer Teil: grobe Sandsteine mit Konglomeratlagern
-  Oybin-Formation, unterer Teil: Basis Feinsandsteine, nach oben konglomeratische Sandsteine
-  Schmilka-Formation
-  Oberhäslich-Formation
-  Grundmoräne
-  Döitzschen-Formation: kalkige Feinsandsteine
-  Oberhäslich-Formation: konglomeratische Sandsteine
-  Grundmoräne

geologischer Schnitt (N-S) Lückendorf-Heideberg
(55 85 000)



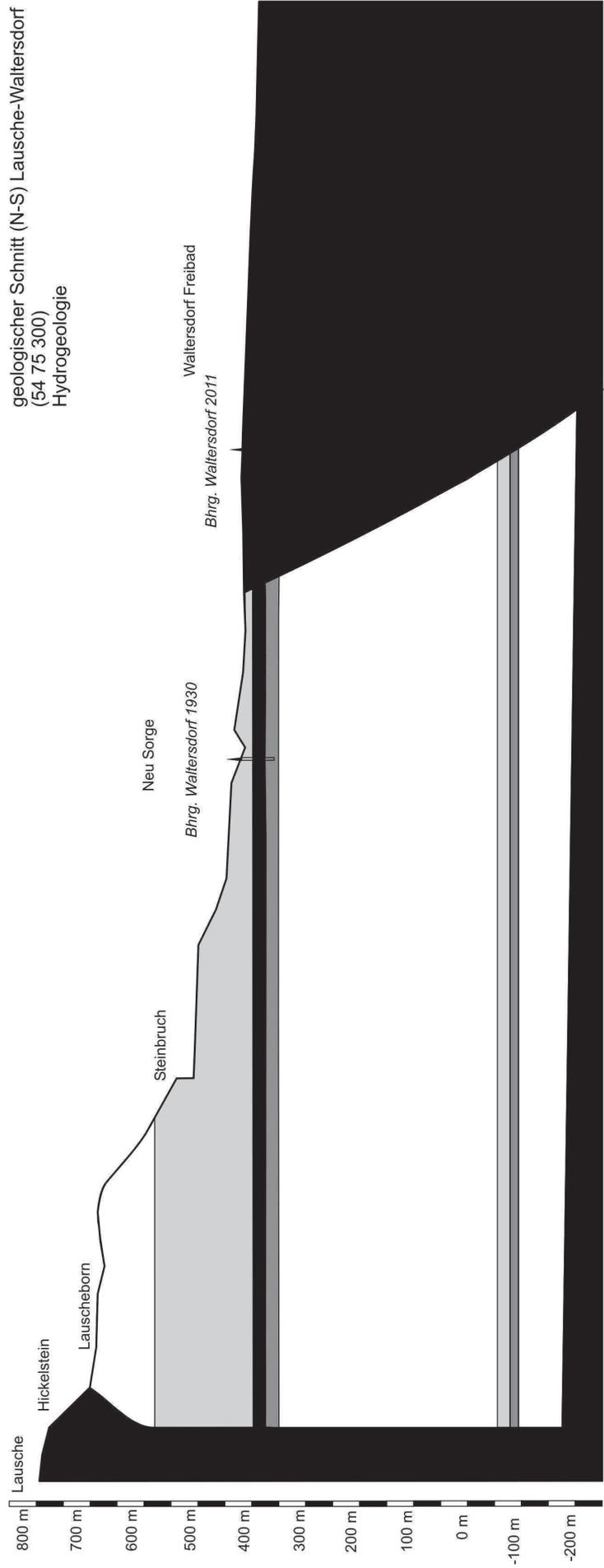




geologischer Schnitt (N-S) Lausche-Waltersdorf
 Petrographische Ausbildeung der Kreidesedimente

- | | | | |
|--|--|--|---|
| | Phonolith | | Oybin-Formation, oberer Teil: grobe Sandsteine mit Konglomeratlagen |
| | Waltersdorf-Formation, Lausche-Sandstein: mittel- bis grobkörniger Sandstein | | Oybin-Formation/Schmilka-Formation: Basis Feinsandsteine, nach oben konglomeratische Sandsteine |
| | Waltersdorf-Formation, Sonnenberg-Sandstein: Feinsandsteine mit Tonlagen | | Dölzchen-Formation: kalkige Feinsandsteine |
| | obere Lückendorf-Formation: sandige Mergel | | Oberhäslisch-Formation: konglomeratische Sandsteine |
| | untere Lückendorf-Formation: Kalksandsteine | | Granodiorit |

geologischer Schnitt (N-S) Lausche-Waltersdorf
 (54 75 300)
 Hydrogeologie



- Grundwasserleiter
- Geringleiter (Feinsandsteine)
- Geringleiter (Kalksandsteine)
- Grundwasserstauer (Mergel, Granodiorit, Phonolith)

ID	Aufschlussbez.	Bohrungsjahr	Datenquelle	Bohrungstiefe [m]	Hauptaufnahme	X_JTSK	Y_JTSK	X_UTM	Y_UTM	Koordinatenfindung	Höhensystem	Höhe	Bohrszweck
662093	J-12	2004	Ceska geologicka sluzba - Geofond	11	GF P108473	953178	743665	446204.133	5637467.095	digitalisiert von TK 10	aus der Karte ermittelt	120	Ingenieurgeologische Untersuchung, allgemein
65523	4002	1970	Ceska geologicka sluzba - Geofond	235	GF P022322	954470	740650	449358.9662	5636573.483	aus der Karte ermittelt	nicht festgelegtes System	197	Ingenieurgeologische Untersuchung, allgemein
65525	4007	1970	Ceska geologicka sluzba - Geofond	241	GF P022322	957210	742060	448313.0754	5633676.105	aus der Karte ermittelt	nicht festgelegtes System	275	Ingenieurgeologische Untersuchung, allgemein
65519	HV-1	1964	Ceska geologicka sluzba - Geofond	125.2	GF P016794 - GF P023650	958355	740093	450410.118	5632793.652	geprüft	nicht festgelegtes System	332.38	Hydrogeologische Untersuchung, allgemein
660504	HJ-1	2003	Ceska geologicka sluzba - Geofond	11	GF P107788	954506.7	743108.2	446926.7542	5636221.397	digitalisiert von Karte 1:500	Kronstaedter Pegel	127.03	Beobachtung [monitoring]
66793	LO-7	1968	Ceska geologicka sluzba - Geofond	505	GF P023137	950701	731412	458032.7821	5641496.238	digitalisiert	aus der Karte ermittelt	288	Erkundung
633953	DN-14/61	1961	Ceska geologicka sluzba - Geofond	91.6	GF P020264 - GF P098200	955704.95	744488.79	445711.9928	5634856.204	geprüft	Adria	133.04	Erkundung auf radioaktive Minerale
65513	HR-2	1964	Ceska geologicka sluzba - Geofond	24	GF P019910	953440	742520	447372.8728	5637354.408	aus der Karte ermittelt	nicht festgelegtes System	351.2	Erkundung auf radioaktive Minerale
633867	J-364146	1965	Ceska geologicka sluzba - Geofond	173	GF P020264 - GF P098200	954690.2	742862.31	447194.0834	5636071.064	geprüft	Adria	125.29	Erkundung auf radioaktive Minerale
633864	J-324160	1965	Ceska geologicka sluzba - Geofond	260.1	GF P098200	954498.12	740715.53	449297.615	5636537.19	geprüft	Adria	196.75	Erkundung auf radioaktive Minerale
633869	J-370199	1965	Ceska geologicka sluzba - Geofond	241	GF P098200	957245.19	742021.79	448355.4745	5633646.127	geprüft	Adria	281.95	Erkundung auf radioaktive Minerale
633866	J-357236	1970	Ceska geologicka sluzba - Geofond	233.5	GF P098200	958674.76	740686.82	449862.5072	5632400.387	geprüft	Adria	333.61	Erkundung auf radioaktive Minerale
633918	J-294188	1965	Ceska geologicka sluzba - Geofond	260.1	GF P098200	955181.59	738809.06	451275.3544	5636104.491	geprüft	Adria	235.65	Erkundung auf radioaktive Minerale
633948	J-187209	1979	Ceska geologicka sluzba - Geofond	423	GF P098200	953965.77	733473.76	456408.2388	5637995.016	geprüft	Adria	299.15	Erkundung auf radioaktive Minerale
633935	J-139165	1981	Ceska geologicka sluzba - Geofond	510	GF P098200	950987.71	732143.76	457344.2025	5641118.038	geprüft	Adria	286.98	Erkundung auf radioaktive Minerale
65528	V-2	1969	Patzeltova (2004)	100	GF FZ005068, GF P128315	954181	741988	447995.4325	5636688.143	k.A.	k.A.	177.57	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65355	P-1	1969	Patzeltova (2004)	50	GF FZ005068	954088	741958	448013.2291	5636784.191	k.A.	k.A.	184.32	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65350	V-6	1969	Patzeltova (2004)	50	GF FZ005068, GF P128315	954400	741939	448072.1341	5636477.331	k.A.	k.A.	166.28	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65416	K-8A2	1987	Patzeltova (2004)	90	GF P070796, GF P128315	954348	741917	448087.2654	5636531.707	k.A.	k.A.	168.55	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65517	K-8	1960	Patzeltova (2004)	51.5	GF P015740, GF P104800, GF P120614, GF V075818	954310	741905	448094.2813	5636570.919	k.A.	k.A.	150	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65527	V-1	1969	Patzeltova (2004)	50	GF FZ005068, GF P087272, GF P128315	954415	741991	448022.5106	5636455.783	k.A.	k.A.	163.79	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65354	K-8A	1969	Patzeltova (2004)	86	GF FZ005068, GF P128315, GF P132922	954351	741925	448079.72	5636527.705	k.A.	k.A.	167.55	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65352	V-8	1969	Patzeltova (2004)	75	GF FZ005068, GF P128315	954175	741567	448412.018	5636748.159	k.A.	k.A.	180.59	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65529	V-3	1969	Patzeltova (2004)	50	GF FZ005068, GF P120614, GF P128315	954235	741713	448274.9874	5636669.928	k.A.	k.A.	176.78	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65411	V-3A	1989	Patzeltova (2004)	120	GF P070796, GF P128315	954601	740620	449405.5308	5636447.47	k.A.	k.A.	199.63	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65415	K-1A2	1987	Patzeltova (2004)	117	GF P070796, GF P128315, GF P129642	954098	741276	448690.6101	5636861.865	k.A.	k.A.	189.02	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65516	K-1	1960	Patzeltova (2004)	40	GF P015740, GF P023650, GF P104800	954080	741270	448694.2464	5636880.48	k.A.	k.A.		Wasserwirtschaftliches Monitoring
65530	V-4	1969	Patzeltova (2004)	100	GF FZ005068, GF P128315	954131	741357	448614.5494	5636818.748	k.A.	k.A.	184.92	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65412	V-4A	1989	Patzeltova (2004)	112	GF P070796, GF P120614, GF P128315	954145	741399	448574.711	5636799.476	k.A.	k.A.	184.5	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65531	V-5	1969	Patzeltova (2004)	100	GF FZ005068, GF P128315	954271	740951	449035.0147	5636732.102	k.A.	k.A.	192.04	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65356	P-2	1969	Patzeltova (2004)	50	GF FZ005068	954573	740327	449692.3978	5636512.857	k.A.	k.A.	210.87	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65351	V-7	1969	Patzeltova (2004)	131	GF FZ005068, GF P087272	954685	740320	449713.7215	5636402.726	k.A.	k.A.	166.28	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65353	K-1A	1969	Patzeltova (2004)	122	GF FZ005068, GF P087272, GF P128315, GF P129642, GF P132922	954100	741273	448693.8409	5636860.268	k.A.	k.A.	188.41	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65413	V-5A	1987	Patzeltova (2004)	116.5	GF P070796, GF P128315	954283	740948	449039.5298	5636720.592	k.A.	k.A.	192.68	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65414	V-7A	1988	Patzeltova (2004)	130	GF P070796, GF P128315, GF P132922	954688	740332	449702.2107	5636398.211	k.A.	k.A.	205.79	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65512	HR-1	1964	Patzeltova (2004)	80	GF P019910	5639287.22	3451739.03	451650	5636900	k.A.	k.A.	344.94	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65357	P-3	1969	Patzeltova (2004)	50	GF FZ005068	954834	739488	450557.6528	5636361.872	k.A.	k.A.	226.01	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65518	K-9	1963	Patzeltova (2004)	51	GF P015740, GF P023650, GF P097539, GF P099390, GF P104800, GF P125648	955210	738715	451372.2484	5636088.408	k.A.	k.A.	230	Wasserwirtschaftliches Monitoring
65526	M-1	1967	Patzeltova (2004)	120	GF V056683, GF P128315, GF P129642	955200	738920	451167.7398	5636071.992	k.A.	k.A.	236.68	Wasserwirtschaftliches Monitoring
61327	DKP-26	1976	Patzeltova (2004)	110	GF FZ005870, GF P096086, GF P097539, GF P099390, GF P101304, GF P104334, GF P125648	956347	737558	452665.2578	5635109.86	k.A.	k.A.	213.47	Wasserwirtschaftliches Monitoring
61369	K-7	1960	Patzeltova (2004)	62.3	GF P015740, GF P023650, GF P097539, GF P099390, GF P104800, GF P107158, GF P120614, GF P125648	956330	737090	453127.0191	5635186.822	k.A.	k.A.	220	Wasserwirtschaftliches Monitoring
61295	V-1991	1976	Patzeltova (2004)	24	GF P025617, GF P097539, GF P120614, GF P120843, GF P124879, GF P125648, GF P128315	952972	734910	454856.8258	5638795.698	k.A.	k.A.	247.59	Wasserwirtschaftliches Monitoring
61328	DKP-27	1976	Patzeltova (2004)	80	GF FZ005870, GF P096086, GF P097539, GF P099390, GF P101304, GF P104334, GF P125648	953882	734501	455379.1533	5637946.123	k.A.	k.A.	255.67	Wasserwirtschaftliches Monitoring
66783	LO-7JC	1968	Patzeltova (2004)	496	GF P021881, GF P023608, GF P053200, GF P066469, GF P097539, GF P103798, GF P116894, GF P120843, GF P124879, GF P125648, GF P128315	950702	731380	458064.6325	5641499.357	k.A.	k.A.	288.77	Wasserwirtschaftliches Monitoring

ID	Aufschlussbez.	Bohrungsjahr	Datenquelle	Bohrungstiefe [m]	Hauptaufnahme	X_JTSK	Y_JTSK	X_UTM	Y_UTM	Koordinatenfindung	Höhensystem	Höhe	Bohrszweck
59624	SK-9C	1983	Česká geologická služba - Geofond	645	GF FZ006234 - GF P030078 - GF P066469	966160.60	719171.00			surveyed	Baltic Sea after levelling	420.91	observation
626675	269499	1984	Česká geologická služba - Geofond	521.2	GF P098200	966570.36	704587.79			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	491.34	for radioactive minerals
626689	323443	1984	Česká geologická služba - Geofond	333.1	GF P098200	966935.97	702664.43			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	458.87	for radioactive minerals
626728	249475	1984	Česká geologická služba - Geofond	580.1	GF P098200	967295.52	704644.25			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	410.79	for radioactive minerals
626754	185501	1985	Česká geologická služba - Geofond	676.1	GF P098200	967692.76	706338.32			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	426.58	for radioactive minerals
633988	641097	1982	Česká geologická služba - Geofond	226	GF P098200	958938.69	719950.91			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	492.51	for radioactive minerals
633989	00641097I	1982	Česká geologická služba - Geofond	784.6	GF P098200	958938.69	719950.91			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	492.51	for radioactive minerals
633991	01001021A	1979	Česká geologická služba - Geofond	840	GF P098200	961064.11	719625.43			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	539.22	for radioactive minerals
633992	28719	1980	Česká geologická služba - Geofond	535	GF P098200	966220.81	713808.47			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	390.38	for radioactive minerals
633993	59633	1980	Česká geologická služba - Geofond	606	GF P098200	966750.72	710804.42			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	411.73	for radioactive minerals
633999	074903A	1985	Česká geologická služba - Geofond	790	GF P098200	963095.96	717374.25			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	521.71	for radioactive minerals
634000	87763	1978	Česká geologická služba - Geofond	556	GF P098200	963686.63	712107.20			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	491.61	for radioactive minerals
634001	104699	1987	Česká geologická služba - Geofond	726	GF P098200	967711.95	715152.10			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	364.67	for radioactive minerals
634004	127575	1984	Česká geologická služba - Geofond	619.6	GF P098200	966959.13	708582.81			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	468.03	for radioactive minerals
634005	133645	1983	Česká geologická služba - Geofond	664.7	GF P098200	965443.47	709434.69			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	490.51	for radioactive minerals
634006	188733	1983	Česká geologická služba - Geofond	702	GF P098200	968221.30	717339.49			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	365.45	for radioactive minerals
634007	189581	1983	Česká geologická služba - Geofond	505	GF P098200	965985.53	707395.16			surveyed	Adriatic Sea - Lišov	402.25	for radioactive minerals
69202	J-019835	1978	Česká geologická služba - Geofond	615.8	GF FZ006234 - GF P030104	963175.80	714469.20			surveyed	Baltic Sea after levelling	468.59	hydrogeological



Leistungsbeschreibung

Entwicklung zweier 3D-Modelle hydrogeologischer Körper im sächsisch – böhmischen Grenzgebiet im Rahmen des Ziel 3 – Projektes GRACE

GRACE	Groundwater Absence in Cretaceous Sandstone Aquifers – Gemeinsam genutzte Grundwasserressourcen im Tschechisch – Sächsischen Grenzgebiet
EU-Programm	Ziel 3/ Cíl 3: Programm zur Förderung der grenzübergreifenden Zusammenarbeit 2007-2013 zwischen dem Freistaat Sachsen und der Tschechischen Republik
Lead – Partner	VUV Forschungsinstitut für Wasser T. G. Masaryk, Prag
Projekt – Partner	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Referat 44 Oberflächen- und Grundwasser
Bearbeiter/Ansprechpartner	Mathias Hübschmann (Referatsleiter Hydrogeologie), LfULG, Referat 105 Hydrogeologie, Telefon: 03731/ 294 244, Fax: 03731/ 294 201 (Ansprechpartner Hydrogeologie) und Dr. Anna Katharina Böhm (Projektreferent GRACE), LfULG, Referat 44 Oberflächen- und Grundwasser, Telefon: 0351/ 8928 4406, Fax: 0351/ 8928 4099 (Ansprechpartner GRACE)

1 Veranlassung und Zielstellung

Im Zeitraum von November 2011 bis Juli 2014 läuft das über das Programm Ziel 3/ Cíl 3 geförderte Projekt „GRACE“: „Gemeinsam genutzte Grundwasserressourcen im Tschechisch – Sächsischen Grenzgebiet“. Lead – Partner ist das Tschechische Wasserforschungsinstitut VUV T. G. Masaryk in Prag. Projektpartner auf deutscher Seite ist das LfULG, Referat 44 Oberflächen- und Grundwasser. Veranlassung für das Projekt sind die seit Jahren sinkenden Grundwasserstände in Teilen der Sächsisch-Böhmischen Schweiz und im Zittauer Gebirge. Ziel des Projektes ist die Ursachenklärung der sinkenden Grundwasserstände sowie die Ableitung einer gemeinsamen Strategie für die Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen.

Im Rahmen des Projektes ist daher für die zwei Untersuchungsgebiete eine grenzüberschreitende, mathematisch – geohydraulische Modellierung des Grundwasserbewirtschaftungs-szenarios der vergangenen 40 Jahre geplant. Eine kartographische Übersicht zu den beiden Bearbeitungsgebieten zeigt Abbildung 1.

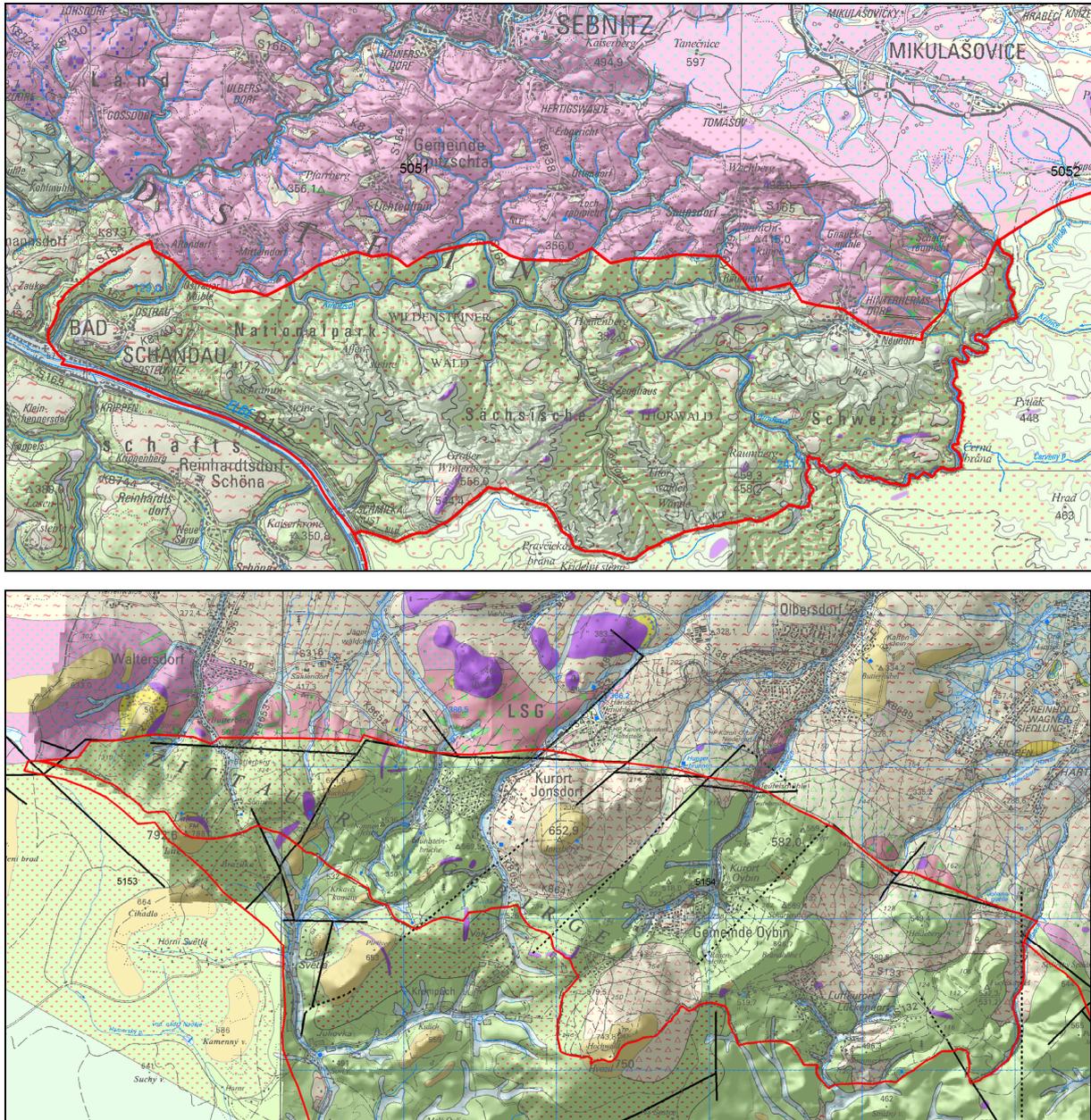


Abb. 1: Überblick der Bearbeitungsgebiete (nicht maßstäblich); oben: Gebiet Kirschitztal; unten: Gebiet Lückendorf

2 Art und Umfang der Leistungen, Hauptarbeitsschritte

Als Voraussetzung für die mathematisch – geohydraulische Modellierung durch den Lead Partner (VUV Forschungsinstitut für Wasser T. G. Masaryk, Prag) sind geologische Strukturmodelle und darauf aufbauend hydrogeologische Raummodelle für beide Bearbeitungsgebiete, die die lithologisch-faziellen, geometrischen und parametrischen Eigenschaften der Grundwasserleiter und Grundwasserstauer (Leiter – Stauer – Konfiguration) der Zielstellung

entsprechend beschreiben. Diese Modelle sollen für die deutschen Teilgebiete in zwei Arbeitsschritten erarbeitet werden:

Im ersten Arbeitsschritt – **nicht** Gegenstand dieser Leistungsbeschreibung – werden durch einen externen Experten für beide Gebiete geologisch-stratigraphische Normalprofile erstellt. Darauf aufbauend werden anschließend für die wesentlichen geologischen Schichten der Kreide Horizontkarten erstellt. Des Weiteren werden nach diesen Vorgaben wichtige Bohrungen neu stratifiziert sowie Profilschnitte angefertigt (analog).

In einem zweiten Arbeitsschritt, der Gegenstand dieser Leistungsbeschreibung ist, sollen aufbauend auf den genannten Vorarbeiten und unter Nutzung weiterer Informationen für beide Gebiete geologisch-hydrogeologische Strukturmodelle entwickelt werden. Als Arbeitsgrundlage wird die „Methodik der hydrogeologischen Spezialkartierung Sachsen“ in der aktuell gültigen Fassung im Sinne eines Pflichtenheftes vorgegeben, sie ist verbindlicher Bestandteil der Ausschreibungsunterlagen und wird an die Bieter mit übergeben.

Die vorliegende Leistungsbeschreibung regelt projektspezifisch, fachliche und datentechnische Besonderheiten der vorgesehenen Bearbeitung des ausgeschriebenen Projektes und bildet damit gleichzeitig die kalkulatorische Grundlage für die Angebotserstellung. Die sich aus der Methodik zur hydrogeologischen Spezialkartierung in Sachsen für den Gesamtablauf der Bearbeitung ergebende prinzipielle Bearbeitungsreihenfolge, reduziert auf die im vorliegenden Projekt notwendigen Arbeitsschritte, ist nachfolgend sinngemäß zusammengefasst:

1. Datenübernahme (von LfULG sowie Auftragnehmer/ Experte des Vorprojektes), Sichtung und Auswertung der Daten
2. Ergänzende Recherche/ Bestandsaufnahme (nur im LfULG) sowie deren Auswertung
3. Entwicklung der hydrogeologischen Normalprofile (HNP) für beide Gebiete auf der Grundlage der übergebenen geologisch-stratigraphischen Normalprofile und unter Berücksichtigung der Tektonik
4. Präzisierung der räumlichen Abgrenzung der Testgebiete
 - ➔ Prüfung (Punkte 2 – 4) durch LfULG → Freigabe weitere Arbeitsschritte
5. Bohrdatenaktualisierung/ Anpassung an die Erfordernisse der 3D-Modellierung (inkl. Erfassungsleistungen) und Codierung für die 3D-Umgebung
6. Komplettierung/ Ergänzung aller gemäß HNP relevanten Verbreitungsflächen unter Zugrundelegung der bereits vorliegenden geologischen Verbreitungsflächen
 - ➔ Datenprüfung (Punkte, Flächen) durch LfULG → Freigabe Konstruktion
7. Konstruktion der Hydrogeologischen Körper (HGK) gemäß Methodik
 - ➔ Prüfung der HGK durch LfULG → Abnahme
8. Fehlerbereinigung und Vorlage Gesamtergebnis

Die in der Methodik genannten Arbeitsschritte bzw. Leistungen – *geologische und hydrogeologische Schnitte* sowie *Schutzfunktion der GW-Überdeckung* – sind nicht Gegenstand dieser Bearbeitung.

3 Recherche, Datenaktualisierung und Neuerfassung

Die nachfolgende Tabelle (Tab. 1) zeigt eine Übersicht zum gegenwärtigen digitalen Datenbestand der zu bearbeitenden Gebiete mit Stand vom 25.07.2012. Dazu werden folgende wichtige Hinweise für die Kalkulation gegeben:

Tab. 1: Aktueller Bohrungsdatenbestand in den Bearbeitungsgebieten

	Gebiet Kirnitzsch	Gebiet Lückendorf
Flächengröße der Bearbeitungsgebiete ¹	ca. 65 km ²	ca. 28 km ²
Aufschlüsse ohne digitales SVZ	6	62 ²
Aufschlüsse mit digitalem SVZ	200	24
davon Tiefen:		
≤ 5 m	88	0
>5 - ≤ 10 m	43	0
>10 - ≤ 20 m	9	0
>20 - ≤ 50 m	6	2
>50 - ≤ 100 m	6	6
>100 - ≤ 200 m	9	7
> 200 m	39	9
Aufschlüsse mit Ausbaudaten	21	11
Aufschlüsse mit Hinterfüllungsdaten	25	11
Aufschlüsse mit Pumpversuchen	2	0
Pumpversuche	2	0
Aufschlüsse mit hydrogeologischen Kennwerten	6	2
Hydrogeologische Kennwerte	9	5
Aufschlüsse mit Korngrößenanalysen	14	0
Korngrößenanalysen	19	0
Aufschlüsse mit GW-Info zum Bohrvorgang	94	2
GW-Info: Anzahl Messwerte	121	5

Der Erfassungsgrad der Stammdaten für beide Gebiete beträgt bezüglich des Fluraktenarchives, des Einheitsblattarchives (1:10.000) und des WISMUT-Archives des LfULG nahezu 100%. Der Erfassungsgrad der Schichtdaten ist in beiden Gebieten unterschiedlich.

Gebiet Kirnitzsch

Der Erfassungsgrad der Schichtdaten beträgt nahezu 100%. Möglichkeiten für bisher nicht bekannte Bohrungen bestehen noch im Zuge der Recherche im Geologischen Archiv des LfULG aufgrund der inzwischen vollzogenen Eingliederung des ehemaligen Regionalarchives Radebeul (Altberichte, Gutachten etc.). Hierfür ist Punkt 1 der Aufgabenbeschreibung in Kapitel 2 vorgesehen.

¹ Zum Vergleich: Die Fläche eines Kartierungsblattes M 1:50 000 beträgt etwa 490 km²

² Diese Bohrungen werden derzeit im Rahmen eines Werkvertrages durch einen Dienstleister mit UHYDRO32 erfasst

Gebiet Lückendorf

Der Erfassungsstand der Schichtdaten ist gering. Eine Recherche im Regionalarchiv Bautzen (ehemaliges Archiv der Stelle für Gebietsgeologie) nach Berichten/Gutachten mit bisher nicht erfassten Bohrungen/Messstellen/Brunnen usw. ist unbedingt erforderlich, da dieser Archivteil noch nicht in das Gesamtarchiv integriert werden konnte und einen isolierten Bestand (Altberichte, Gutachten etc.) darstellt. Im Rahmen eines derzeit laufenden Werkvertrages werden die im Geologischen Archiv vorhandenen Bohrungsdaten zum Raum Bautzen/Zittau mit UHYDRO32 flächendeckend erfasst. Entsprechend der erforderlichen Datenprüfung und Eingliederung in das Gesamtsystem werden diese Bohrungsdaten jedoch erst zum 01.04.2013 digital zur Verfügung stehen. Dies ist bei der Wahl der Bearbeitungstechnologie der beiden Gebiete sowie bei der Kalkulation des Gesamtaufwandes zu berücksichtigen.

Die vom Experten im Rahmen des vorausgehenden Vertrages neu stratifizierten Bohrungen (nur analog) werden durch das LfULG selbst in der Landesdatenbank aktualisiert und anschließend dem AN in UHYDRO32-Struktur zur Verfügung gestellt. Aufgrund dessen sind Neuerfassungen nur in einem geringen Umfang einzukalkulieren (siehe Tabelle 3). Als Termin für die Übergabe der durch den Experten stratigraphisch überarbeiteten Bohrungen gilt der 15.11.2012. Zuzüglich der Zeit für den notwendigen Abgleich in der zentralen Aufschlussdatenbank kann eine Übergabe der Daten an den Auftragnehmer der hier ausgeschriebenen Leistungen erst zum 30.11.2012 erfolgen.

4 Projektspezifische Besonderheiten der Körperkonstruktion

4.1 Abgrenzung der Arbeitsgebiete

Die bisherige Abgrenzung der Arbeitsgebiete (siehe Abb. 1) erfolgte zu Antragszwecken und ist ungenau. Die genaue Abgrenzung der beiden Bearbeitungsgebiete soll im Rahmen des ausgeschriebenen Projektes durch den AN nach geologisch-petrografischen, hydrogeologischen und hydrologischen Kriterien erfolgen. Diese soll gemäß Zielstellung grundsätzlich auf die Kreide beschränkt sein, wobei andere, oberirdisch in die Kreide hinein entwässernde geologische Bildungen (z.B. Granit) bei entsprechender Indikation einbezogen werden müssen. Der Abgrenzungsvorschlag ist mit dem AG abzustimmen.

Bezüglich der Randanpassung an das tschechische Bearbeitungsgebiet ist mit dem tschechischen Projektpartner eine gemeinsame, gegenüber der Staatsgrenze generalisierte Grenze abzustimmen, die das spätere Zusammenführen der Datenbestände vereinfacht. Außerdem sind laufende inhaltliche Abstimmungen zur vertikalen und horizontalen Gliederung der zu modellierenden hydrogeologischen Körper erforderlich. Verhandlungssprache ist Englisch. Für die Kommunikation sind daher ausreichende Englischkenntnisse erforderlich.

4.2 Differenzierung der Lockergesteinsbedeckung

Im Lockergestein sind neben den Talsedimenten folgende Bildungen einzeln als HGK zu konstruieren:

- Blockschutt, Hangschutt
- Gehängelehm (Fließlehm meist solifluidal umgelagerter Lößlehm), z.T. kiesig

Diese Bildungen fungieren als wichtige Vermittler der Grundwasserneubildung. Bezüglich der Auenlehm – Auenkiesverteilung wird explizit auf die Methodik verwiesen.

4.3 Differenzierung des Festgesteins

Im Rahmen der Vorarbeiten durch den Experten werden folgende zwei Arbeitsmodelle mit vier bis sieben Schichten als Horizontkarten (1:25.000) erarbeitet und bereitgestellt, soweit diese im Bearbeitungsgebiet verfolgbar sind:

Gebiet Kirnitzschtal	Gebiet Lückendorf
Basis Kreide	Basis Cenoman = Basis Kreide
Basis Turon	Basis Turon (Oybin-Fm.)
Basis Labiatuspläner	Basis Lückendorf-Fm.
Top Labiatuspläner	Basis Sonnenberg-Sandstein
Basis Lamarckipläner	Basis Lausche-Sandstein
Top Lamarckipläner	Basis Hochwald-Sandstein
γ3-Horizont	

Im Rahmen der ausgeschriebenen Leistung sind darüber hinaus innerhalb der Kreideablagerungen weitere im Zuge der Bearbeitung auftretende Bildungen als HGK zu konstruieren, sofern diese eigenständige Grundwasserleiter oder –stauer beinhalten/ bilden.

Basaltoide und granitoide Gesteine sind zu konstruieren, sofern ihre Verbreitung in Horizontprojektion das Größenkriterium gemäß Methodik erfüllt.

4.4 Rasterweite für den Datenexport

Aufgrund der Zielstellung, der Gebietsgröße sowie der Morphologie der Bearbeitungsgebiete wird als Rasterweite für den Datenexport aus dem 3D-Datenbestand (Solids) für beide Gebiete 25 m vorgegeben. Zum Verständnis wird auf nachfolgende Tabelle verwiesen.

Tab. 2: Anzahl der Datenpunkte (gerundet) in Abhängigkeit der im FIS Hydrogeologie möglichen Rasterweiten für die beiden Gebiete

Arbeitsgebiet	Flächengröße der Bearbeitungsgebiete	Rasterweite 50 m	Rasterweite 25 m GRACE	Rasterweite 12,5 m
Kirnitzsch	ca. 65 km ²	26.000	105.000	420.000
Lückendorf	ca. 28 km ²	11.200	45.000	180.000

Das für den Datenexport gemäß FIS-Konzeption erforderliche Mastergrid wird vom LfULG rechtzeitig zur Verfügung gestellt. Diesbezüglich wird auf die Ausführungen und Vorgaben in der Methodik verwiesen.

5 Datenbereitstellung durch das LfULG

Folgende Daten werden zu Vertragsbeginn an den AN übergeben:

- Die verfügbare Punktdaten aus der Zentralen Aufschlussdatenbank des LfULG unter Beachtung der Ausführungen in Kapitel 3
- die für die zu bearbeitenden Gebiete notwendigen Höhenmodelle

- die Ergebnisse der Vorarbeiten (Horizontkarten, stratifizierte Aufschlüsse, Profilschnitte)
- alle verfügbaren geologischen Karten (digital)
- alle verfügbaren hydrologischen Daten (Wasserstände, Isohypsenpläne etc.)
- das zu verwendende Mastergrid für den Datenexport der 3D-Daten

Die Datenübergabe an den AN erfolgt nach Möglichkeit per E-Mail oder bei großen Datenmengen auf Datenträger. Die Daten und Ergebnisse der Vorarbeiten durch den Experten werden überwiegend in analoger Form übergeben.

Über die aktuelle Programmversion von UHYDRO32 informiert das Referat 101 (Herr T. Duteloff) auf Anfrage. Bei Bedarf wird das Programm kostenlos zur Verfügung gestellt.

Alle Einzelbearbeitungsschritte und Zwischenergebnisse sind mit dem AG abzustimmen.

6 Zeitplanung, Kostenkalkulation und Rahmenbedingungen

Die in den Vergabeunterlagen angegebene Bearbeitungszeit gilt wegen der Einbindung des Projektes in das EU-Projekt als Maximalbearbeitungszeit, die unter allen Umständen einzuhalten ist. Das Angebot muss einen detaillierten grafischen Projektablaufplan mit den in Tabelle 3 genannten Einzelbearbeitungsschritten enthalten, der auf den vom AG vorgegebenen Endtermin abgestimmt ist. Dieser Zeitplan muss die notwendigen Prüfzeiten des AG und hieraus resultierenden Korrekturzeiten beim AN berücksichtigen. Die Prüfzeiten beim AG sind abhängig von der Güte der übergebenen Daten und können bis zu zwei Wochen betragen. Erst nach Freigabe der jeweiligen Teilleistungen durch den AG können diese in Rechnung gestellt werden.

Bei Vertragsende sind die in der Methodik unter Punkt 6 genannten Arbeitsergebnisse in vertraglich festgelegter Form 2fach zu übergeben und im Rahmen einer Abnahmeverhandlung mit dem AG zu verteidigen. Außerdem ist eine Präsentation der Ergebnisse beim Auftraggeber durchzuführen.

In der Kalkulation ist zu berücksichtigen, dass der AN seitens des AG verpflichtet ist, in einem zweiwöchentlichen Rhythmus einen Statusbericht mit Angaben zu Stand und Fortgang des Projektes innerhalb des relevanten Zeitraumes zu erstellen, welcher sich konkret an dem abgenommenen Arbeitsplan auszurichten hat, d.h. Aussagen zur Erreichung festgelegter Meilensteine enthält. Dieser Statusbericht ist fortlaufend zu nummerieren und ohne gesonderte Aufforderung via E-Mail an den Blattverantwortlichen des AG's zu senden. Die Berichtsform (Art der Standardisierung) wird in der Projektanlaufberatung vereinbart.

Zur Sicherstellung einer qualitativ hochwertigen, fachlich fundierten Betreuung der Arbeiten sowie des Einhaltens des festgesetzten Zeitplanes ist eine Umsetzung des in der Methodik erläuterten Bearbeitungsprinzips (schrittweise Abarbeitung der Teilleistungen, Lieferung abrechenbarer Teil-/ Datenblöcke gemäß vorliegendem Schema) unbedingt erforderlich. Nur eine sorgfältige Kalkulation von realistisch beurteilten Zeit-, Sachmittel- und Personalaufwand ermöglicht eine Umsetzung der Kartierungsaufgabe im vorgesehenen Rahmen.

Zur Sicherstellung einer qualitativ hochwertigen, fachlich fundierten Betreuung der Arbeiten sowie des Einhaltens des festgesetzten Zeitplanes ist eine Umsetzung des in der Methodik ausführlich erläuterten Bearbeitungsprinzips (schrittweises Abarbeiten der Teilleistungen, Lieferung abrechenbarer Teil-/Datenblöcke) unbedingt erforderlich. Nur eine sorgfältige Kal-

kulation von realistisch beurteiltem Zeit-, Sachmittel- und Personalaufwand ermöglicht eine Umsetzung der Kartierungsaufgabe im vorgesehenen Rahmen.

Es wird ein Angebot als Festpreis mit detaillierter Kostenkalkulation (Zeitaufwand in Mitarbeiterstunden) für den Projektleiter (PL) sowie Projektbearbeiter (PB) 1 und 2 (je nach Qualifikation) separat für alle in Tabelle 3 aufgeführte Einzelpositionen erwartet.

Tab. 3: Preiskalkulation zur LB „Entwicklung zweier 3D-Modelle hydrogeologischer Körper im sächsisch – böhmischen Grenzgebiet im Rahmen des Ziel 3 – Projektes „GRACE“

Position	Bearbeitungsschritte	PL		PB1		PB2	
		[h]	Netto- preis [€]	[h]	Netto- preis [€]	[h]	Netto- preis [€]
1	<u>Bestandsaufnahme/ Plausibilitätsprüfung/ Erfassung</u>						
1.1	Datenübernahme vom LfULG (Vorprojekt) und ergänzende Recherche im LfULG, Geologisches Archiv, Regionalarchiv Bautzen (Standort Freiberg) und Berichtsarchiv (Standort Klotzsche)						
1.2	Neuerfassung von 50 Bohrungen mit UHYDRO32 gemäß Erfassungsvorschrift (Methodik)						
1.3	Überarbeitung und Fehlerbereinigung von 400 bereits erfassten Bohrungen mit UHYDRO32 mit den Inhalten: Prüfung Stratigraphie und Petrographie, Höhenfindung						
1.4	Präzisierung der Abgrenzung der Bearbeitungsgebiete nach geologisch-hydrogeologischen und hydrologischen Kriterien						
Summe Position 1							
2	<u>Vorarbeiten</u>						
2.1	Erarbeitung hydrogeologischer Normalprofile (HNP) für beide Bearbeitungsgebiete						
2.2	Übernahme Ergänzung und Vervollständigung der Verbreitungsgrenzen aller zu konstruierender HGK qualitativ und quantitativ						
2.3	Codierung aller Aufschlussdaten gemäß HNP und Anpassung an die Erfordernisse der Konstruktion der 3D-Körper						
Summe Position 2							
3	<u>Konstruktion der hydrogeologischen Körper</u> Konstruktion der hydrogeologischen Körper auf der Grundlage der HNP beider Arbeitsgebiete mit einer geeigneten 3D-Software gemäß Methodik für eine Rasterweite von 25m inklusive Anpassung der Modelloberfläche						
4	<u>Übergabe der Arbeitsergebnisse</u>						
4.1	Dokumentation/ Bericht inkl. aller analogen Anlagen/ Karten (2-fach)						
4.2	Digitale Daten auf DVD (2-fach), Inhalte und Formate gemäß Methodik						
Summe Position 4							

5	Beratungen³						
5.1	Startberatung beim AG						
5.2	3 Zwischenberatungen nach Abschluss der Arbeitsschritte/ Meilensteine gemäß Pos. 1, 2 und 3						
5.3	Mind. 3 Abstimmungsberatungen mit den tschechischen Partnern zu Detailfragen (z.B. gemeinsame Modellgrenze, hydrogeologische Nomenklatur, Körpergrenzen)						
5.4	Abnahmeverhandlung und Präsentation beim AG						
Summe Position 5							
		Gesamtsumme Netto [€]					
		MwSt. Gesamt [€]					
		Gesamtsumme Brutto [€]					

³ unabhängig von den genannten Beratungen sind laufende operative Abstimmungen zwischen AG und AN auf Bearbeiterenebene entsprechend des Fortganges der Arbeiten einzukalkulieren