



Bericht zu den Oberflächen- und Grundwasserverhältnissen des Pinnower Sees, Landkreis Spree-Neiße (Brandenburg)



Impressum

Bericht zu den Oberflächen- und Grundwasserverhältnissen des Pinnower Sees,
Landkreis Spree-Neiße (Brandenburg)

– Gemeinsamer Bericht des Landesamts für Bergbau, Geologie und Rohstoffe
(LBGR) Brandenburg und des Landesamts für Umwelt (LfU) Brandenburg im Auftrag
des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz Brandenburg (MLUK)

Herausgeber:

Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR)

Präsident:

Sebastian Fritze

Inselstraße 26
03046 Cottbus

Tel.: (0355) 48 640 - 0
Fax: (0355) 48 640 - 110

E-Mail: lbgr@lbgr.brandenburg.de
<http://www.lbgr.brandenburg.de>

Titelbild: Blick von Norden auf den Pinnower See (LBGR Brandenburg, 17.06.2020)

Cottbus und Potsdam, im September 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Veranlassung	2
2	Hydrologische Verhältnisse.....	2
3	Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse	5
4	Grundwasserdynamik	8
5	Zusammenfassung und Empfehlungen.....	12
6	Literatur.....	14
7	Anlagen.....	15

1 Einleitung und Veranlassung

Der Pinnower See wird aufgrund der Festlegungen der Projektgruppe „Stabilisierung der Wasserstände“ unter Leitung des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) und auf Grundlage der wasserrechtlichen Erlaubnis des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) vom 17.04.2019 seit 17.05.2019 durch die Lausitz Energie Bergbau AG (LE-B) mit Grundwasser aus einem neu errichteten Förderbrunnen mit Wasser beaufschlagt, um den potentiellen bergbaulichen Einfluss auszugleichen.

Da sich der Wasserstand im Pinnower See nicht wie geplant entwickelt, wurden die hydrologischen, geologischen und hydrogeologischen Bedingungen am Pinnower See durch das LBGR und das Landesamt für Umwelt (LfU) Brandenburg im Jahr 2021 genauer untersucht. Die Untersuchung soll Aufschluss darüber geben, inwiefern die Voraussetzungen für zusätzliche bergrechtliche Maßnahmen vorliegen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden in einer gemeinsamen Beratung am 23.06.2021 zwischen dem MLUK Brandenburg, dem LfU Brandenburg, der Unteren Wasserbehörde (UWB) Spree-Neiße und dem LBGR Brandenburg vorgestellt.

Dabei wurde festgelegt, dass die neu gewonnenen fachlichen Erkenntnisse zum Pinnower See in Form eines gemeinsamen Berichtes von LfU und LBGR mit dem Ziel zusammengefasst werden, der Öffentlichkeit die Situation am Pinnower See zu erläutern.

2 Hydrologische Verhältnisse

Die Entwicklung der Grundwasserstände auf den Hochflächen des Landes Brandenburg weist seit den 1980er Jahren einen fallenden Trend auf (Abbildung 1). Dieser Rückgang der Grundwasserstände betrifft auch die Lieberoser Hochfläche, welche das Einzugsgebiet nördlich des Pinnower Sees darstellt.

Repräsentativ für dieses Gebiet ist die vom Bergbau unbeeinflusste Grundwassermessstelle (GWM) Treppeln (Messstellen-Kennziffer: 3953 2920), deren Ganglinie in Abbildung 2 dargestellt ist. Es wird deutlich, dass der Grundwasserstand im gesamten Zeitraum erheblichen Schwankungen unterliegt. Dennoch kann durch eine

Trendanalyse festgestellt werden, dass der Grundwasserstand ab den 1980er Jahren bis zum Jahr 2006 grundsätzlich gesunken ist.

Im Gegensatz dazu stieg der Grundwasserstand zwischen den Jahren 2006 und 2011 auf einen Maximalwert an, was mit dem sehr niederschlagsreichen Jahr 2011 im Zusammenhang steht, welches darüber hinaus nur wenige Sonnenstunden aufwies. An Spree und Neiße traten in diesem Jahr außerdem Hochwässer auf.

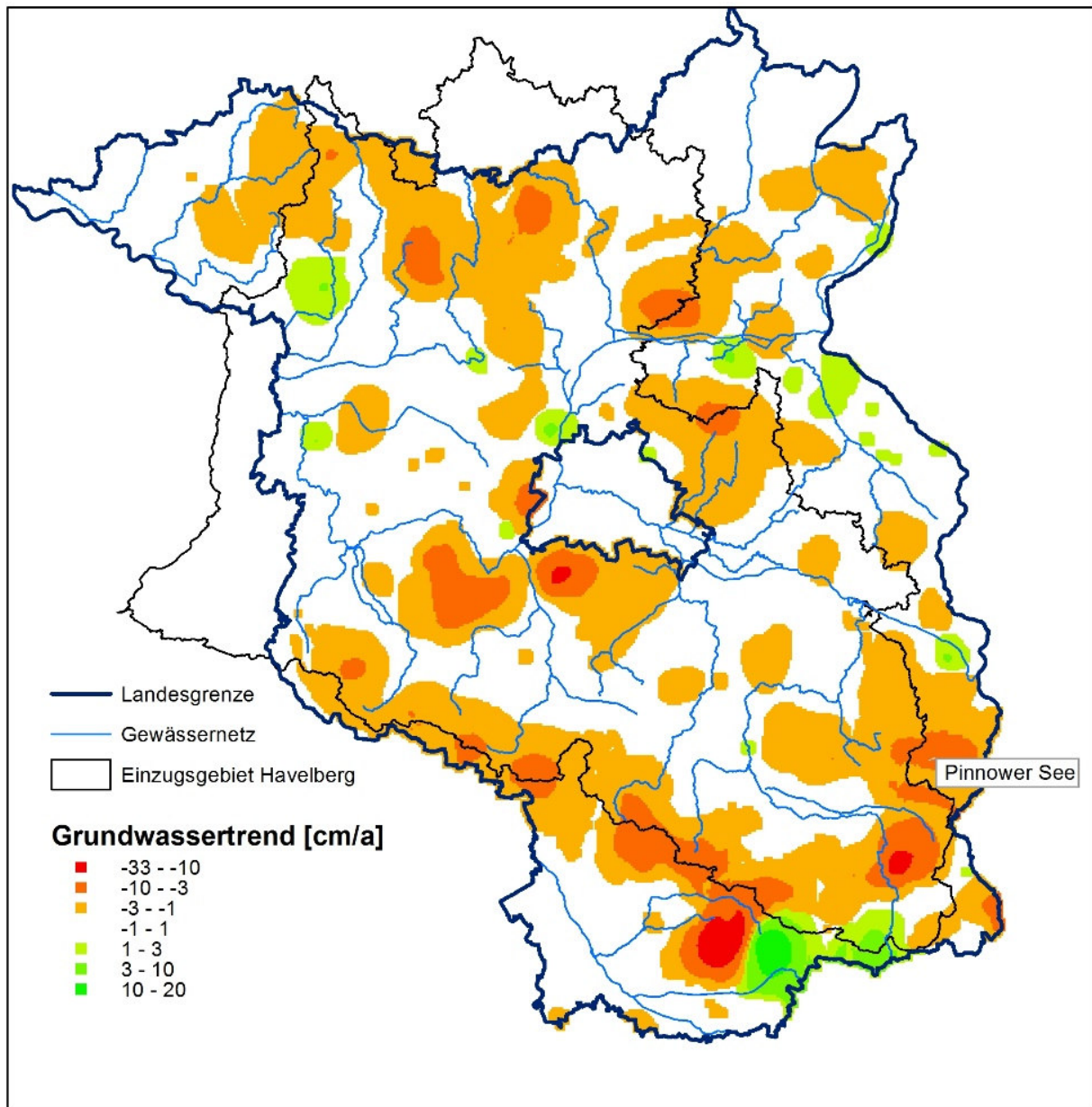


Abb. 1 – Trendentwicklung der Grundwasserstände im Land Brandenburg im Zeitraum 1976-2013

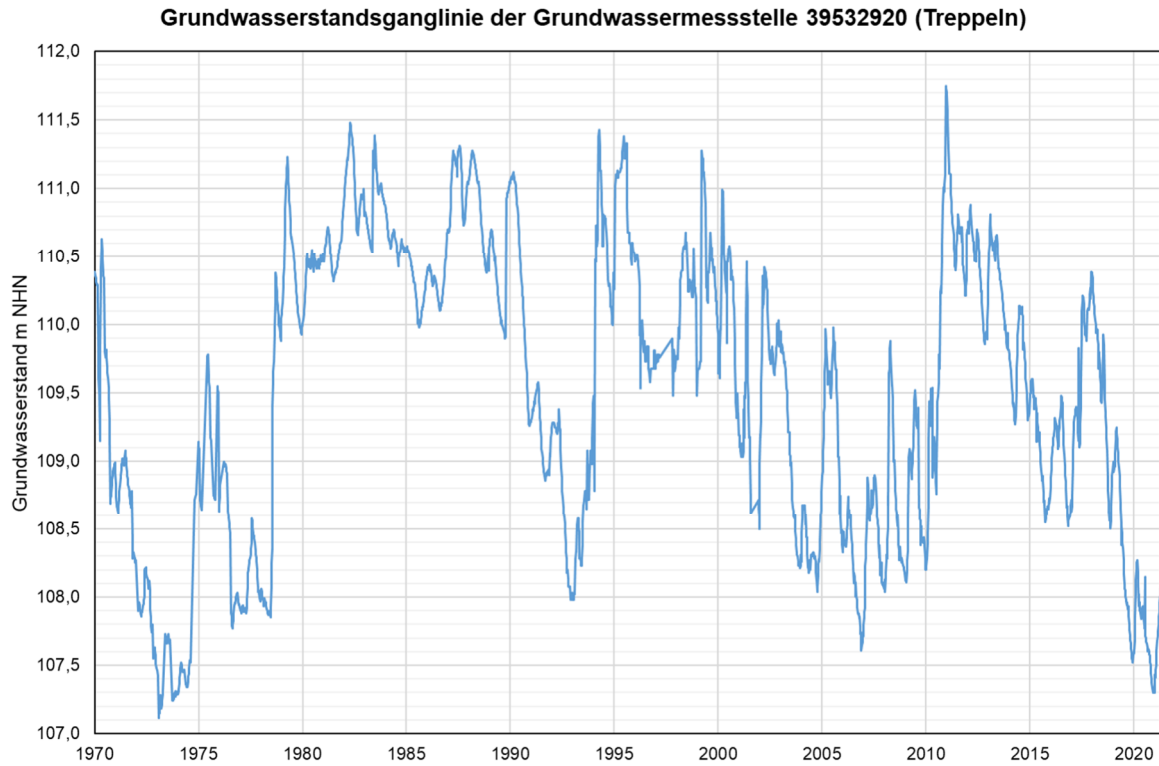


Abb. 2 – Grundwasserstandsganglinie der GWM Treppeln (MKZ 3953 2920) im Zeitraum 1970-2021

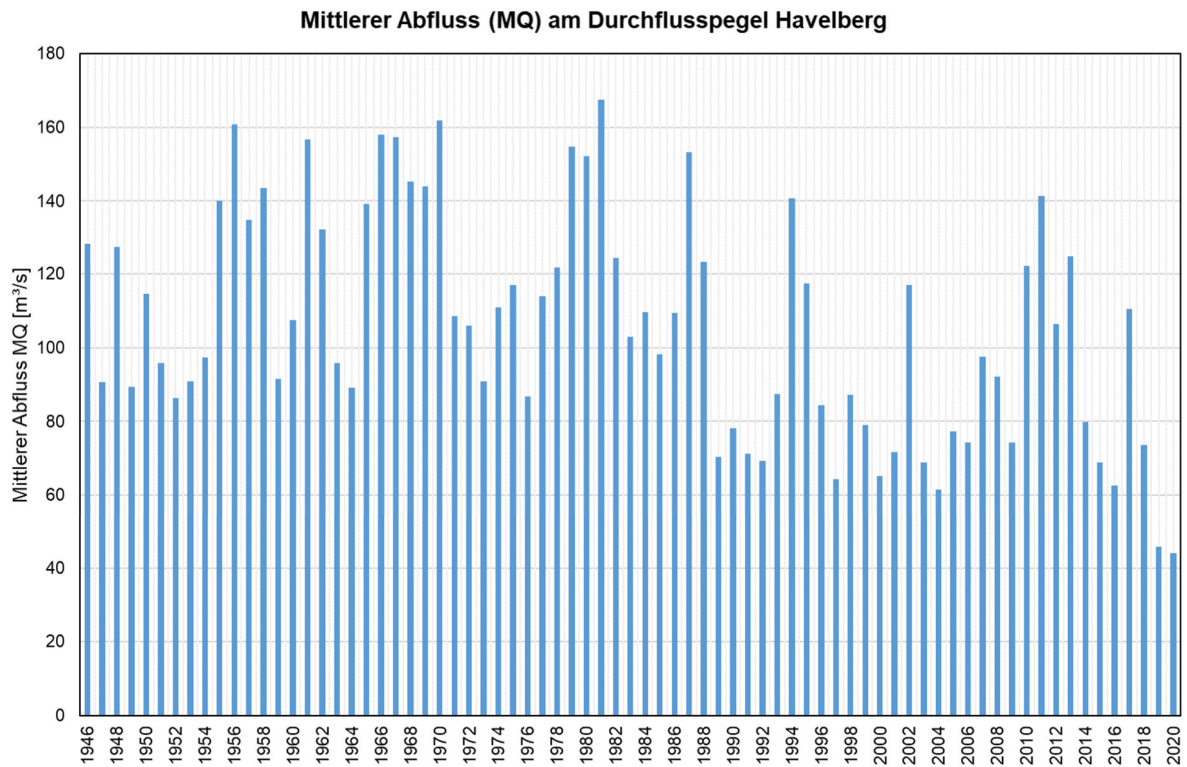


Abb. 3 – Entwicklung des mittleren Abflusses am Durchflusspegel Havelberg (Zeitreihe 1946-2020)

Seit 2011 sank der Grundwasserstand erneut und in diesem Jahr (2021) werden inzwischen Werte erreicht, die etwa denen der frühen 1970er Jahre entsprechen.

Hauptursache dafür ist Verringerung der Abflussbildung infolge klimatischer Änderungen. Diese sind insbesondere durch eine Zunahme der Sonnenscheindauer, steigende Temperaturen und eine damit verbundene erhöhte Verdunstung und unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen seit dem Jahr 2013 gekennzeichnet.

Am Durchflusspegel Havelberg, der ein oberirdisches Einzugsgebiet von etwa 24.000 km² abbildet, wird außerdem ersichtlich, dass es sich hierbei nicht um eine lokale, sondern um eine landesweite Erscheinung handelt (Abbildung 3). Hier fällt der mittlere Abfluss im Jahr 2020 sogar auf den geringsten Wert seit Beginn der Messungen.

Nicht auszuschließen ist außerdem, dass der Pinnower See durch die Auswirkungen der Tagebauentwässerung beeinflusst wird.

Die Modellrechnungen der Bergbautreibenden lassen dabei eine maximale Grundwasserabsenkung von etwa 50 cm bis zum Jahr 2034 erwarten (KIFL 2019). Zur Vermeidung der potentiellen bergbaubedingten Auswirkungen wird deshalb seit dem 17.05.2019 Grundwasser in den Pinnower See eingeleitet.

3 Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse

Der Bereich des Pinnower Sees gehört zum Naturraum „Lieberoser Heide und Schlaubetalgebiet“ im „Ostbrandenburgischen Heide- und Seengebiet“ (SCHOLZ 1962). Das Gebiet des Pinnower Sees wurde während der Maximalausdehnung der Weichsel-Kaltzeit (Brandenburger Stadium) vollständig vom Inlandeis bedeckt.

Morphologisch wird das Untersuchungsgebiet (Abbildung 4) entsprechend seiner Position im Bereich der Eisrandlage der Weichsel-Kaltzeit des Brandenburger Stadiums neben Endmoränenhügeln hauptsächlich durch flachwellige Grundmoränenflächen und weiträumige Sanderflächen des Reicherskreuzer Sanders sowie durch sandig-kiesige Schmelzwasserablagerungen der Weichsel-Kaltzeit geprägt.

Das gesamte Jungmoränengebiet zwischen Pinnow und Grano im Norden sowie Drewitz und Kerkwitz im Süden wird von mehreren langgestreckten, hauptsächlich

West-Ost-verlaufenden Rinnen durchzogen, die durch abrupte Richtungswechsel, variierende Breitenstreckung und zum Teil durch ausgeprägte Schwellen-Senken-Reliefs mit deutlichen Gefälleunterschieden entlang ihrer Tiefenlinien charakterisiert sind (MÄDLER 2011). Die Rinnen entstanden subglazial durch abfließende Schmelzwässer unter dem weichselkaltzeitlichen Gletschereis und wurden stellenweise mit Toteiskörpern gefüllt. Nach dem Abschmelzen des weichselzeitlichen Inlandeises am Ende der Weichsel-Kaltzeit bzw. zu Beginn des Holozäns blieben diese Bereiche als abflusslose Austauhohlformen erhalten.

Durch den Zufluss von Grundwasser füllten sich die Rinnen und Senken vollständig oder teilweise mit Wasser und es bildeten sich darin Seen und Fließgewässer. Im Bereich der abflusslosen Rinnen und Senken setzten bereits im Holozän umfangreiche Verlandungsprozesse ein, die bis heute anhalten und im gesamten Untersuchungsgebiet zur Ablagerung von Mudden und Torfen geführt haben.

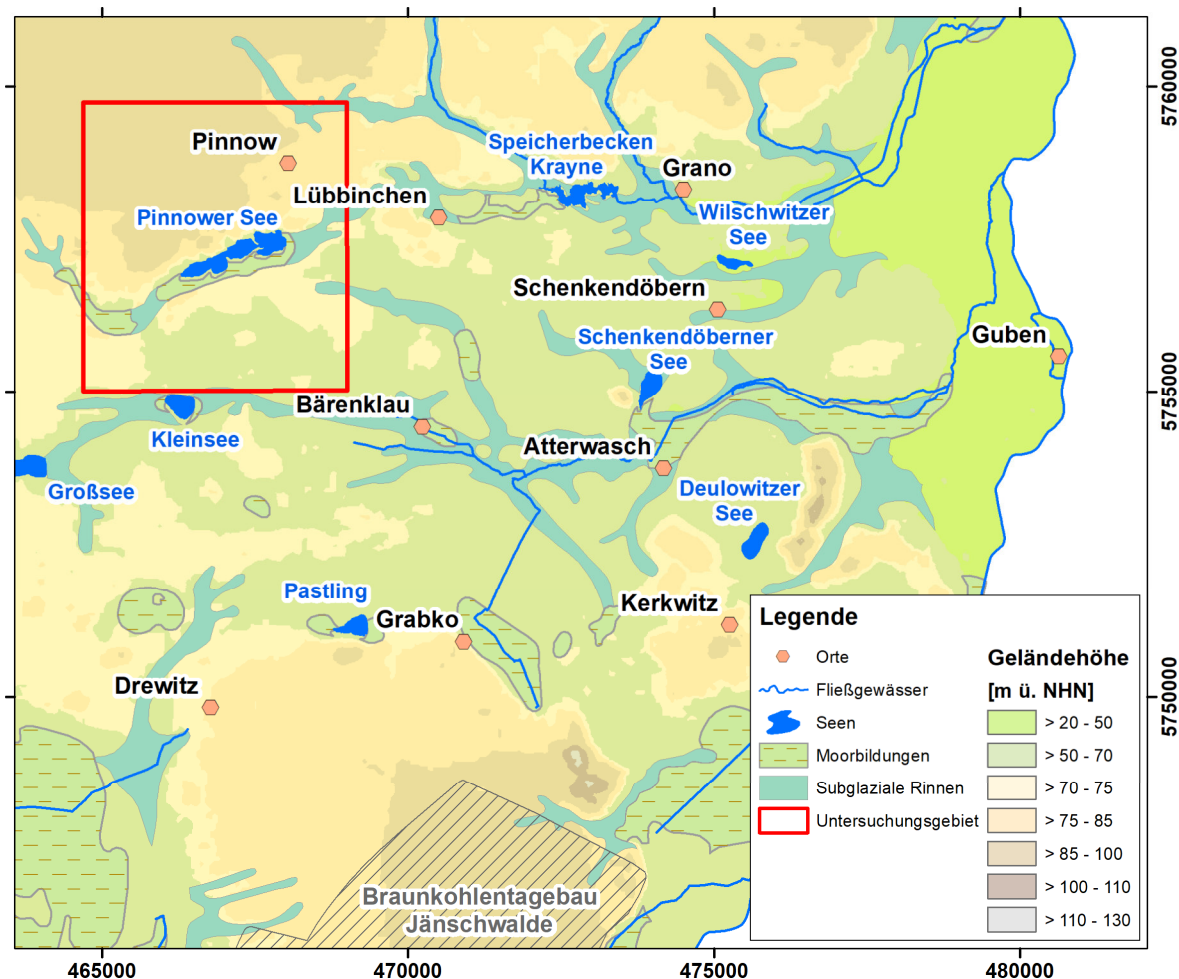


Abb. 4 – Morphologische Übersichtskarte (Kartengrundlagen: DGM25 © GeoBasis-DE / BKG (2016) und GÜK100 © LBGR 2021)

Der überwiegende Teil der abflusslosen Becken und Senken in den Rinnenabschnitten im Hochflächenbereich ist entweder stark in Verlandung begriffen bzw. fast vollständig vermoort (z.B. Calpenzmoor, Pinnower Läuche) oder weisen nur noch eine unbedeutende Wasserfläche auf wie z.B. der Tuschensee (GEHMLICH 1967).

Der Pinnower See ist ein natürliches Gewässer mit einer Wasserfläche von ca. 40 ha und einer mittleren Tiefe von ca. 5 m. Der See liegt im Bereich des Reicherskreuzer Sanders in einer WSW-ENE-verlaufenden subglazial angelegten Rinne (Lübbinchener Rinne), die hydraulisch mit dem oberflächennahen Grundwasserleiter in Verbindung steht, aber keinen oberirdischen Zu- bzw. Abfluss besitzt.

Der Gewässerboden des Pinnower Sees besitzt entsprechend seiner subglazialen Entstehung in der Weichsel-Kaltzeit ein ausgeprägtes Schwellen-Senken-Relief mit deutlichen Gefälleunterschieden, so dass sich der See in drei, jeweils unterschiedlich tiefe Kessel (westlicher, mittlerer und östlicher Kessel) untergliedern lässt, die durch Schwellen im Gewässerboden voneinander abgegrenzt werden. Die tiefste Stelle des Gewässers liegt mit 10,4 m im mittleren Kessel (PFAFF 2007).

Die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes sind durch die Hydrogeologische Detailerkundung Guben 1967 (GEHMLICH 1967) sowie durch neuere geologische Bohrungsaufschlüsse im Zusammenhang mit der Errichtung von Brunnen und Grundwasserbeobachtungsmessstellen im Bereich des Pinnower Sees relativ gut untersucht.

Bei Bohrungen im unmittelbaren Bereich des Pinnower Sees wurden unter dem Gewässer geringmächtige Schluffmudden über sandig-kiesigen Sedimenten angetroffen. Da Ablagerungen von Schluffen, Geschiebemergeln bzw. Geschiebelehmen im Untersuchungsgebiet meist nur lokal und mit sehr geringen Mächtigkeiten erbohrt worden sind, muss davon ausgegangen werden, dass sich unter dem See keine durchgehende hydraulisch wirksame bindige Trennschicht befindet.

Im Zentrum der einzelnen Kessel erreichen die Detritusmudden Mächtigkeiten von maximal ca. 10 m, während die am Rand der Kessel abgelagerten Kalkmudden maximal ca. 7,5 m mächtig sind. Darüber folgen Niedermoortorfe, die im Bereich der westlich gelegenen Teerofenwiese eine maximale Mächtigkeit von ca. 4 m erreichen.

An den südlichen und östlichen Uferbereichen sowie im Bereich der Schwellen (Landzungen) treten im Niveau des Seespiegels (d.h. bei ca. 62–63 m ü. NHN) vorwiegend die an der Rinnenbasis verbreiteten Kiese und Grobsande auf. Im Untergrund der aktuell nicht mit Wasser bedeckten Schwelle zwischen östlichem und mittlerem Kessel sind randlich Kalkmudden abgelagert (PFAFF 2007).

Die nachfolgenden Beschreibungen des hydrogeologischen Aufbaus sind in den Karten- und Profildarstellungen in den Anlagen 2–5 dargestellt. Unter den holozänen Seeablagerungen stehen sandig-kiesige Sedimente der Weichsel-Kaltzeit an, die einen 15–20 m mächtigen unbedeckten Grundwasserleiter 1.2 (GWL 1.2) bilden. Darunter folgen sandig-kiesige Schmelzwasserablagerungen der Saale-Kaltzeit mit Mächtigkeiten zwischen 20–25 m, die den in diesem Gebiet weitgehend unbedeckten Grundwasserleiterkomplex 2 (GWLK 2) bilden und in hydraulischem Kontakt mit dem darüber liegenden, oberflächennahen GWL 1.2 stehen. Die Basis des GWLK 2 bilden wiederum bis zu 10 m mächtige schluffig-tonige Ablagerungen der Holstein-Warmzeit, die im Untersuchungsgebiet zum Teil flächendeckend im Niveau von ca. +5 bis –5 m ü. NHN auftreten, aber im Bereich des Pinnower Sees nur lokal bzw. nicht verbreitet sind.

Der nördliche Bereich des Pinnower Sees wird morphologisch durch die Lage im Bereich der Eisrandlage der Weichsel-Kaltzeit des Brandenburger Stadiums geprägt. Unter den sandig-kiesigen Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit finden sich bis zu 30 m mächtige Geschiebemergel- und Schluffabfolgen der Weichsel- und Saale-Kaltzeit, die im gesamten Bereich nördlich des Pinnower Sees einen mächtigen Grundwasserstauerkomplex mit entsprechend reduzierter Grundwasserleitermächtigkeit bilden. Aufgrund der morphologischen und geologischen Gegebenheiten tritt an einigen Stellen im Bereich nördlich des Pinnower Sees oberhalb des saalekaltzeitlichen Geschiebemergels saisonal schwebendes Grundwasser auf (GEHMLICH 1967).

4 Grundwasserdynamik

Der Pinnower See und dessen Einzugsgebiet liegen im östlichen Hochflächenbereich der Lieberoser Heide, die generell durch eine relativ geringe Vorfluterdichte charakterisiert ist.

Das Gebiet ist ein regionales Durchflussgebiet zwischen der Hochfläche von Staakow, Reicherskreuz und Henzensdorf als Neubildungsgebiet im Norden und dem Hauptvorfluter Lausitzer Neiße als Entlastungsgebiet im Osten. Ein Teil der aus dem nördlichen Hochflächenbereich abfließenden Grundwässer entlastet dabei in die subglazial angelegten Rinnen, wo diese Seen, Moore oder Fließgewässer speisen.

Im Osten bzw. Südosten des Untersuchungsgebietes folgen das Schwarze Fließ und das Grano-Buderoser Mühlenfließ dem Verlauf wechselzeitlich angelegter Rinnensysteme. Beide fließen dem Hauptvorfluter Lausitzer Neiße in Richtung Osten zu (Anlage 1).

In der unmittelbaren Umgebung des Pinnower Sees steht das Grundwasser bei ca. 62–63 m ü. NHN an und fließt in Richtung Südost bzw. Ostsüdost zu den Vorflutern Schwarzes Fließ und Grano-Buderoser Mühlenfließ.

Der See wird hauptsächlich aus Richtung Nord durch Grundwässer aus den weitestgehend bedeckten Grundwasserleitern der Hochflächen sowie durch Niederschläge gespeist. Einen geringen Anteil hat der Zufluss aus den saisonal wasserführenden Grundwasserleitern aus dem nördlichen Bereich des Pinnower Sees. Ein natürlicher oberirdischer Zufluss ist – abgesehen von einem kleinen, heute (Stand: Juni 2021) trocken liegenden Graben innerhalb der westlich gelegenen Teerofenwiese – jedoch nicht relevant.

Der Seewasserstand des Pinnower Sees wird seit 2019 auf Grundlage einer wasserrechtlichen Erlaubnis des LBGR durch eine zusätzliche Einleitung von Grundwasser gestützt. Dadurch ist der Seewasserstand im östlichen Kessel auf 63,10 m ü. NHN (Stand: 04.06.2021) angestiegen.

Der ober- und unterirdische Volumenstrom reicht insgesamt nicht aus, um eine Anhebung des Wasserstands im mittleren Kessel zu erreichen. Hier beträgt der Wasserstand 62,12 m ü. NHN (Stand: 04.06.2021).

Stattdessen strömt das eingeleitete Wasser über die sandig-kiesigen Uferbereiche des östlichen Kessels in den oberflächennahen Grundwasserleiter ab. Dies führt zu einer lokalen Grundwasserstandsaufhöhung auf 63 m ü. NHN (Abbildung 5). Das Grundwasser strömt dadurch radial ab und wird teilweise durch den südlich gelegenen Brunnen wieder zu Tage gefördert. Durch die zwischen östlichem und mittlerem Kessel anstehenden wasserundurchlässigen Kalkmudden wird der

Wasseraustausch zwischen beiden Kesseln verhindert. Dies wird durch die Wasserstandsdifferenz zwischen den Kesseln von ca. 1 m deutlich.

Trotz Wassereinleitung haben sich während der vergangenen drei Trockenjahre (2018-2020) im Pinnower See durch die sinkenden Wasserspiegel zwei voneinander getrennte Wasserflächen mit unterschiedlichen Seewasserständen entwickelt (östlicher Kessel 63,10 m ü. NHN, mittlerer Kessel: 62,12 m ü. NHN und westlicher Kessel: 62,11 m ü. NHN, Stand 04.06.2021).

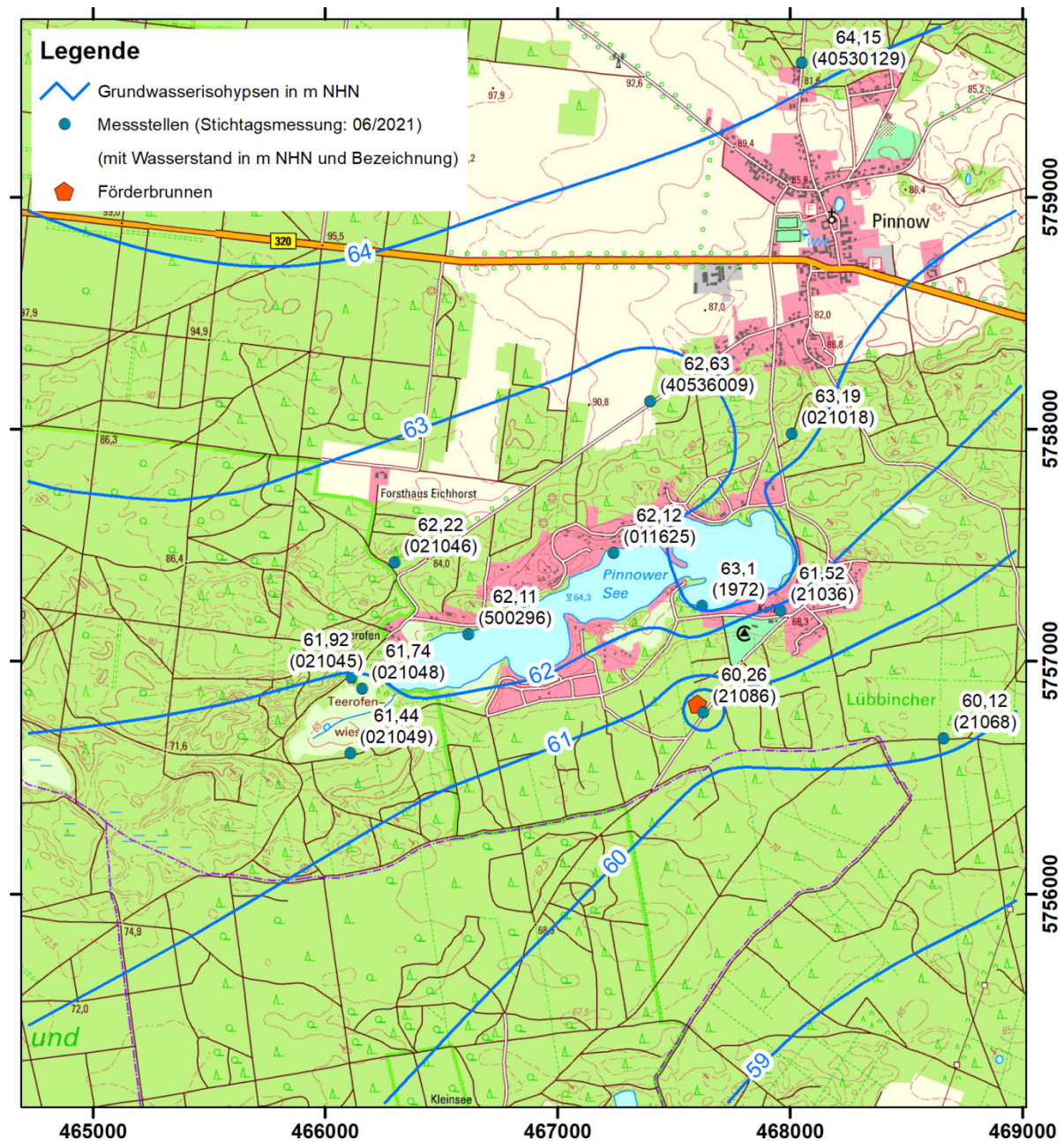


Abb. 5 – Grundwasserisohypsenplan des Untersuchungsgebietes (Stichtagsmessung: 02.06.-04.06.2021, Einleitmenge 1.725 m³/d) – Kartengrundlage: Geobasisdaten: DTK25, ©GeoBasis-DE/LGB 2014

In den Wintermonaten wird mit der Wasserzuführung ein Überlauf über die Landschwelle zwischen östlichem und mittlerem Kessel ermöglicht. In den Sommermonaten fällt der Seewasserstand im östlichen Kessel unter den Wert von 63,13 m ü. NHN, wodurch kein Wasserüberlauf über die Landschwelle zwischen östlichem und mittlerem Kessel (Höhe der Landzunge: 63,13 m ü. NHN) in Richtung Westen erfolgen kann. Demnach wird ein hoher Anteil des eingeleiteten Wassers während der Sommermonate über der freien Wasseroberfläche verdunstet bzw. durch das Pflanzenwachstum verbraucht.

Die Ganglinie der Seewasserstände sowie der benachbarten Grundwassermessstellen im Zeitraum 2019 bis 2021 sind in Abbildung 6 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Ganglinien des Pinnower Sees und die Ganglinie der benachbarten Grundwassermessstelle 21036 weitgehend synchron verlaufen. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass der Pinnower See mit dem oberflächennahen Grundwasserleiter in hydraulischer Verbindung steht.

Das bedeutet, dass der Seewasserstand des Pinnower Sees stärker, als bisher vermutet, von den temporären witterungsbedingten, aber auch von den langfristig klimatisch beeinflussten Schwankungen des Grundwasserstandes abhängt.

Es wird außerdem deutlich, warum die festgelegten Zielwasserstände im Pinnower See bisher nicht erreicht werden konnten.

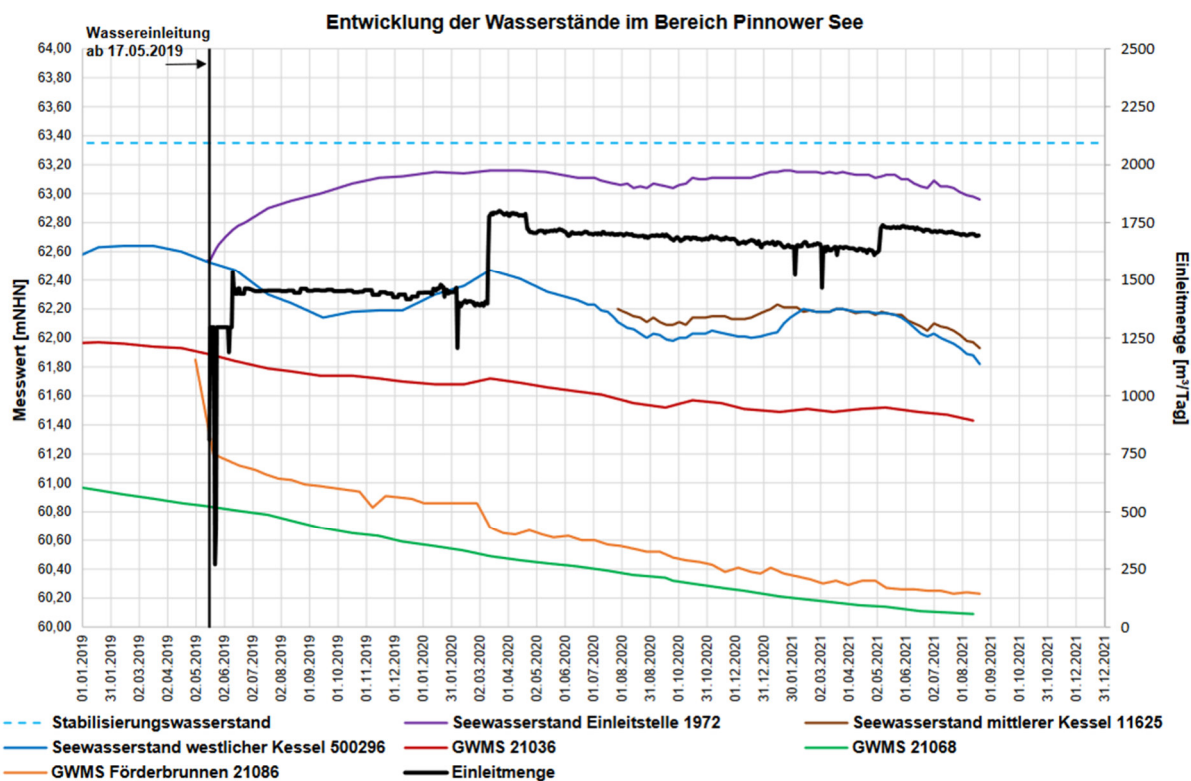


Abb. 6 – Entwicklung von Grund- und Seewasserständen und eingeleiteter Wassermenge im Bereich des Pinnower Sees seit 2019 (Daten: LE-B 2021)

5 Zusammenfassung und Empfehlungen

Im vorliegenden Bericht wurde der aktuelle Kenntnisstand zu den hydrologischen, geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen des Pinnower Sees zusammengefasst.

Dazu wurde ein aktueller Grundwasserisohypsenplan auf der Grundlage von Stichtagsmessungen an insgesamt 13 Oberflächen- und Grundwassermessstellen im Juni 2021 konstruiert. Darüber hinaus wurden drei Nord-Süd-verlaufende hydrogeologische Profilschnitte erstellt, die einen Einblick in die lokalen hydrogeologischen Lagerungsbedingungen geben.

Die geologisch-hydrogeologischen Erkenntnisse (Kapitel 4) zeigen, dass der Pinnower See in einer weichselkaltzeitlich gebildeten subglazialen Rinne liegt und keine durchgehende abdichtende Trennschicht, wie andere Seen in der Region, besitzt. Im Inneren der einzelnen Seebecken sind Mudden verbreitet, die den unterirdischen Zufluss zwischen den Kesseln stark einschränken. In den südlichen und östlichen Uferbereichen sowie im Bereich der Schwellen treten überwiegend

sandig-kiesige Sedimente auf, die im Randbereich mit dem oberflächennahen Grundwasserleiter hydraulisch verbunden sind.

Die hydrologischen Untersuchungen (Kapitel 3) machen deutlich, dass die Grundwasserstände am Pinnower See wie in vielen anderen Hochflächenbereichen Brandenburgs seit den 1980er Jahren tendenziell fallen. Hauptursache dafür ist die verringerte Grundwasserneubildung in Folge klimatischer Effekte.

Einer potentiellen bergbaubedingten Beeinflussung durch die Grundwasserabsenkung im Umfeld des Braunkohlentagebaus Jänschwalde wird dabei mit der Wassereinleitung in den Pinnower See entgegengewirkt.

Durch die Auswertung der hydrologischen Untersuchung und mit Berücksichtigung der neu gewonnenen geologisch-hydrogeologischen Erkenntnisse lässt sich zusammenfassend feststellen, dass der Pinnower See, anders als bisher vermutet, im besonderen Maße von den Veränderungen der Grundwasserspiegel auf den Hochflächen beeinflusst wird.

Aufgrund dieser Situation kann auch der angestrebte Zielwasserstand nicht, wie geplant, erreicht werden.

Die Herstellung einer geschlossenen Seewasserfläche zwischen östlichen, mittlerem und westlichem Kessel des Pinnower Sees könnte nach jetzigem Kenntnisstand nur durch einen Wasserüberlauf vom östlichen in den mittleren und westlichen Kessel erreicht werden, was wiederum eine Erhöhung der Einleitmenge und letztlich der Entnahmemenge voraussetzt.

Obwohl ein Auffüllen des östlichen Kessels bis zum Überlauf in den mittleren Kessel mit dem vorhandenen Förderbrunnen wahrscheinlich realisiert werden könnte, würde es auch hier mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einem erhöhten Abstrom von Wasser aus dem mittleren Kessel kommen, sodass das Erreichen des Zielwasserstandes fraglich ist.

Unabhängig davon ist für eine Erhöhung der Fördermenge der Nachweis zu erbringen, dass die Grundwasservorräte nicht nachteilig beeinflusst werden und insbesondere negative Auswirkungen auf das westlich gelegene FFH-Gebiet „Pinnower Läuiche und Tauersehe Eichen“ ausgeschlossen werden können.

Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse und der prognostizierten klimatischen Veränderungen sollte die Wassereinleitmenge in den Pinnower See aus Sicht der Fachbehörden nicht erhöht werden. Der festgelegte Zielwasserstand ist darüber hinaus unter Berücksichtigung der vorliegenden Informationen überprüfen.

Eine nachhaltige Nutzung der Grundwasserressourcen im Umfeld des Pinnower Sees sollte in Anbetracht der gegenwärtigen und der zu erwartenden klimatischen Verhältnisse durch die Untere Wasserbehörde des Landkreises koordiniert werden. So lässt sich die Klimaresilienz des Sees möglicherweise durch ein nachhaltiges Wassermanagement insgesamt verbessern. Dazu gehören die fortlaufende Suche nach Wassersparpotentialen bei allen Benutzern sowie die Verbesserung der Grundwasserneubildung durch eine angepasste Landnutzung. Die zu entwickelnden Maßnahmen sollten dabei auf einer robusten Datenbasis und vorausschauender Planung basieren.

6 Literatur

GEHMLICH, R. (1967): Detailerkundung Guben 1966/67. VEB Hydrogeologie Nordhausen, Torgau

GERSTGRASER & BAH (2011): Handlungskonzept für die Stabilisierung der Grundwasserverhältnisse in der Lieberoser Hochfläche im Rahmen der Umsetzung der EU-WRRL.– Bericht im Auftrag des Landesamts für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, 240 S.

KIFL – KIELER INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE (2019): Tagebau Jänschwalde – FFH-Verträglichkeitsuntersuchung, Anhang 7: FFH-Gebiet DE 4052-301 Pinnower Läuche und Tauerse Eichen. – Gutachten im Auftrag der Lausitz Energie Bergbau AG, 112 S.

MÄDLER, F. (2011): Jungmoränengebiet im Nordosten. – In: Schroeder, J.H. (Hrsg.): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg – Nr. 10 Cottbus und Landkreis Spree Neiße, S. 164–165, Berlin

PFAFF, M. (2007): Bericht zur hydroökologischen Beurteilung am Pinnower See und Entwurf eines Grünordnungsplanes als Satzung, 31 Seiten, Eberswalde

SCHOLZ, E. (1962): Die naturräumliche Gliederung Brandenburgs. Pädagogisches Bezirkskabinett, 71 Seiten, Potsdam

7 Anlagen

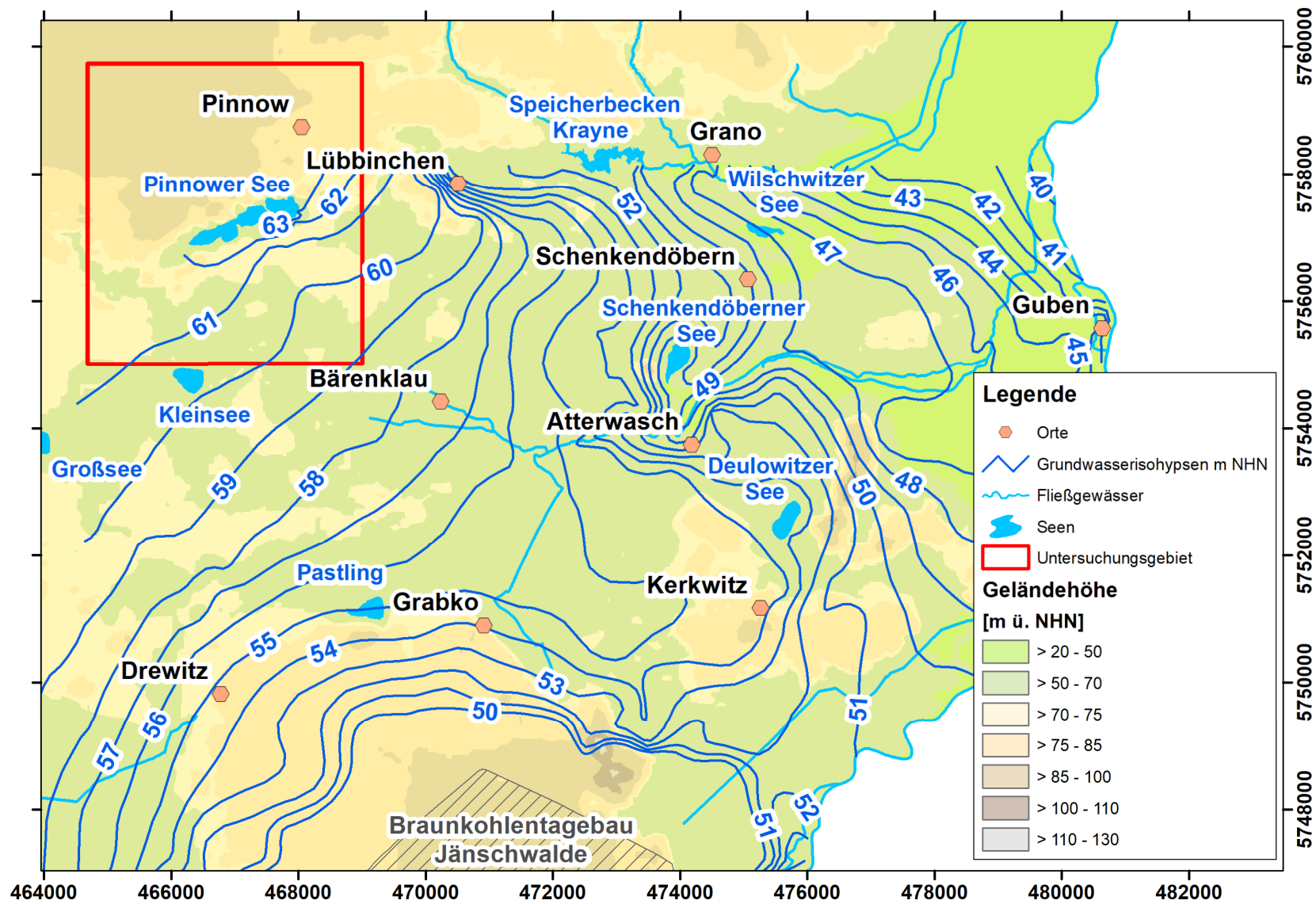
Anlage 1 – Regionaler Grundwasserisohypsenplan

Anlage 2 – Übersichtskarte mit Schnittspurenverlauf der Hydrogeologischen Profile

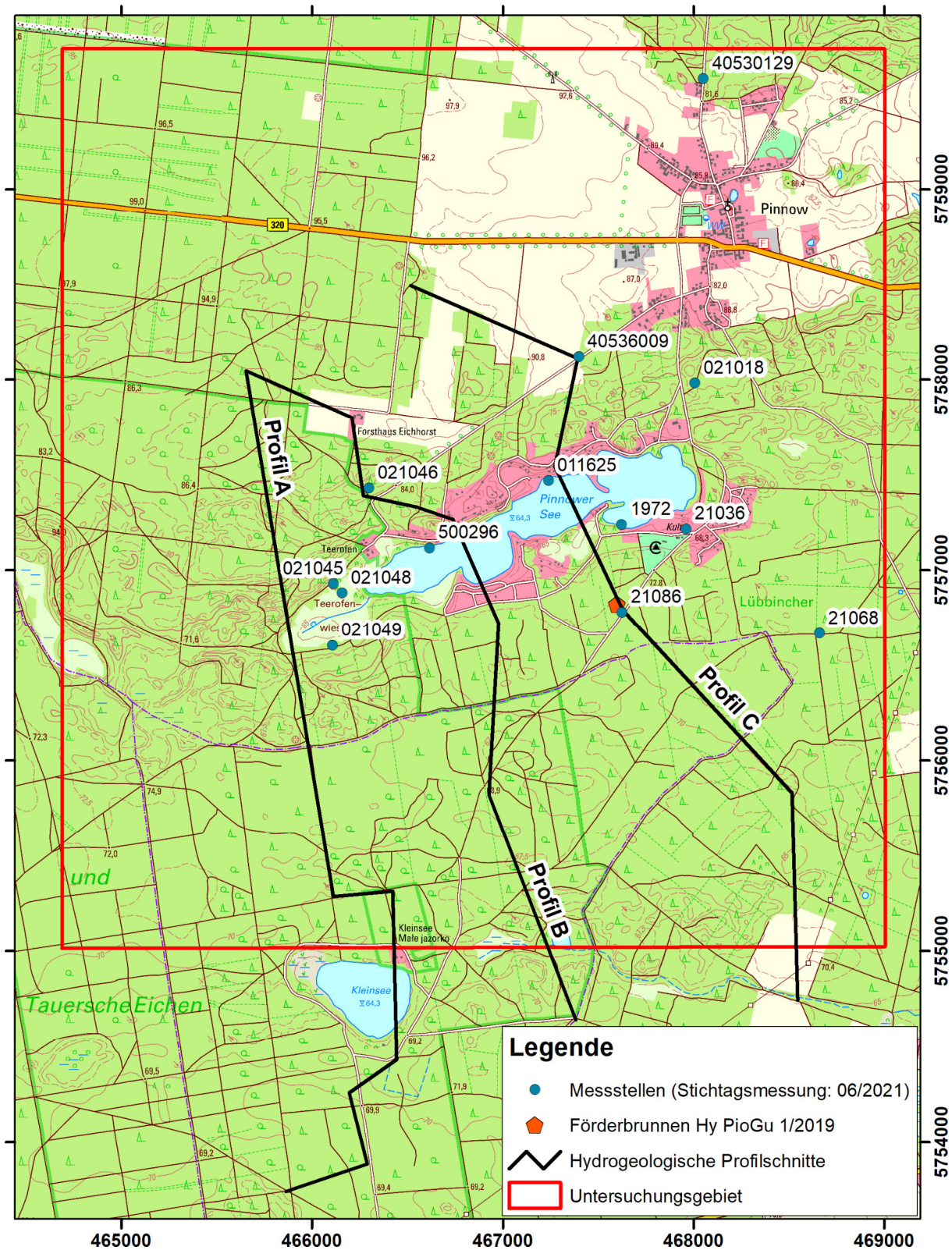
Anlage 3 – Hydrogeologischer Profilschnitt A

Anlage 4 – Hydrogeologischer Profilschnitt B

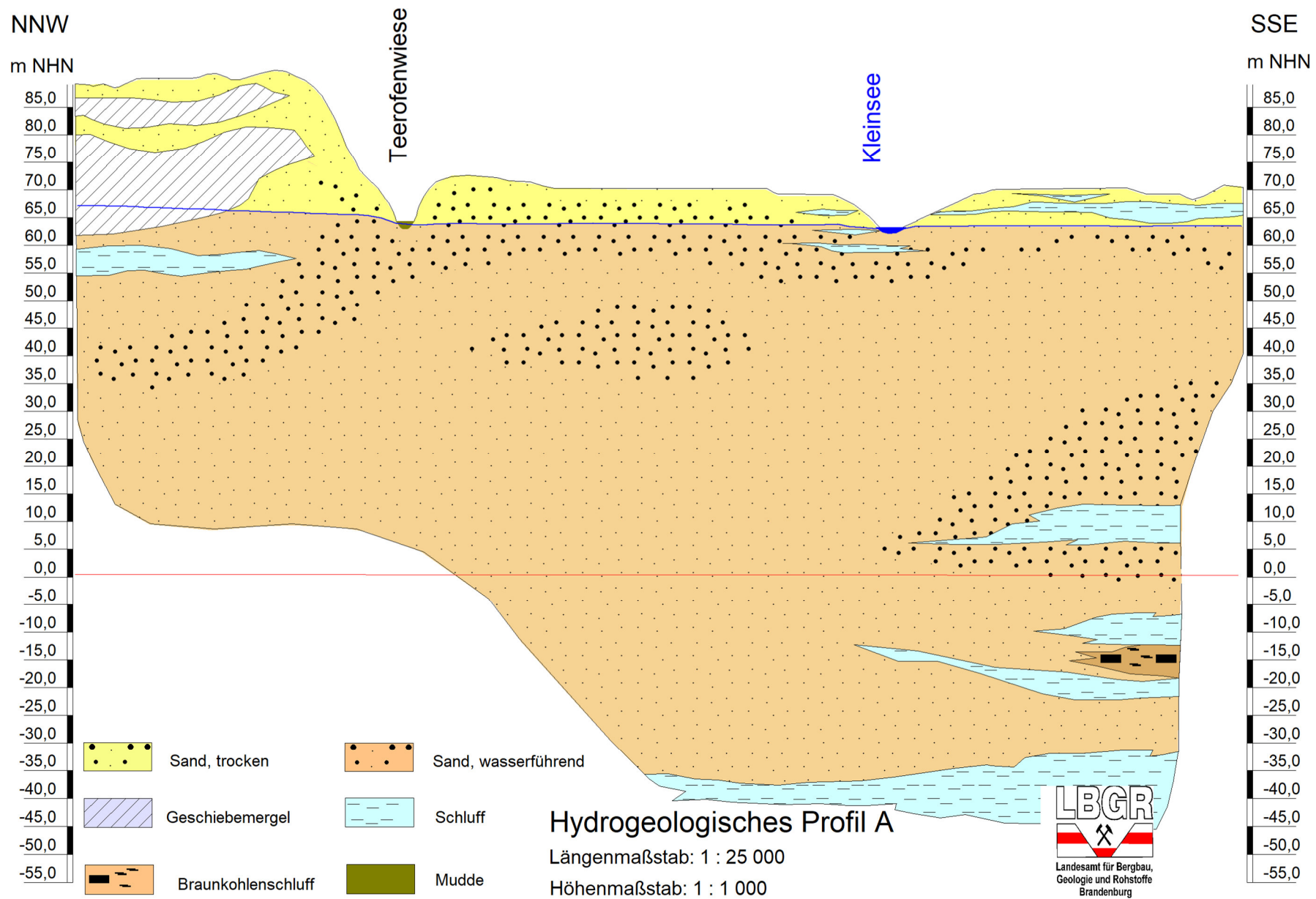
Anlage 5 – Hydrogeologischer Profilschnitt C



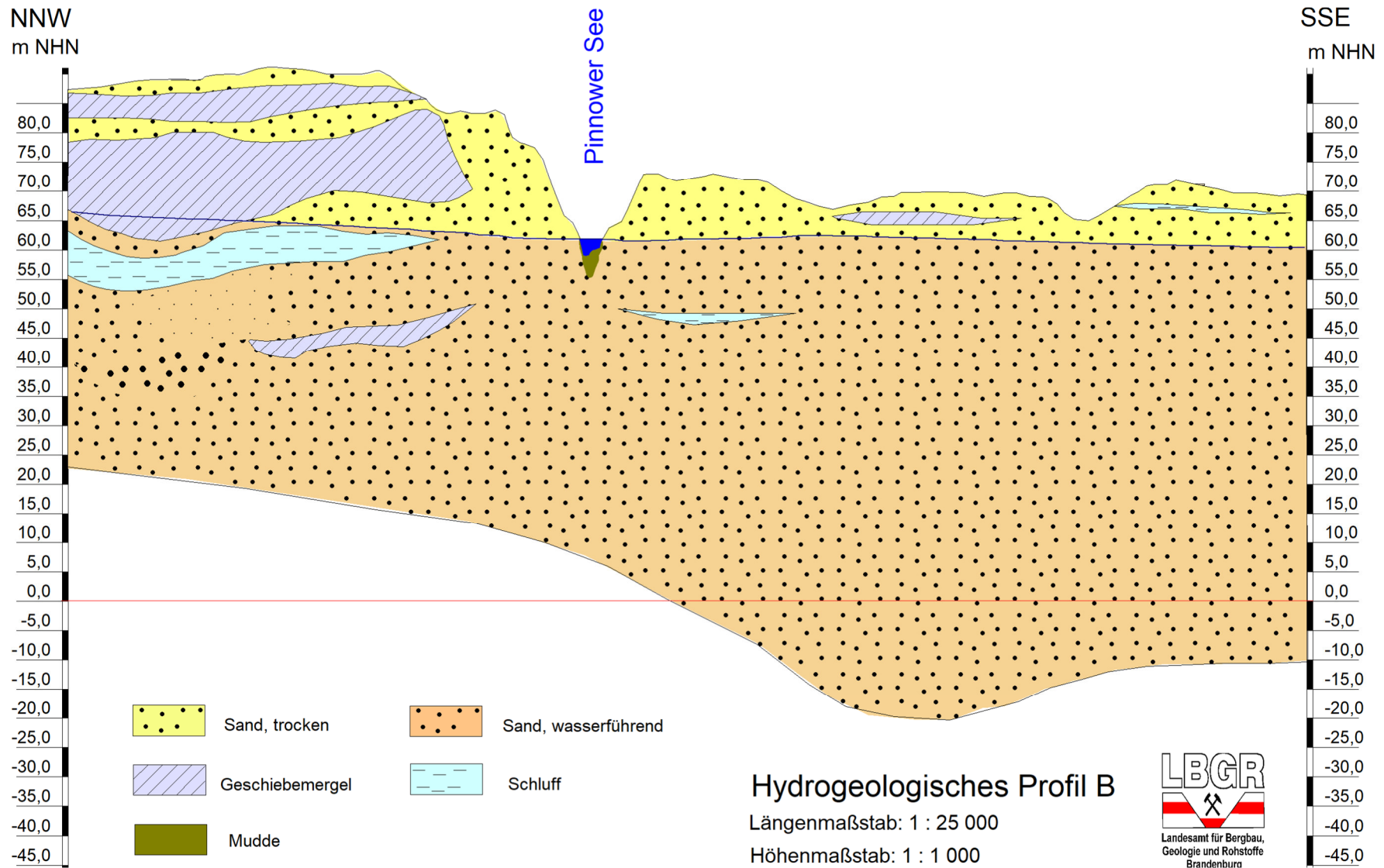
Anlage 1 – Regionaler Grundwasserisohypsenplan (Auszug) – Stichtagsmessung Frühjahr 2020 (Daten: LE-B 2021)



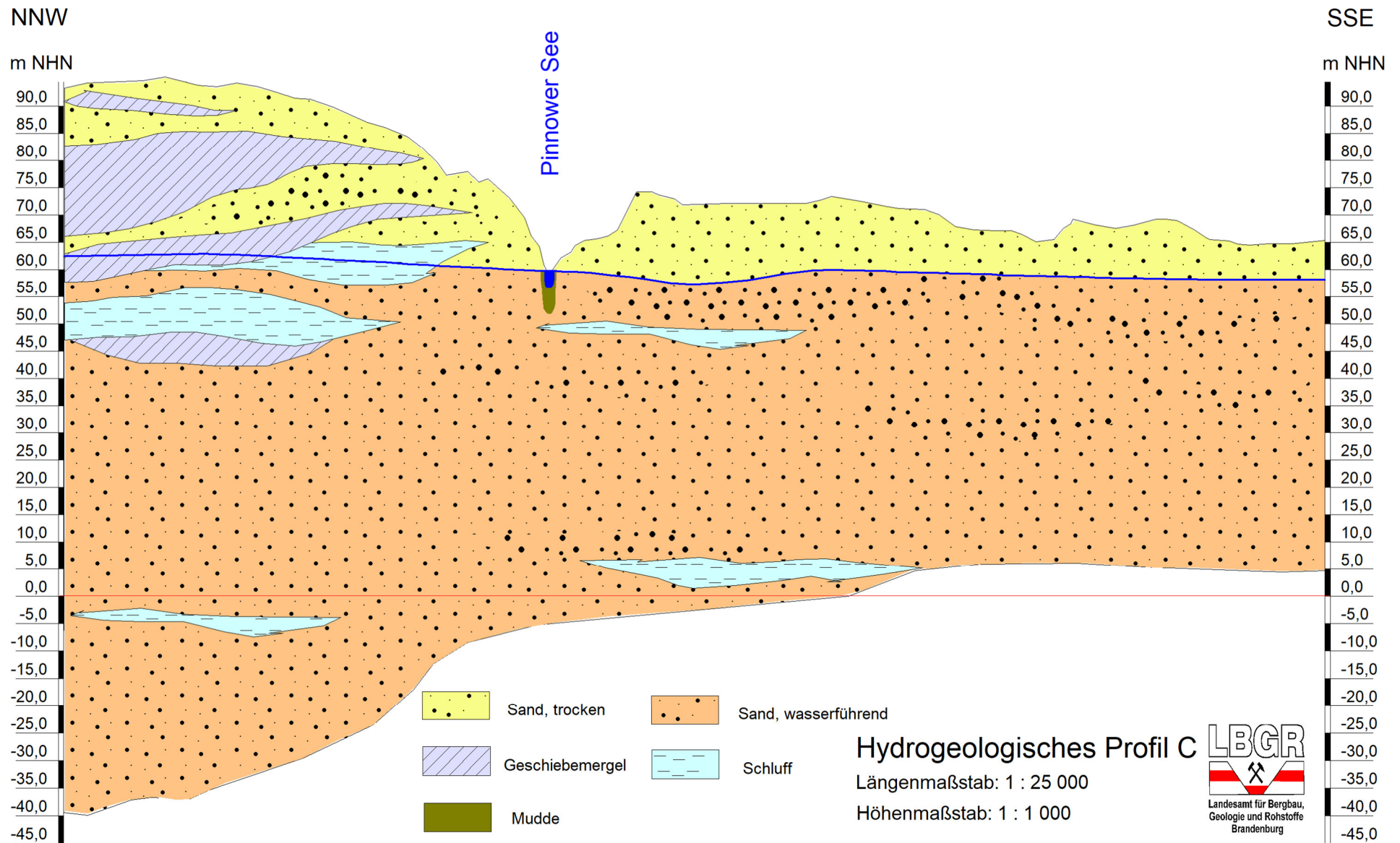
Anlage 2 – Übersichtskarte mit Schnittpurenverlauf der Hydrogeologischen Profile A, B und C – Kartengrundlage: Geobasisdaten: DTK25, ©GeoBasis-DE/LGB 2014



Anlage 3 – Hydrogeologisches Profil A



Anlage 4 – Hydrogeologisches Profil B



Anlage 5 – Hydrogeologisches Profil C