Ermittlung Nutzbarer Grundwasserdargebote

Ein Beitrag zur nachhaltigen Nutzung verfügbarer Grundwasserressourcen in den Landkreisen Nordsachsen und Leipzig

1 Hintergrund und Ziel

Der Klimawandel verändert den Wasserhaushalt in Sachsen. Veränderte Niederschlagsverhältnisse und steigende Temperaturen mit zunehmender Verdunstung beeinflussen die Grundwasserneubildung und führen vielfach zu tendenziell sinkenden Grundwasserständen. Gleichzeitig steigen die Nutzungsansprüche an die Ressource Grundwasser, vor allem durch landwirtschaftliche Beregnung, industrielle Nutzungen, sowie private und öffentliche Brauchwassernutzungen. Auch die Grundwassernutzung durch die öffentliche Trinkwasserversorgung steht in diesem Zusammenhang vor zunehmenden Herausforderungen.

Vor diesem Hintergrund stellt die räumlich differenzierte Ausweisung bzw. Kenntnis des verfügbaren und künftig nutzbaren Grundwasserdargebots eine bedeutende Fachgrundlage zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen dar. Ziel des „Dargebotsprojektes“ ist daher die Entwicklung eines Bilanzierungsinstrumentes (Praxisanwendung zum Nutzbaren Dargebot, kurz PaNDa) und dessen Integration in das Datenportal iDA des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG).

PaNDa soll den Genehmigungsbehörden eine fachliche Grundlage bieten, um bereits in einer frühen Phase von Wasserrechtsverfahren zur Grundwasserentnahme einzuschätzen, ob innerhalb einer Bewertungseinheit grundsätzlich ein nutzbares Grundwasserdargebot vorhanden ist und ob eine beantragte Grundwasserentnahme hinsichtlich des Dargebots grundsätzlich möglich erscheint. Das wasserrechtliche Antrags- und Erlaubnisverfahren bleibt dabei unverändert bestehen; PaNDa stellt ausdrücklich **keinen Ersatz für das Wasserrechtsverfahren** dar. Es soll jedoch wesentliche fachliche Grundlagen in kompakter Form verfügbar machen und damit auch zu einer Verkürzung der Verfahrensdauer beitragen.

Letztlich können auch mögliche Nutzungskonflikte frühzeitig erkannt und die verfügbaren Grundwasserressourcen unter sich verändernden klimatischen Rahmenbedingungen nachhaltiger bewirtschaftet werden.

2 Methodik

Zu Projektbeginn wurde zunächst ein 940 km² großes Modellgebiet in Nordsachsen gewählt und betrachtet. In diesem Gebiet wurde die Vorgehensweise entwickelt, schrittweise erprobt und anschließend auf das Gesamtgebiet (Landkreis Nordsachsen, Stadt Leipzig und anteilig Landkreis Leipzig) übertragen bzw. angepasst.

Alle Betrachtungen beschränken sich auf die quartären Grundwasserleiter (GWL), die für bestehende und zukünftige Grundwassernutzung oft von besonderer Bedeutung sind.

Die methodische Vorgehensweise gliedert sich in drei Themenblöcke: die hydrogeologische und geohydraulische Charakterisierung des Bearbeitungsgebiets, die Bilanzierung der nutzbaren Grundwasserdargebote sowie die technische Umsetzung des Bilanzierungsinstruments. Die Bearbeitung umfasst folgende Schritte:

hydrogeologische und geohydraulische Charakterisierung

- Verdichtete Stichtagsmessung der Grundwasserstände
- Erstellung eines detaillierten Hydroisohypsenplanes
- Abgrenzung der Bewertungseinheiten auf Basis des erstellten Hydroisohypsenplanes als hydraulisch zusammenhängende Bereiche
- Grundwasserleiterspezifische hydrogeologische Parametrisierung (Ausweisung der Verbreitung der GWL auf Basis des vorliegenden Fachinformationssystems-Hydrogeologie des LfULG, kf-Wert-Zuweisung, Ableitung Ergiebigkeitsverteilung)

Bilanzierung der nutzbaren Grundwasserdargebote

- Prognose der Grundwasserneubildung (Auswahl verschiedener Klimaszenarien aus der Studie KLiWES 3.0)
- Zusammentragen aller registrierten Grundwasserentnahmen
- Ableiten des nutzbaren Dargebotes aus Grundwasserentnahmen und Neubildung)

technische Umsetzung

- Entwicklung des Bilanzierungsinstrumentes PaNDa (Praxisanwendung Nutzbares Dargebot) und Integration in iDA

2.1 Ausweisung der Bewertungseinheiten

Im ersten Bearbeitungsschritt (**verdichtete Stichtagsmessung)** wurden neben den Messstellen des Landesmessnetzes weitere Grundwassermessstellen zur Verdichtung des Messnetzes recherchiert. Im Modellgebiet wurden parallel zur Landesstichtagsmessung im Herbst 2022 zahlreiche zusätzliche Messstellen einbezogen. Daraus wurde ein **detaillierter Hydroisohypsenplan** erstellt.

Anhand dieses Hydroisohypsenplanes wurden anschließend **Bewertungseinheiten** abgegrenzt. Diese Bewertungseinheiten repräsentieren hydraulisch zusammenhängende Gebiete und sind deutlich kleiner als die Grundwasserkörper gemäß der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL).

Der Erlass zur Grundwasserbewirtschaftung (SMEKUL, 2023) fordert die Aufstellung detaillierter Wasserbilanzen für die Grundwasserkörper. Diese sind jedoch sehr groß und heterogen

und somit als alleinige Bezugseinheit für wasserrechtliche Entscheidungen oft nicht ausreichend. Der Erlass zur Grundwasserbewirtschaftung gestattet eine Unterteilung der Grundwasserkörper in kleinere Bewertungseinheiten und eine separate Bilanzierung.

Die Bildung kleinerer Bewertungseinheiten ermöglicht eine räumlich differenziertere Betrachtung des Grundwasserdargebots. Dies ist insbesondere deshalb relevant, weil die hydrogeologischen und geohydraulischen Verhältnisse innerhalb großräumig abgegrenzter Grundwasserkörper deutlich variieren können. Die Abgrenzung erfolgt anhand hydraulischer Verhältnisse, beispielsweise unter Berücksichtigung unterirdischer Wasserscheiden, Fließgewässer und weiterer hydraulisch wirksamer Grenzen.

Dieses Vorgehen von verdichteter Stichtagsmessung, abgeleitetem Hydroisohypsenplan und resultierender Ausweisung der Bewertungseinheiten erfolgte zunächst in einem 940 km² großen Modellgebiet in Nordsachsen und hat sich als zielführend erwiesen, sodass auch im Gesamtgebiet (Landkreis Nordsachsen, Stadt Leipzig und anteilig Landkreis Leipzig) diese Methodik zur Anwendung kam.

In der folgenden Abbildung ist ein Ausschnitt aus dem Gesamtgebiet mit den Hydroisohypsen, den Bewertungseinheiten und dem Modellgebiet dargestellt.

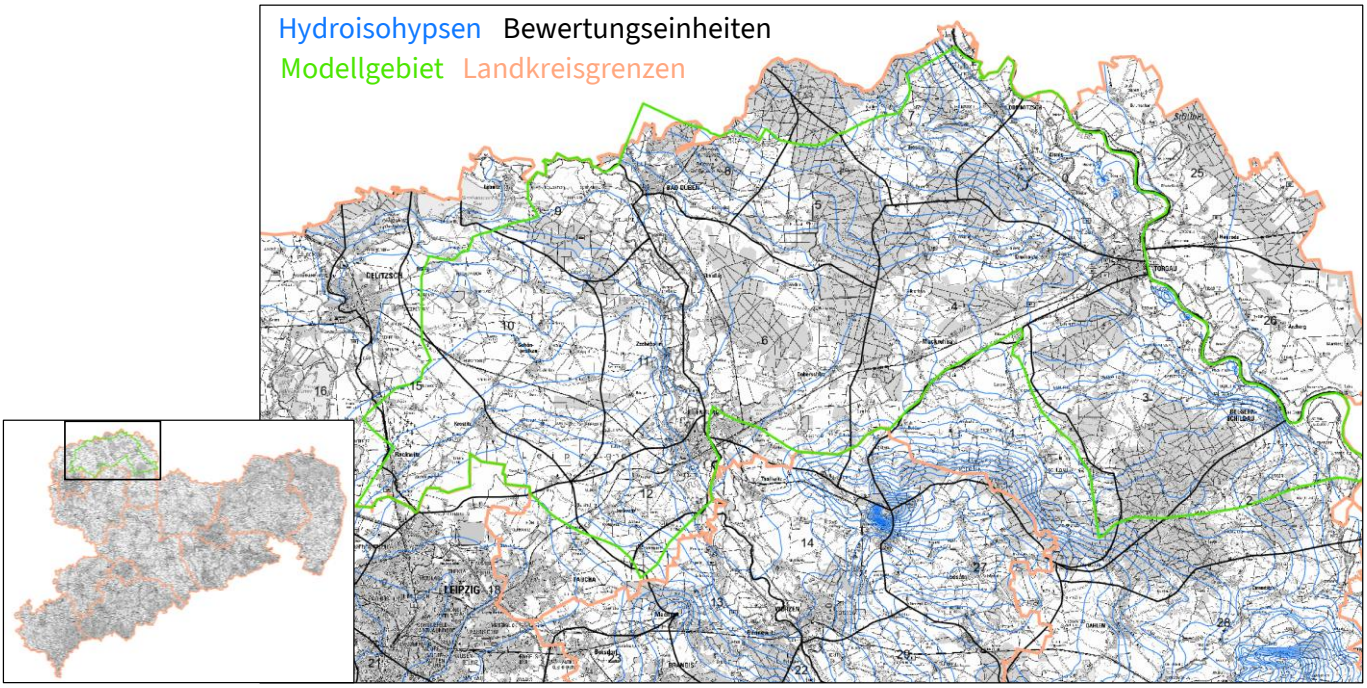


Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Gesamtgebiet mit Hydroisohypsen (blau), Bewertungseinheiten (schwarz), Modellgebiet (grün) und den Landkreisgrenzen (orange)

2.2 Hydrogeologische Parametrisierung

Im nächsten Bearbeitungsschritt erfolgte die hydrogeologische Parametrisierung der betrachteten Grundwasserleiter. Dazu wurden als elementare Datenbasis zunächst die Verbreitungen der einzelnen Grundwasserleiter aus dem Fachinformationssystem Hydrogeologie (Hydrogeologisches 3D-Landesmodell) des LfULG übernommen. Die quartären Grundwasserleiter im Norden Sachsens sind durch einen teilweise komplexen Stockwerksbau gekennzeichnet. Nicht alle Grundwasserleiter sind flächendeckend verbreitet. Zudem variieren sowohl die Mächtigkeit als auch die hydraulische Durchlässigkeit innerhalb der einzelnen Grundwasserleiter.

Anschließend wurden für die betrachteten Grundwasserleiter hydraulische Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f-Werte) ermittelt. Dazu wurde die LfULG-eigene Aufschlussdatenband und dort vorliegende Kennwerte aus Pumpversuchen herangezogen da hierbei die verlässlichsten Durchlässigkeiten bestimmt werden können. Weiterhin wurden auch Schichtenverzeichnisse genutzt, aus denen eine Durchlässigkeit anhand des Materials (Sand, Kies) abgeschätzt wurde.

In Defizitbereichen, in denen keine oder nur wenige Messwerte vorlagen, erfolgte eine schrittweise Erhöhung der Datendichte durch zusätzliche hydraulische vor-Ort-Tests sowie die Einbeziehung zusätzlicher Daten aus dem Datenbestand des LfULG. Im Modellgebiet wurden dazu Auffüllversuche (Slug-Tests) durchgeführt. Diese Untersuchungen sind mit einem vergleichsweise geringen Aufwand verbunden; die Ergebnisse sind entsprechend als Abschätzungen der hydraulischen Durchlässigkeit zu bewerten. Für das Gesamtgebiet wurden daher Kurzpumpversuche durchgeführt, die einen höheren Untersuchungsaufwand erfordern, zugleich aber belastbarere Ergebnisse liefern.

Im Ergebnis konnte für alle betrachteten Grundwasserleiter eine ausreichende Abdeckung mit vorliegenden, gemessenen und interpolierten Durchlässigkeitsbeiwerten erreicht werden. Aus den ermittelten Durchlässigkeiten wurde für jeden Grundwasserleiter eine räumliche Verteilung der k_f-Werte abgeleitet. Neben der Durchlässigkeit ist auch die grundwassergesättigte Mächtigkeit des jeweiligen Grundwasserleiters von großer Bedeutung für potenzielle Grundwasserentnahmen. Dazu wurde die Transmissivität als Produkt aus k_f-Wert und grundwassergesättigter Mächtigkeit bestimmt und grundwasserleiterbezogen ausgewiesen.

Auf Grundlage der Transmissivität erfolgte die Klassifizierung der ermittelten Ergiebigkeit. Damit werden Bereiche mit günstigen hydraulischen Eigenschaften, insbesondere hohen k_f-Werten und großen grundwassererfüllten Mächtigkeiten als besonders ergiebig eingestuft.

Dabei wurde folgende Klasseneinteilung aufgrund von Erfahrungswerten, ähnlich zum Vorgehen in Niedersachsen (LBEG, 2014) festgelegt:

Tabelle 1: Ergiebigkeitsklassen (nach LBEG, 2014)

Klasse	Ergiebigkeit	Transmissivität
1	Sehr ergiebig	T > 50 m^2/h (entspricht $1{,}39 \cdot 10^{-2}$ m^2/s)
2	ergiebig	10 < T < 50 m^2/h
3	Wenig ergiebig	T < 10 m^2/h (entspricht $2{,}78 \cdot 10^{-3}$ m^2/s)
4	stark wechselnde Verhältnisse	Bereiche mit stark wechselnden kf-Werten oder ohne Verbreitung quartärer GWL

Für wenig ergiebige Bereiche der Klasse 3 wird ein Abschlag von 20 % angesetzt. Damit wird das Dargebot aufgrund ungünstiger hydrogeologischer Verhältnisse gemindert. Für die Klassen 1 und 2 gelten hydrogeologisch günstige Bedingungen, sodass kein Ergbiebigkeitsabschlag angesetzt wird. Sehr kleinräumige Bereiche sowie Bereiche mit stark wechselnden k_f-Werten werden nicht pauschal mit einem k_f-Wert belegt, sondern der Klasse 4 zugeordnet.

Für jeden Grundwasserleiter wurden Karten zur Ergiebigkeitsverteilung erstellt. Für das Modellgebiet liegen die Karten bereits vor. In folgender Abbildung ist die Ergiebigkeitsverteilung und Klassierung am Beispiel eines Grundwasserleiters (GWL 1.6) dargestellt.

Sowohl für das Modellgebiet als auch für das Gesamtgebiet sind

- Die Erstellung des Grundwassergleichenplanes,
- die Ausweisung der Bewertungseinheiten,
- die Parametrisierung der Grundwasserleiter und
- die Ausweisung der Ergiebigkeit der Grundwasserleiter

als geologisch/hydrogeologische, sowie geohydraulische Grundlage für die weitere Projektbearbeitung weitgehend abgeschlossen.

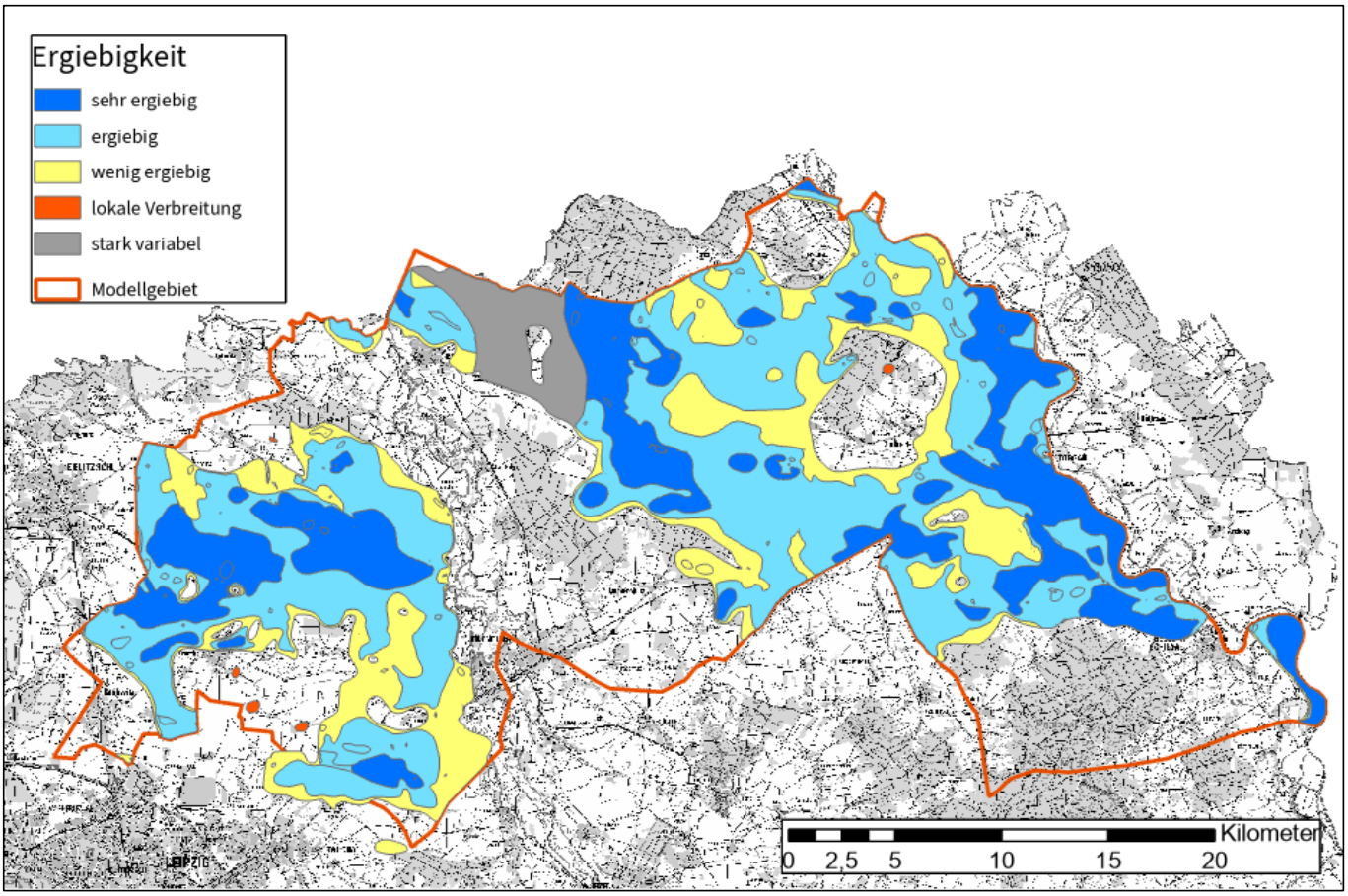


Abbildung 2: Ergiebigkeitsverteilung am Beispiel eines Grundwasserleiters im Modellgebiet

2.3 Grundwasserneubildung und Dargebotsbilanz

Der zweite Themenblock (Arbeitsschritte 5-7) umfasst die Bilanzierung der nutzbaren Grundwasserdargebote. Hierfür werden insbesondere die Grundwasserneubildung als wesentliche Komponente des Dargebots sowie die aktuell bereits vorhandenen Grundwasserentnahmen berücksichtigt.

Für die Grundwasserneubildung werden ausgewählte Klimaszenarien aus der Studie KLiWES 3.0 (LfULG, 2026) herangezogen. Dadurch lassen sich unterschiedliche zukünftige Entwicklungen des Wasser-haushalts berücksichtigen und die Auswirkungen des Klimawandels auf das nutzbare Grundwasserdargebot abschätzen. KliWES 3.0 stellt für Sachsen unter anderem Wasserhaushaltsdaten für den Ist-Zustand 1961–2020 sowie für 21 Klimaprojektionen bis 2100 bereit. Die Bearbeitung hierzu erfolgt in enger Abstimmung mit dem Referat Siedlungswasserwirtschaft, Grundwasser des LfULG.

Die Bilanzierung dient damit einer frühzeitigen fachlichen Einschätzung der potenziell verfügbaren Grundwasserressourcen. Die Prüfung der Genehmigungsfähigkeit einer Grundwasserentnahme erfolgt weiterhin im Rahmen des regulären Wasserrechtsverfahrens.

2.4 Entwicklung der Praxisanwendung PaNDa

Die gesamten Projektinhalte und -ergebnisse sollen in einer Fachanwendung (Praxisanwendung Nutzbares Dargebot, kurz PaNDa) zusammengeführt werden. Dieses soll als Web-GIS-Anwendung in das Datenportal iDA des LfULG integriert werden.

Hydroisohypsenplan, Bewertungseinheiten sowie die hydrogeologische Parametrisierung bilden die fachlichen Grundlagen. Über Schnittstellen zur Fachanwendung „Klimawandel und Wasserhaushalt in Sachsen“ (GWN-Viewer) sowie zum Wasserbuch (Register aller Gewässernutzungen) und Wasserrechtsverzeichnis sollen Grundwasserneubildung und alle registrierten Grundwasserentnahmen in die Bilanzierung einbezogen werden.

Für jede Bewertungseinheit soll PaNDa die Summe aller registrierten Grundwasserentnahmen ausweisen sowie das nutzbare Dargebot in Abhängigkeit des gewählten Klima- /Neubildungsszenario bilanzieren. Dadurch können die Genehmigungsbehörden frühzeitig abschätzen, in welchem Umfang das nutzbare Dargebot innerhalb einer Bewertungseinheit bereits ausgeschöpft ist und verbleibende Dargebotsreserven ausweisen.

3 Projektstand und Ausblick

Im Dargebotsprojekt wurde eine Methodik zur räumlich differenzierten Ermittlung nutzbarer Grundwasserdargebote für die quartären Grundwasserleiter in den Landkreisen Nordsachsen, Leipzig und der Stadt Leipzig entwickelt. Grundlage bilden die geohydraulischen Verhältnisse, die daraus abgeleitete Abgrenzung von Bewertungs-einheiten und die hydrogeologische Parametrisierung der Grundwasserleiter. Darauf basierend wurde die räumliche Ergiebigkeit klassifiziert. Für die Dargebotsbilanzierung werden die Grundwasserneubildung, verschiedene Klimaprojektionen sowie die bestehenden Grundwasserentnahmen berücksichtigt.

Die fachlichen Grundlagen werden im Bilanzierungsinstrument PaNDa zusammengeführt und als Web-GIS-Anwendung in das Datenportal iDA des LfULG integriert. Damit soll den Genehmigungsbehörden künftig eine fachlich fundierte, räumlich differenzierte und fachlich belastbare Einschätzung zur Verfügung stehen, in welchem Umfang das nutzbare Dargebot innerhalb einer Bewertungseinheit bereits ausgeschöpft ist und welcher Spielraum für weitere Entnahmen grundsätzlich besteht. Im weiteren Projektverlauf stehen insbesondere die technische Umsetzung, die Anbindung der erforderlichen Datenquellen sowie die Überführung der erarbeiteten Methodik in die Praxisanwendung im Fokus. PaNDa soll damit künftig eine fachliche Grundlage für die frühzeitige Einschätzung von Grundwasserentnahmen und eine nachhaltige Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen unter den sich verändernden klimatischen Rahmenbedingungen bieten.

Quellen:

SMEKUL (2023): Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL), Referat 43 (Hrsg.): Erlass zur Grundwasserbewirtschaftung (Leitvorgaben zur Grundwasserbewirtschaftung) vom 7. Juni 2024

LBEG (2014). Verfahrensweise zur Abschätzung des nutzbaren Dargebots von Grundwasserkörpern und seine Aufteilung auf die Teilkörper der unteren Wasserbehörden, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen, Hannover, 25.11.2014

Autor: Jennifer Rosenzweig; Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 10; Referat 105; Telefon: 03731 294-1513; E-Mail: Jennifer.Rosenzweig@lfulg.sachsen.de; Redaktionsschluss: 26.10.2026: www.lfulg.sachsen.de