LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

Freistaat
SACHSEN

Erläuterungen zum Rasterdatensatz „Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung“ nach der Methode der Staatlichen Geologischen Dienste (Hölting et al.)

Stand 05/2026

Definition

Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung beschreibt flächenhaft das Rückhaltevermögen (Schutzpotenzial) gegenüber einer Grundwassergefährdung durch das Eindringen von Schadstoffen von der Erdoberfläche durch den Boden und den tieferen Bereich der ungesättigten Zone bis zum Erreichen der Grundwasseroberfläche aus Sicht der geologisch-hydrogeologischen Naturraumausstattung. Unter Grundwasserüberdeckung werden dabei der Boden und der Gesteinskörper über dem obersten zusammenhängenden und für eine Grundwassergewinnung potenziell nutzbaren Grundwasserstockwerk verstanden (DIN 4049). Sinngemäß zur Schutzfunktion wird in der internationalen Literatur der Begriff *Vulnerability* verwendet. Er beschreibt die Verletzlichkeit bzw. Anfälligkeit des Grundwassers aufgrund der inhärenten geologischen und hydrogeologischen Merkmale an einem Standort, die die „Leichtigkeit“ einer Grundwasserkontamination bestimmen.

Informationen zur Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung haben entsprechend der Ausrichtung auf die Bewertung von anthropogenen Beeinträchtigungen oberhalb des Grundwasserspiegels vielfältige Einsatzgebiete und Zielgruppen. Sie dienen der Beurteilung des natürlichen Schutzpotenzials in Einzugsgebieten von Trinkwasserschutzgebieten oder der Gefährdungsabschätzung von Deponiestandorten und Altlasten in Bezug auf das Grundwasser. Sie haben darüber hinaus eine wachsende Bedeutung als fachliche Entscheidungshilfe bei der Bewertung von Eingriffen in den Untergrund (Industriebauten, Tage- und Tiefbau, Rohstoffgewinnung) als auch bei Planungsvorhaben von Wirtschaft, Kommunen und Planungsverbänden (Landesentwicklungsplan, Regionalplanung, Flächennutzungsplanung).

Methodik

Die hier beschriebene Methodik folgt einem zwischen den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesrepublik Deutschland abgestimmten Konzept (Hölting et al.), welches sich den zunehmenden Interessenskonflikten im Zusammenhang mit der Nutzung natürlicher Ressourcen aus Sicht der angewandten Geowissenschaften stellt.

Die Schutzwirkung der ungesättigten Zone (im Wesentlichen Grundwasserüberdeckung) wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst, so u.a. von den geologischen Eigenschaften (petrografische Ausbildung, Mächtigkeit, Lagerungsdichte, Kornzusammensetzung, Porosität), den Bodeneigenschaften (Bodenart/-typ, Gehalt an organischer Substanz, nutzbare Feldkapazität), der Sickerwasserrate und Sickergeschwindigkeit, dem pH-Wert des Sickerwassers, der Kationenaustauschkapazität und dem Flurabstand. Die Intensität der mechanischen, physikochemischen und mikrobiellen Prozesse, die zu einer Reduzierung der Schadstofffracht führen können, wird von diesen Faktoren maßgeblich gesteuert. Die für die Infiltration in den Untergrund zur Verfügung stehende Wassermenge (Sickerwasserrate), beeinflusst in der ungesättigten Zone die Bewegung und damit die Verweilzeit des Sickerwassers, wobei nur die vertikale Richtungskomponente der Wasserbewegung berücksichtigt wird.

Für den Bereich des Bodens erfolgt die Ermittlung der Schutzfunktion auf Grundlage der Speicherfähigkeit an pflanzenverfügbarem Wasser, ausgedrückt als mittlere nutzbare Feldkapazität (nFK) und bezogen auf eine mittlere Durchwurzelungstiefe von 1 m. Bei flachgründigen Böden wird die nutzbare Feldkapazität unterhalb der eigentlichen Bodenzone bis in 1 m Tiefe abgeschätzt und in die Berechnung einbezogen. Bodennutzung und stoffspezifisches Reinigungsvermögen blieben unberücksichtigt.

Im Lockergestein beruht die Abschätzung auf der aus Permeabilität und Länge der Sickerstrecke (Flurabstand) ermittelten Sickerwasserverweilzeit. Aufgrund der von Sand nach Ton zunehmenden Kationenaustauschkapazität sind hier vor allem die feinkörnigen Sedimentanteile von Bedeutung, die die Durchlässigkeit insgesamt herabsetzen, die Sickerwasserbewegung verzögern und damit die Sorptionsprozesse erheblich beeinflussen.

Im Festgestein wird die Schutzfunktion im Wesentlichen von den strukturellen Eigenschaften der Gesteine bestimmt, da sich das Sickerwasser überwiegend auf Klüften und makroskopischen Hohlräumen bewegt (ausgenommen Festgesteine mit sog. „Doppelporositäts“-Eigenschaften). In das Berechnungsverfahren gehen deshalb Informationen zur hydraulischen Wirkung von tektonischen Störungen, zu regionalen strukturellen Besonderheiten der Gesteine sowie zum Verwitterungsgrad ein. Aufgrund der hohen Sickergeschwindigkeit und der relativ geringen Kontaktflächen ist die Kationenaustauschkapazität im Festgestein nur von untergeordneter Bedeutung. Deshalb ergeben sich trotz geringer Gesteinsdurchlässigkeiten hier meist ungünstigere Schutzfunktionswerte.

Schwebende Grundwasserstockwerke, die eine vertikale Schadstoffverlagerung in den unterlagernden Hauptgrundwasserleiter zeitlich verzögern oder verhindern können, werden ebenso

in die Bewertung einbezogen wie örtlich artesische Druckverhältnisse im bewerteten Grundwasserleiter.

Für die Ermittlung der Gesamtschutzfunktion sind außerdem Informationen zur Grundwasserneubildung von Bedeutung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich hohe Grundwasserneubildungsraten wegen der schnellen vertikalen Verlagerung und den geringeren Reaktionszeiten in der ungesättigten Zone als ungünstig für die Schutzfunktion erweisen. Trotz der infolge Verdünnung niedrigeren Konzentration ist die aus dem Boden ausgewaschene Gesamtmenge an Schadstoffen höher als bei kleinen Neubildungsraten. Hohe Neubildungsraten können deshalb einen schnelleren Verbrauch der reaktiven Komponenten des Substrats zur Folge haben. Dies hat vor allem Konsequenzen bei Schadstoffen, deren Abbau und Sorption maßgeblich an spezifischen Komponenten erfolgt (z.B. Nitrat). Bei anhaltendem Eintrag erfolgt zunächst zwar ein Abbau in der tieferen ungesättigten Zone, bei dauernder Beanspruchung ist jedoch langfristig mit einer Verminderung der Schutzfunktion zu rechnen.

Eine grafische Übersicht zum Berechnungs-Algorithmus zeigt Abbildung 1.

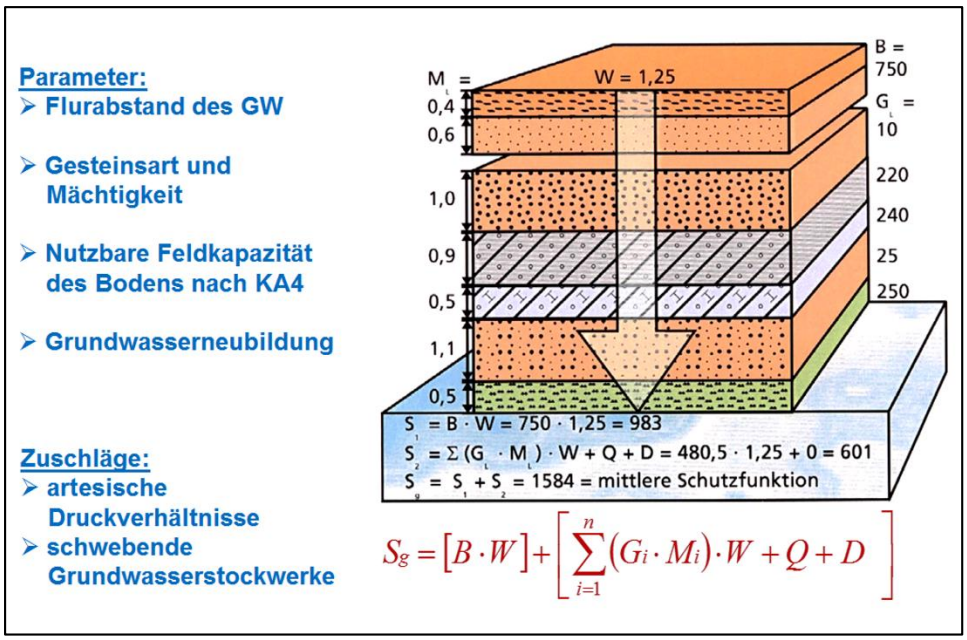


Abb. 1: Beispielhaftes Schema zur punktbezogenen Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung nach Hölting et al. (aus Magiera 2002)

Die Berechnung basiert dabei auf einem empirischen Punktesystem, dessen Skalierung standortbezogen von geringen Punktzahlen (≙ geringe Schutzfunktion) bis zu hohen Punktzahlen (≙ hohe Schutzfunktion) reicht. Zielgröße der Schutzfunktionsbewertung ist die Verweildauer des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung (ungesättigte Zone). Die ermittelten Schutzfunktionswerte werden deshalb in mittlere Verweilzeiten übersetzt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Klassifizierung der Punktzahlen der Gesamtschutzfunktion und Interpretation der mittleren Verweildauer des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung in Anlehnung an Hölting et al. 1995

Punktzahl S_g der Gesamtschutzfunktion	Gesamtschutzfunktion verbal	Mittlere Verweildauer des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung (bis zum Erreichen der Grundwasseroberfläche des bewerteten Grundwasserleiters)
> 4000	sehr hoch	> 25 Jahre
> 2000 – 4000	hoch	10 – 25 Jahre
> 1000 – 2000	mittel	3 – 10 Jahre
> 500 – 1000	gering	mehrere Monate bis ca. 3 Jahre
≤ 500	sehr gering	wenige Tage bis etwa 1 Jahr

Datengrundlagen und Berechnung

Das Bearbeitungskonzept zur Schutzfunktionsberechnung im Freistaat Sachsen orientiert sich auf eine flächenhafte Erstellung als Rasterdatensatz unter Einsatz digital verfügbarer Daten. So werden mittlerweile die benötigten geologisch-geometrischen Informationen zum Untergrundaufbau aus einem landesweit im Aufbau befindlichen geologisch-hydrogeologischen 3D-Modell der obersten 200 m der Erdkruste genutzt.

In die der Bewertung zugrundeliegende Berechnung gehen alle aus Bohrungen, Brunnen, Grundwassermessstellen und anderen geologischen Aufschlüssen verfügbaren Informationen zu den geologisch-genetischen Eigenschaften und den zughörigen hydrogeologischen Kennwerten (Durchlässigkeit, Mächtigkeit, Porosität usw.) ein. Bodeninformationen und Daten zur Grundwasserneubildung werden als Raster- oder Vektor-basierte Flächeninformationen übernommen. In einem Datenbank-basierten Berechnungsverfahren wird aus den regionalisierten Punktdaten und den vorhandenen Flächeninformationen eine rasterbasierte Flächendarstellung der Schutzfunktionswerte erzeugt.

Hinweise zur Nutzung des Rasterdatensatzes

Entsprechend dem abhängig von den verfügbaren Ausgangsdaten zugrundeliegenden Bearbeitungsmaßstab von ca. 1 : 10 000 bis 1 : 50.000 können örtliche Gegebenheiten nur generalisiert dargestellt werden. Für kleinräumige oder punktuelle Betrachtungen bleiben weitergehende Untersuchungen unerlässlich.

Die Daten zur Schutzfunktion werden als georeferenzierter Rasterdatensatz zur Nutzung in Geografischen Informationssystemen (GIS) für Bedarfsträger bereitgestellt und können per Download bezogen werden. Der aktuelle Arbeitsstand ist beim Herausgeber LfULG/Abteilung Geologie zu erfragen. Siehe hierzu auch:

Hydrogeologische Karten - LUIS - Landwirtschaft- und Umweltinformationssystem für Geodaten - sachsen.de

Die Rasterdaten sollten für die GIS-Visualisierung farbig klassifiziert werden. Dafür steht im herunterladbaren Datensatz eine Layer-Datei (für Esri ArcGIS Pro) zur Verfügung (siehe Tabelle 2). Bei open source GIS-Produkten muss diese Klassifizierung gemäß Tabelle 2 in den meisten Fällen manuell nachgeführt werden. Es wird darüber hinaus empfohlen, im GIS den Schutzfunktions-Layer mit einem Schummerungsmodell der Geländehöhe zu mischen. Hierdurch wird der Zusammenhang zwischen Geomorphologie und Schutzfunktionswert deutlicher sichtbar.

Tabelle 2: Klassifizierung des Rasterdatensatzes für die Verwendung der Schutzfunktionswerte im GIS

Punktwert der Rasterzelle	Schutzfunktion verbal	Farbwert visuell	Farbwert RGB
< 4000	sehr hoch		135-255-78
< 2000 - 4000	hoch		209-255-115
< 1000 – 2000	mittel		255-255-175
< 500 - 1000	gering		255-190-60
< 0 - 500	sehr gering		255-128-128
0	no data (keine Berechnung, z.B. Oberflächengewässer)		transparent

Literatur

HÖLTING, B.; HAERTLE, T.; HOHBERGER, K.- H.; NACHTIGALL, K.; VILLINGER, E.; WEINZIERL, W. & WROBEL, J.- P. (1995) Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung. - Geologisches Jahrbuch C 63, S. 5-24.- Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Geologische Landesämter der Bundesrepublik Deutschland, Hannover. in Kommission: E. Schweizerbart`sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.

HGN HYDROGEOLOGIE GMBH (1997) Forschungsprojekt Grundwassergeschütztheit im Festgestein Sachsens. – Methodisches Konzept; im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie; Auftragnehmer: Hydrogeologie Nordhausen GmbH, Niederlassung Torgau.

DIEPOLDER, G. W. (1997) Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung – Erläuterungen zur Schutzfunktionskarte 1: 50 000 - Blatt L6728 Ansbach. München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

BGR BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (1997) Hydrogeologische Kartieranleitung. In: Geologisches Jahrbuch, Reihe G, Heft 2, S. 3-157. Hannover.

HGN HYDROGEOLOGIE GMBH (1998-1) — Software UGWG – Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, mit Benutzerhandbuch. Auftragnehmer: Hydrogeologie Nordhausen GmbH, Niederlassung Torgau.

HGN HYDROGEOLOGIE GMBH (1998-2) — Methodisches Konzept zur Ermittlung des Gesteinspunktwertes für Festgesteine innerhalb des Konzeptes zur Grundwassergeschütztheitsbewertung. Auftragnehmer: Hydrogeologie Nordhausen GmbH, Niederlassung Torgau.

MAGIERA, PH. (2002) — GIS-gestützte Bewertung der Verschmutzungsempfindlichkeit des Grundwassers. - Schweizerbart.

BEAK CONSULTANTS GMBH (2003) — Hydrogeologische Spezialkarte Sachsen M 1: 50 000, Blätter L5346 Olbernhau und L5154 Zittau. – Abschlussbericht. Auftragnehmer: Beak Consultants GmbH Freiberg.

HGN HYDROGEOLOGIE GMBH (2003) — Fach- und DV-Feinkonzept für die Software zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (UGWG32); im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie; Auftragnehmer: Hydrogeologie Nordhausen GmbH, Niederlassung Torgau.