

Antrag der Harzwasserwerke GmbH auf Neufassung der Bewilligung zur Grundwasserentnahme für das Wasserwerk Ramlingen

Teil B3.2 – Bodenkundliches Gutachten Teil
Forstwirtschaft

Oktober 2025

Niedersächsisches Forstplanungsamt
Dez. III, Forst-GIS/Standortskartierung

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Antrag der Harzwasserwerke GmbH auf Neufassung der Bewilligung zur Grundwasserentnahme für das Wasserwerk Ramlingen

Teil B 3.2: Bodenkundliches Fachgutachten Teil Forstwirtschaft

Juni 2025

Dr. Marc Overbeck

Inhalt

Vorbemerkungen.....	2
Methode.....	3
Datengrundlagen.....	4
Wald	4
Forstliche Standortskartierung.....	4
Modellierte Grundwasser-Flur-Abstände.....	5
Untersuchungsgebiet	5
Ergebnisse.....	6
Forstliche Standortskartierung.....	6
Vergleich und Analyse modellierter GW-Flur-Abstände hinsichtlich potenzieller Veränderungen der Standortstypen.....	11
Zusammenfassung und Diskussion.....	14
Ausblick.....	15
Anlagen.....	16
Literatur	16

Vorbemerkungen

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens „Trinkwassergewinnung Hannover Nord“ (TWG Hannover Nord) soll das hier vorliegende Gutachten Grundlagen liefern, mit dem im Weiteren ökonomische Auswirkungen auf die Forstwirtschaft, wie z. B. eine Veränderung der Waldwachstumsleistung durch Grundwasserabsenkung in Folge der beantragten Grundwasserentnahme beschrieben und monetarisiert werden können. Weitere Belange, die durch eine angedachte Grundwasserentnahme betroffen sein könnten, wie beispielsweise Aspekte des Wald-Naturschutzes oder der Erholung im Wald, sind nicht Gegenstand dieses Gutachtens.

Bislang werden in Niedersachsen verschiedene Methoden angewendet, um im Rahmen von wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren Auswirkungen von entnahmebedingten Grundwasserabsenkungen auf die Forstwirtschaft zu beschreiben.

Zu den forstlichen Beweissicherungsmethoden zählen sowohl aufwendige, bodenkundliche und waldwachstumskundliche Bonitur- und Messmethoden (Hillmann et al. 2009a, Hillmann et al. 2009b) als auch einfachere, weitgehend auf Bodenkenngrößen beruhende Ansätze (Raissi et al. 2009a, Raissi et al. 2009b).

Erfolgen Beweissicherungsverfahren erst nach mehrjähriger Grundwasserentnahme, werden umfassende dendrochronologische Untersuchungen erforderlich, wobei der Nachweis von Effekten der Grundwasserentnahme auf die Ertragskraft von Wäldern schwierig ist (Worbes u. Hillmann 2001). Bei zeitlichem Vorlauf geplanter Grundwasserentnahmen, die eine oberflächennahe Absenkung des Grundwassers erwarten lassen, kann ein bodenkundliches Gutachten erforderlich sein, mittels dem der Auswirkungsgrad einer Grundwasserabsenkung auf das pflanzenverfügbare Bodenwasser mittels eines Index beschrieben wird (Hillmann et al. 2009a). Um einen Bezug zu ertragskundlichen Kenngrößen herzustellen, schließt sich ein forstliches Beweissicherungsverfahren an (Hillmann et al. 2009b), indem die Anlage und periodische, über mehrere Jahre fortzuführende Aufnahme von Vergleichsflächenpaaren außerhalb und innerhalb des Absenkungsgebietes (sogenannte Weiserflächen) empfohlen wird. Wenige, gut untersuchte Weiserflächen sind jedoch nur bedingt geeignet, die Effekte einer Grundwasserabsenkung auf das Waldwachstum innerhalb eines gesamten Absenkungsgebiets umfassend zu beschreiben, da die für das Baumwachstum relevanten Einflussgrößen kleinräumig stark variieren können und die Vielzahl an möglichen Kombinationen und Wechselwirkungen dieser Einflussgrößen nur bedingt abgebildet werden können. Daher ist eine möglichst große Anzahl an Weiserflächenpaaren erforderlich, um statistisch abgesicherte Daten zu erhalten. Dies sowie die über mehrere Jahre erfolgende, arbeitsintensive Dokumentation führte in der Praxis zu sehr langwierigen und zeitaufwendigen Beweissicherungsverfahren, deren Ergebnisse in der Regel erst nach mehreren Jahren vorliegen und mit denen sich oftmals keine eindeutig der Grundwasserentnahme zuzuordnenden Effekte nachweisen lassen (Worbes u. Hillmann 2001), sodass Entschädigungsansprüche wie beispielsweise in den 1990er Jahren im Raum Fuhrberger Feld nicht anerkannt wurden (Bezirksregierung Hannover, 1990). Weiterhin ist eine Übertragung der Ergebnisse auf andere Absenkungsgebiete nicht zielführend, da die Effekte der Grundwasserabsenkung auf das Baumwachstum nicht von weiteren räumlich variierenden Einflussgrößen, wie Strahlung, Niederschlag oder Stoffeinträgen, getrennt werden können.

Einfachere Ansätze beruhen auf Schätzungen der effektiven Durchwurzelungstiefe von Forststandorten in Abhängigkeit von Baumart, Bestandesalter, Bodentyp/-art und Niederschlagssumme (Raissi et al. 2009a). Hierauf aufbauend erfolgt mittels eines Abschätzverfahrens unter Verwendung forstlicher Ertragstafeln eine Bilanzierung der zu erwartenden Minderzuwächse (Raissi et al. 2009b). Das von Raissi et al. (2009a, 2009b) beschriebene Verfahren greift auf weit gefasste Prädiktoren zurück, so wird beispielsweise der Boden ausschließlich in nur fünf Substratgruppen eingeteilt. Kleinstandörtliche Unterschiede lassen sich hiermit nicht abbilden. Da zudem nur der Wasserhaushalt betrachtet wird, Minderzuwächse jedoch auch durch andere für das Waldwachstum relevante Einflussgrößen verursacht werden können, sind auch hier eine Vielzahl an Weiserflächenpaaren notwendig, um die Effekte der Grundwasserabsenkung auf das

Baumwachstum von weiteren Einflussgrößen trennen zu können. Zudem ist dieses Verfahren nur geeignet, um Minderzuwächse, die durch einen verloren gegangenen Grundwasseranschluss entstanden sind, grob abzuschätzen.

Aufgrund dieser unbefriedigenden Situation bildete sich der Arbeitskreis „Forstertrag Hannover Nord“, dem Vertreter*Innen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA), dem LBEG, der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK), der Forstbetriebsgemeinschaft Celler-Land, der Niedersächsischen Landesforsten (NLF) und der enercity AG angehören. Das Hauptziel war, eine einfache und operable Methode zu entwickeln, um Effekte einer Grundwasserentnahme auf die Forstwirtschaft zu beschreiben. Hierfür sollen Simulationsmodelle für Grundwasserströmung und Waldwachstum miteinander verknüpft werden, um Auswirkungen entnahmebedingter und damit standortsverändernder Grundwasserabsenkungen auf das Waldwachstum zu quantifizieren. Als Ergebnis dieser Arbeitsgruppe liegt ein noch nicht abschließend evaluierter methodischer Ansatz zur Ermittlung und Bewertung entnahmebedingter Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit von Forstflächen vor (Stüber et al. in präp.). Dieser Ansatz soll in dem hier vorliegenden Gutachten angewendet werden, um Grundlagen bereitzustellen, die nach abschließender Bewertung des methodischen Ansatzes durch den Arbeitskreis Forstertrag, im Rahmen des Durchführungsplans zur Beweissicherung genutzt werden sollen, um:

- a) Ertragseffekte unter Verwendung standortssensitiver Waldwachstumsmodelle zu quantifizieren.
- b) Risiken durch Trockenstress zu bewerten.
- c) Veränderungen standortsgerechter Baumartenzusammensetzungen zu dokumentieren.

Inhaltlich wurde der Rahmen für dieses Gutachten zwischen den beteiligten Wasserversorgern (enercity AG, Harzwasserwerke, Wasserverband Nordhannover) und dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) als beratende Fachbehörde abgestimmt.

Folgende Themen sind Gegenstand dieses Gutachtens:

- Es sollen die Waldflächen im Untersuchungsgebiet ermittelt und mit modellierten Grundwasserständen für zwei Zustände (NULL, PROGNOSE, s. u.) verschnitten werden.
- Die für Waldflächen vorliegenden Daten der forstlichen Standortskartierung sollen zusammengeführt und bewertet werden, der Umfang nicht standortskartierter Waldflächen soll ermittelt werden.
- Zwei Zustände (NULL und PROGNOSE) modellierter GW-Flur-Abstände sollen hinsichtlich ihrer Effekte auf den forstlichen Standortstyp beschrieben und analysiert werden.

Methode

Der durch den Arbeitskreis Forstertrag erarbeitete methodische Ansatz sieht vor, dass aus modellierten Grundwasser (GW)-Flur-Abständen, Wasserhaushaltszahlen (WHZ) der forstlichen Standortskartierung (Anlage 1) abgeleitet werden. Diese werden im Weiteren als abgeleitete Wasserhaushaltszahlen (WHZa) bezeichnet und fließen in standortssensitive Waldwachstumsmodelle ein, womit Ertragsänderungen durch Grundwasserstandsänderungen quantifizierbar sind (Stüber et al. in präp.).

Mittels eines Grundwasserströmungsmodells werden entnahmebedingte Grundwasserabsenkungen für ein betroffenes Absenkungsgebiet quantifiziert. Hierbei kann die Differenz der Grundwasser-Flur-Abstände verschiedener Zustände abgebildet werden.

Basis dieses Ansatzes ist, dass die WHZ der niedersächsischen forstlichen Standortskartierung für grundwasserbeeinflusste Standorte Informationen zum mittleren Grundwasserstand in der Vegetationszeit enthält (Anlage 1). Mittels dieses Kennwerts ist eine Übersetzung modellierter GW-Flur-Abstände in eine WHZa möglich.

Waldwachstumsmodelle, die einen Standorts-/Leistungsbezug abbilden (z.B. Albert & Schmidt 2010, Fleck et al. 2015, Schmidt 2010, Schmidt et al. 2018), verwenden u. a. als Eingangsparameter die WHZ der forstlichen Standortskartierung. Kommt es durch Grundwasserentnahmen zu sich verändernden WHZ, ist es mit Hilfe dieser Modelle möglich, hierdurch induzierte Leistungsveränderungen zu quantifizieren.

In dem hier vorliegenden Gutachten sollen u. a. modellierte GW-Flur-Abstände verwendet werden, um Teilaspekte der forstlichen Standortskartierung abzuleiten. Daher ist im Vorfeld zu überprüfen, ob das verwendete Geländemodell und der Modellierungsansatz geeignet ist, die terrestrisch erhobenen Daten der forstlichen Standortskartierung hinsichtlich waldbaulicher, ertragskundlicher und arbeitstechnischer Aspekte hinreichend genau zu beschreiben und zu kalibrieren. Für das hier betrachtete Untersuchungsgebiet ist dies durch den Arbeitskreis Forstertrag in einer Projektarbeit unter Verwendung für das Kartierjahr modellierter GW-Flur-Abstände erfolgt (Stüber et al. in präp.). Da die Validierung und Kalibrierung für das Untersuchungsgebiet in dieser Projektarbeit noch mit vorläufigen Daten erfolgte, wurde zunächst der finale hier verwendete Datensatz mit dem vorläufigen Datensatz der Projektarbeit verglichen. Bei diesem Vergleich wurde offensichtlich, dass sich für den weit überwiegenden Teil des Untersuchungsgebiets keine oder wenn, nur geringfügig (< 25 cm) abweichende GW-Flur-Abstände ergeben. Nennenswerte Abweichungen liegen hauptsächlich im nordwestlichen Randbereich des Untersuchungsgebiets (Abb. 1), primär außerhalb standortskartierter Waldflächen. Einzelne Bereiche mit Abweichungen befinden sich in zentraler Lage, wobei es sich hierbei häufig um durch die Standortskartierung als GW-frei eingeschätzte Standorte handelt. Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass der in oben genannter Projektarbeit erarbeitete Ansatz bei Verwendung des finalen Datensatzes nicht zu anderen Ergebnissen geführt hätte. Insbesondere auch, da die Differenzen zwischen vorläufigem und finalem Datensatz meist geringer sind als die Spannbreiten der stratifizierten GW-Standorte (Tab. 5).

Ziel dieses Gutachtens ist es, u. a. Grundlagen zu liefern, die Effekte der Trinkwassergewinnung im Untersuchungsgebiet auf die Forstwirtschaft über Veränderungen des forstlichen Standorttyps bewerten zu können. Hierfür sollen Standortstypenveränderungen abgeleitet und dokumentiert werden, die sich aus den Differenzen der GW-Flur-Abstände verschiedener Zustände ergeben.

Datengrundlagen

Wald

Die Waldfläche wurde auf Grundlage der ATKIS-DLM Daten des Landesamts für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN, 2018) ermittelt, wobei die Vegetation der Kategorie 3, das heißt Wald ohne Moore, Heiden oder Unland/Brache, herangezogen wurde. Dieser Datensatz erfasst nicht alle Waldflächen im Untersuchungsgebiet. Beispielsweise fehlen aktuelle Erstaufforstungen oder Waldflächen, die im Zuge von Sukzession vornehmlich auf degenerierten Moorstandorten entstanden sind. Derartige Flächen müssen zu einem späteren Zeitpunkt ergänzt werden.

Forstliche Standortskartierung

Für das Untersuchungsgebiet liegen umfassende Daten der forstlichen Standortskartierung vor (s. u.). Es wurden Daten der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK) mit Stand vom März 2019 (Privatwald) und Daten der Niedersächsischen Landesforsten (NLF) für den Landeswald mit Stand vom Februar 2020 verwendet.

Die Flächen im Untersuchungsgebiet (s. u.) wurden zwischen 1975 und 2017 kartiert. Der Landeswald wurde in drei Perioden kartiert. Der Bereich zwischen Hambühren und Wietze 1975, die Flächen zwischen Hambühren und Celle 2017 und der übrige Landeswald 1999. Der Privatwald wurde in der Zeit von 2005 bis 2016 standortskartiert (Stüber et al. in präp.). Aufgrund der schon lange andauernden Förderung von Trinkwasser (Meyer, 2020) und des langen Zeitraums, in dem die forstlichen Standortskartierungen durchgeführt wurden, muss davon ausgegangen werden, dass diese Kartierungen insbesondere hinsichtlich der Einschätzung des Wasserhaushalts nicht miteinander vergleichbar sind und insbesondere ältere Kartierungen nicht mehr den gegenwärtigen Wasserhaushalt treffend beschreiben. Auch kann davon ausgegangen werden, dass die Nährstoffansprache der Kartierung von 1975 durch die seitdem stattgefundenene Humusakkumulation und fortwährende Deposition verschiedener Stickstoffverbindungen aus heutiger Sicht leicht unterschätzt wurde.

Modellierte Grundwasser-Flur-Abstände

Für das hier vorliegende Gutachten wurden modellierte GW-Flur-Abstände des Ingenieur-Büros H. H. Meyer (2020) mit einer Auflösung von 50 cm verwendet. Es wurden Daten für folgende Zustände miteinander verglichen:

- a) NULL (= Referenz); GW-Flur-Abstand **ohne** Entnahme durch die Fassungen Lindwedel, Berkhof, Fuhrberg, Wettmar und Ramlingen, jedoch **mit** sonstigen Grundwasserentnahmen im Untersuchungsgebiet.
- b) PROGNOSE; GW-Flur-Abstand wie a) unter Berücksichtigung der beantragten neuen Entnahmemenge für die unter a) genannten Fassungen, bei gleichbleibenden klimatischen Bedingungen.

Diese beiden Zustände beschreiben modellhafte Zustände der GW-Flur-Abstände ohne die unter a) beschriebene Trinkwassergewinnung sowie GW-Flur-Abstände, die sich im Rahmen der für die Zukunft beantragten Trinkwasserrförderung ergeben können. Diese beiden Zustände sind daher nicht geeignet, den gegenwärtigen oder den GW-Flur-Abstand zum Zeitpunkt der Standortskartierungen zu beschreiben. Sie dienen dazu, die maximalen Effekte der Trinkwassergewinnung auf den GW-Flur-Abstand abzubilden und hieraus Veränderungen des forstlichen Standortstyps abzuleiten.

Für das hier vorliegende Gutachten stehen in 50 cm Schritte klassifizierte modellierte GW-Flur-Abstände zur Verfügung (Meyer, 2020). Die Einteilung der WHZ aus der forstlichen Standortskartierung folgt einer hiermit nicht gänzlich kompatiblen Gruppierung, sodass eine direkte Zuordnung GW-Flur-Abstand zu WHZ hier nicht immer möglich war und daher näherungsweise erfolgte (Tab. 5), hinsichtlich waldbaulicher Entscheidungen jedoch eine sehr hohe Deckung aufweist. Die unterschiedliche Ansprache des GW-Standes zwischen dem Verfahren der Standortskartierung (Oberkante Kapillarsaum und Juli-Wert) und der GW-Modellierung (freies Wasser und Jahresmittelwert) wurde hierbei berücksichtigt. Bis auf eine Ausnahme konnten WHZ-Varianten (z. B. feucht, trocken) nicht berücksichtigt werden, da diese die Standorte mit einer Auflösung von 20 cm differenzieren, was mit den hier vorliegenden Modelldaten nicht abgebildet werden kann.

Untersuchungsgebiet

Das hier betrachtete Untersuchungsgebiet (Abb.1) ist über die 25 cm Absenkungsisolinie NULL zu PROGNOSE (Meyer, 2020) zuzüglich einem Pufferbereich von 500 m definiert. Für die unten erörterte Fragestellung eines potenziellen Bedarfs ggf. zu ergänzender bzw. zu aktualisierender Standortdaten wurde der Bereich ohne Puffer betrachtet (25 cm Absenkungsisolinie NULL zu PROGNOSE), da innerhalb dieses Bereichs kaum nennenswerten Veränderungen zwischen den beiden Zuständen bestehen (Abb. 4).

Das Untersuchungsgebiet umfasst insgesamt 40.061 ha. Ohne den 500-m-Puffer reduziert sich dieses Gebiet auf 35.605 ha.

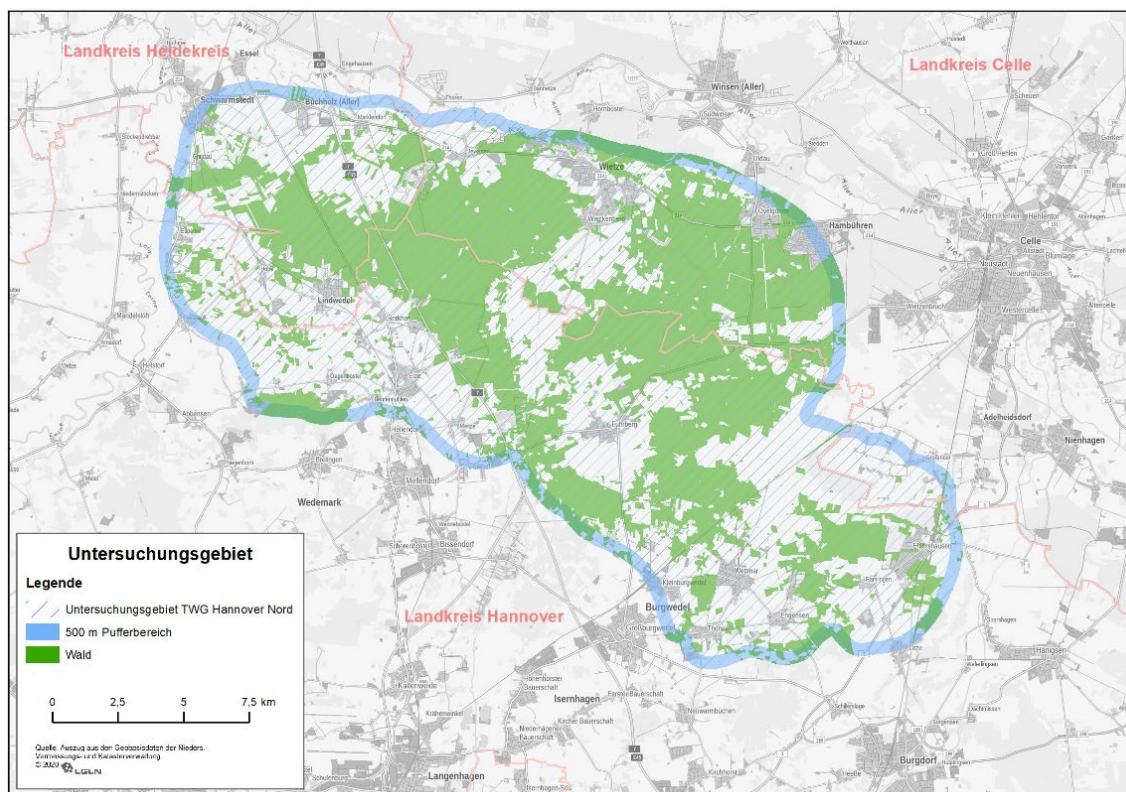


Abb. 1: Untersuchungsgebiet TWG Hannover Nord, 500 m Pufferbereich und Waldflächen.

Ergebnisse

Forstliche Standortskartierung

Im Folgenden wird die Systematik des forstlichen Standortstyps kurz beschrieben, das Untersuchungsgebiet auf Grundlage der standortkundlichen Daten charakterisiert und der potenzielle Bedarf an zu kartierenden Waldflächen näherungsweise ermittelt.

Forstlicher Standortstyp

Der Forstliche Standortstyp (Anlage 1) ist ein aus vier Zahlen bestehender Code, wobei die erste Zahl den Wasserhaushalt (WHZ), die zweite die Nährstoffeinschätzung (NZ), die dritte Zahl das bodenbildende Ausgangssubstrat und die vierte dieses Ausgangssubstrat näher charakterisiert. Mittels verschiedener Varianten sind Abstufungen und zusätzliche Informationen darstellbar.

Beispielsweise charakterisiert der Standortstyp „43.2.2.3“ einen mäßig sommertrockenen (43), schwach nährstoffversorgten (2) Standort aus unverlehmtten Sanden (2) mit Flugsandüberlagerung (3).

Standortsdaten

Im Untersuchungsgebiet (incl. Puffer) liegen mit rund 16.800 ha kartierter Waldfläche umfassende digital erfasste Standortdaten vor.

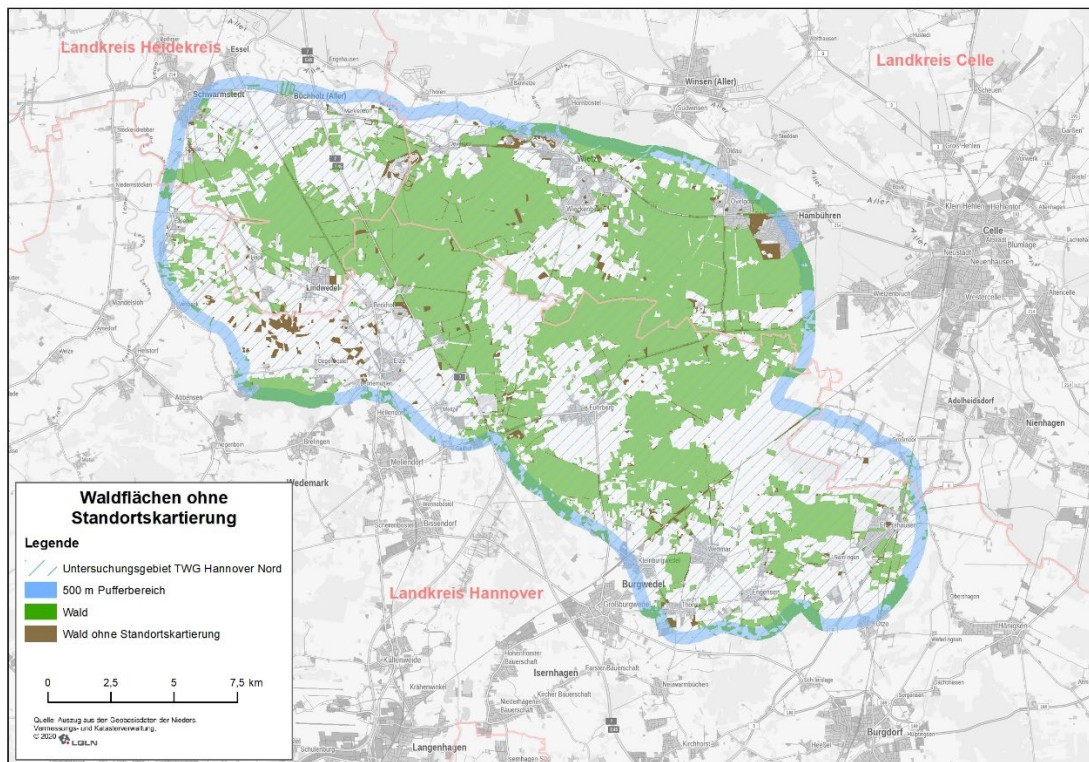


Abb. 2: Waldflächen ohne Standortkartierung (braun) im Untersuchungsgebiet (ohne Puffer) TWG Hannover Nord.

Das Untersuchungsgebiet ist laut Standortkartierung durch schwach bis mäßig nährstoffversorgte, überwiegend grundwasserbeeinflusste unverlehmtete Sande des Aller Urstromtals charakterisiert. Degenerierte Moore und grundwasserbeeinflusste Standorte (Wasserhaushaltszahl (WHZ) 31-35) umfassen rund 11.500 ha und dominieren mit knapp 70% Flächenanteil das Untersuchungsgebiet. Staustandorte (WHZ 37 und 38) spielen mit etwa 60 ha eine nur untergeordnete Rolle. GW-freie Standorte (WHZ 40-44) umfassen eine Fläche von rund 5.200 ha. Wobei es sich fast ausschließlich um mäßig frische und mäßig sommertrockene Standorte (WHZ 42, 43) handelt (Tab. 1). Bei den mäßig frischen Standorten (WHZ 42) überwiegt mit knapp 1.900 ha die trockenere Variante (42t).

Tab. 1: Auf Waldflächen im Untersuchungsgebiet vorkommende Wasserhaushaltsstufen (WHZ) nach Einschätzung der forstlichen Standortkartierung unter Verwendung des geländeökologischen Schätzrahmens (Anlage 1), sowie deren Flächenanteil.

WHZ	[ha]	[%]
31	286	1,7
32	118	0,7
33	1.873	11,2
34	3.348	19,9
35	5.881	35,0
37	54	0,3
38	11	0,1
40	4	0,0
41	165	1,0
42	3.494	20,8
43	1.540	9,2
44	22	0,1

Die Nährstoffeinschätzung ist überwiegend schwach (NZ 2, 2+; 7.200 ha) und mäßig (NZ 3-, 3; 8.000 ha) (Tab. 2), sodass das Untersuchungsgebiet auf rund 90% der Fläche von Standorten mit dieser Nährstoffeinschätzung geprägt wird.

Tab. 2: Auf Waldflächen im Untersuchungsgebiet vorkommende Stufen der Nährstoffansprache (NZ) nach Einschätzung der forstlichen Standortkartierung unter Verwendung des geländeökologischen Schätzrahmens, sowie der Flächenanteil grundwasserbeeinflusster (GW) stauwasserbeeinflusster (Stau) und Grundwasser freier (GW-frei) Standorte.

NZ	2	2+	3-	3	3+	4-	4	4+	5-	5	Summe [ha]
GW [ha]	1.589	2.539	3.967	2.209	882	69	119	103	8	10	11.496
Stau [ha]	0	1	0	0	9	12	42	1	0	0	65
GW-frei [ha]	1.119	1.937	999	833	213	28	87	6	4	0	5.226
Summe [ha]	2.710	4.478	4.966	3.045	1.104	109	252	110	12	15	16.787

Das bodenbildende Ausgangssubstrat wurde zum weit überwiegenden Teil (69%) den holozänen und spätpleistozänen Wasserabsätzen (Substratgruppe 5) zugeordnet (Tab. 3). Diese sind im Untersuchungsgebiet überwiegend fein und mittelsandig ausgeprägt und weniger schluffig/schlickig/lehmig. Nicht oder nicht nennenswert verlehnte Tal- und Schmelzwassersande (Substratgruppe 2) sind mit 21% ein weiteres prägendes Ausgangssubstrat. Schwach verlehnte (Deck)-Sande (Substratgruppe 3) sind mit 7% noch erwähnenswert.

Tab. 3: Auf Waldflächen im Untersuchungsgebiet vorkommende Substratgruppen nach Ansprache der forstlichen Standortkartierung unter Verwendung des geländeökologischen Schätzrahmens, sowie deren Flächenanteil.

Substratgruppe	Substrat Name	[ha]	[%]
1	Kiese	12	0,1
2	unverlehnte Sande	3.596	21,4
3	verlehnte Sande	1.220	7,3
4	Lehme	57	0,3
5	hol. Wasserabsätze	11.590	69,0
6	Auenlehme	81	0,5
7	Beckenabsätze	6	0,0
8	Geschiebemergel	0	0
9	Sandlöss	226	1,3

Potenzieller Kartierungsbedarf

Um zukünftig für alle Waldflächen innerhalb des Untersuchungsgebiets waldbauliche Aussagen treffen zu können, ist es erforderlich, dass hierfür flächendeckende Standortdaten vorliegen.

Zur Ermittlung von Waldflächen ohne forstliche Standortkartierung wurde der Waldlayer des LGLN mit dem Layer der Standortdaten verschnitten. Hieraus wird ersichtlich, dass innerhalb des Untersuchungsgebiets (incl. Puffer) für den größten Teil der Waldflächen eine forstliche Standortkartierung vorliegt (Abb. 2): Von den 18.160 ha Wald sind mit etwa 16.800 ha rund 93 % der Waldfläche standortskartiert.

Ein potenzieller Kartierungsbedarf ergibt sich aus:

- a) bislang unkartierten Waldflächen im Untersuchungsgebiet, wobei hier nur der Bereich bis zur 25 cm Absenkungslinie (NULL zu PROGNOSE) ohne 500 m-Puffer betrachtet wird, und

- b) aus Flächen, die gemäß Standortkartierung als grundwasserbeeinflusste Standorte beschrieben wurden, aufgrund der prognostizierten Grundwasserentnahme jedoch nicht mehr in diese Kategorie fallen und hier eine neue Einschätzung des Wasserhaushalts, die sich an der nutzbaren Feldkapazität orientiert, sowie eine Anpassung der Nährstoffeinschätzung erforderlich wird.

Innerhalb des Bereichs der 25 cm Absenkungslinie (Untersuchungsgebiet excl. 500 m Puffer) befinden sich gemäß Gis-Analyse rund 1.100 ha Wald ohne forstliche Standortkartierung. Bei einer genaueren Betrachtung wird jedoch offensichtlich, dass diese häufig aus Kleinstflächen und linienhaften Strukturen bestehen (Abb. 2). Hier kann davon ausgegangen werden, dass es sich zum weit überwiegenden Teil um topologische Fehler (fehlende Kongruenz der verschnittenen Datensätze) sowie um Straßen (u. a. A7) und breitere Forstwege, sowie um Sonderflächen wie das Testgelände Contidrom bei Jeversen handelt. Es kann davon ausgegangen werden, dass für diese Flächen aus forstwirtschaftlicher Sicht in der Regel kein Kartierbedarf besteht. Diese Flächen umfassen rund 350 ha. Größere unkartierte Waldflächen befinden sich mit ca. 200 ha südlich von Lindwedel, sowie im Bereich Wietze und westlich von Hambühren mit jeweils rund 100 ha. Weitere rund 100 ha liegen diffus im Raum Fuhrberg.

Hieraus ergibt sich ein kalkulatorischer Kartierbedarf von bislang unkartierten Waldflächen von 500-750 ha.

Im Weiteren sollen Flächen identifiziert werden, die zum Zeitpunkt der Standortkartierung durch diese als grundwasserbeeinflusst eingeschätzt wurden (Wasserhaushaltszahlen 31-35), in Folge der Trinkwassergewinnung entsprechend dem PROGNOSE-Zustand jedoch nicht mehr als grundwasserbeeinflusst gelten (prognostizierter Grundwasser-Flur-Abstand >4 m, s. Tab.4). Diese Abgrenzung lehnt sich an den Ergebnissen der Arbeit von Steinmann (2015) an, in der eine Erschließung tiefliegender Bodenhorizonte bis 4 m nachgewiesen werden konnte. Auch konnten im Rahmen aktueller Standortkartierungen im Raum Cloppenburg lebende Feinwurzeln auf GW-Standorten bis 4 m nachgewiesen werden, sodass eine Ausweisung von GW-Standorten bei einem GW-Stand (Oberkante Kapillarsaum) von 4 m unter Geländeoberfläche angemessen erscheint.

Tab. 4: Grundwasserbeeinflusste Standorte (WHZ 31 bis 35) der forstlichen Standortkartierung, die entsprechend dem modellierten GW-Flur-Abstand (PROGNOSE-Zustand), zukünftig als grundwasserfreie Standorte gemäß Standortkartierung gelten.

WHZ	GW-Flur-Abstand [m]		[ha]	[%]
	PROGNOSE-Zustand			
31*	> 5.0		2,9	0,3
31*	4.5-5.0		1,8	0,2
31*	4.0-4.5		2,8	0,3
32	> 5.0		0,1	0,0
33	> 5.0		11,8	1,2
33	4.5-5.0		4,7	0,5
33	4.0-4.5		1,9	0,2
34	> 5.0		19,8	2,0
34	4.5-5.0		11,4	1,2
34	4.0-4.5		22,3	2,3
35	> 5.0		186,7	19,1
35	4.5-5.0		206,6	21,1
35	4.0-4.5		506,6	51,7
Summe			979,4	100

*WHZ 31=Moorstandorte, in Abhängigkeit des Wasserstandes im Moor hier stark bis schwach GW-beeinflusst.

Auf Grundlage der hier verwendeten Daten kann davon ausgegangen werden, dass etwa 980 ha der durch die Standortkartierung als grundwasserbeeinflusst eingeschätzten Standorte durch Grundwasserabsenkung in Folge der Trinkwassergewinnung zukünftig als grundwasserfrei, entsprechend der Kriterien der forstlichen Standortkartierung, gelten.

Mit 900 ha (92%) sind hiervon zum weit überwiegenden Teil (gemäß Standortkartierung) schwach bis sehr schwach grundwasserbeeinflusste Standorte (WHZ=35) betroffen. Diese Flächen konzentrieren sich mit weitestgehend kompakten 370 ha nördlich von Lindwedel, diffus verteilten Flächen von insgesamt rund 210 ha westlich von Wietze und einem relativ kompakten Bereich von etwa 130 ha nördlich von Fuhrberg (Abb. 3).

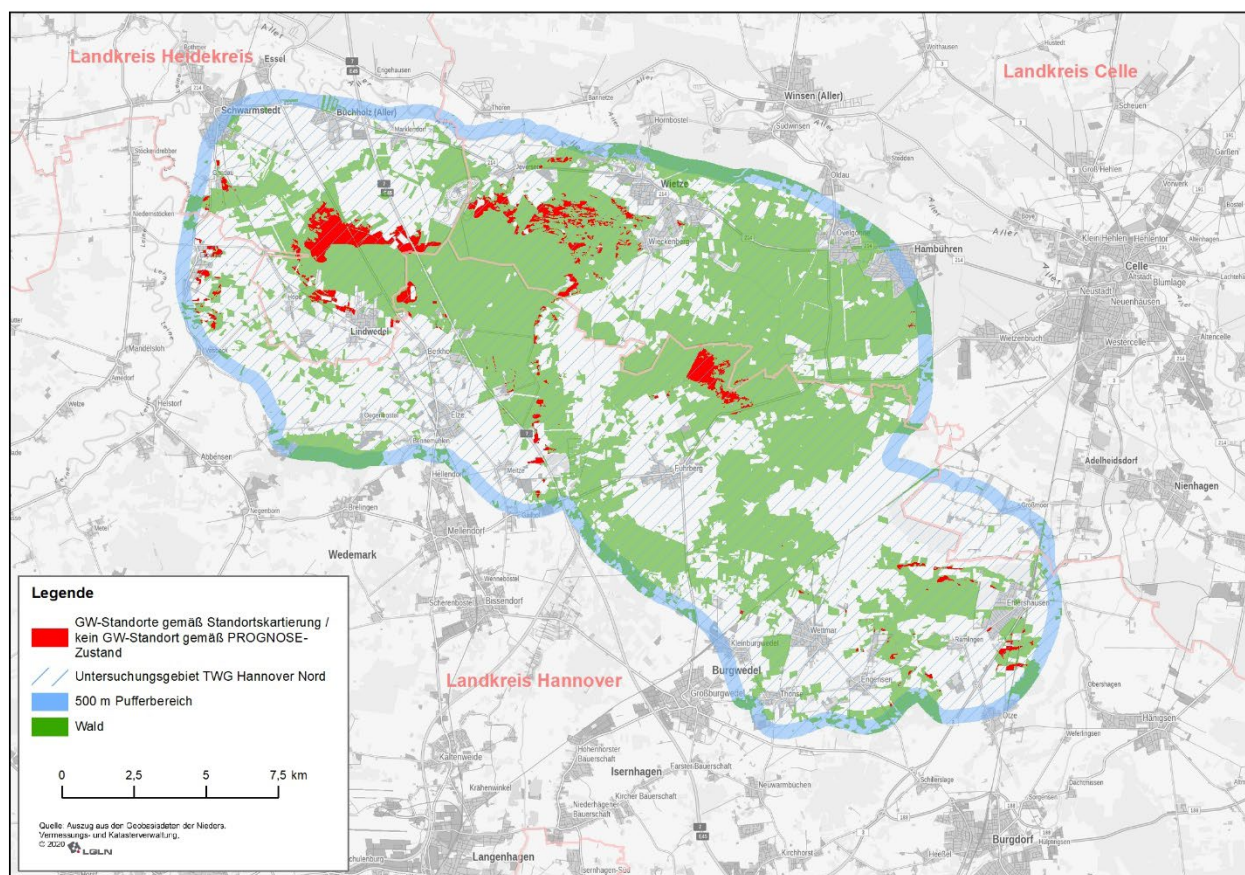


Abb. 3: Grundwasserstandorte gemäß Standortkartierung, die sich in Folge der Trinkwassergewinnung entsprechend des PROGNOSIS-Zustands zu grundwasserfreien Standorten entwickeln.

Nicht berücksichtigt hierbei sind potenzielle Grundwasserstandorte bislang unkartierter Waldflächen. Insgesamt ergibt sich hieraus ein kalkulatorischer Nachkartierungsbedarf von rund 1.500-1.700 ha. Da es sich hierbei häufig auch um kleine und schmale Flächen handelt, sollten Möglichkeiten der Interpolation und Arrondierung geprüft werden. Hierfür wäre eine weitergehende Analyse der Daten notwendig.

Vergleich und Analyse modellierter GW-Flur-Abstände hinsichtlich potenzieller Veränderungen der Standortstypen

Die Effekte der Trinkwassergewinnung im Untersuchungsgebiet auf die Forstwirtschaft sollen über Veränderungen des forstlichen Standorttyps bewertet werden (siehe Ausblick). Hierfür werden in dem hier vorliegenden Gutachten Standortstypenveränderungen abgeleitet und dokumentiert, die sich aus den Differenzen der GW-Flur-Abstände zwischen den Zuständen NULL und PROGNOSE ergeben. Methodisch wurden Möglichkeiten für die Überführung von GW-Flur-Abständen in Wasserhaushaltszahlen der forstlichen Standortkartierung in der Projektarbeit „Grundwasserabsenkung unter Wald: Waldwachstumsreaktionen auf Grundwasserstandsänderungen“ (Stüber et al., in präp.) für das Untersuchungsgebiet beschrieben und validiert. Diese Methodik wird auf die hier verwendeten Modelldaten angewendet.

Da diese Modelldaten flächendeckend vorliegen, können Veränderungen bezüglich der Wasserhaushaltseinschätzung für die gesamte Waldfläche im Untersuchungsgebiet dargestellt werden.

Den aus der Grundwassermodellierung resultierenden GW-Flur-Abständen wurden Wasserhaushaltszahlen der forstlichen Standortkartierung (Anlage 1) zugeordnet und zu fünf verschiedenen Grundwasserstufen gruppiert (Tab. 5).

Tab. 5: Straten modellierter GW-Flur-Abstände, sowie die hieraus abgeleiteten Wasserhaushaltszahlen (WHZ_a) gemäß der forstlichen Standortkartierung und deren Einteilung in Grundwasserstufen.

GW-Flur-Abstand [m]	WHZ _a	WHZ _a Name	GW-Stufe
< 0,5	32	sehr stark GW beeinflusst	0
>= 0,5 bis 1	33	stark GW beeinflusst	1
> 1 bis 2,5	34, 35	mäßig bis schwach GW beeinflusst	2
> 2,5 bis 4	35t	sehr schwach GW beeinflusst	3
> 4	42*	GW frei	4

*WHZ 42 (mäßig frisch) wird hier als Dummy-Variable für alle GW-freien Standorte verwendet.

Die Einteilung der GW-Flur-Abstände erfolgte in fünf GW-Stufen (0 bis 4) und folgt waldbaulichen, arbeitstechnischen und ertragskundlichen Erkenntnissen.

Die GW-Stufe 0 zeichnet sich durch sehr hoch anstehendes Grundwasser aus. Hier kann durch die geringe Bodenbelüftung von für das Baumwachstum im Regelfall wachstumshemmenden Bedingungen ausgegangen werden. Zudem stocken die Bestände hier tendenziell weniger stabil und die Bewirtschaftung ist durch weniger tragfähige Böden erschwert. Bei der im Untersuchungsgebiet überwiegend schwachen bis mäßigen Nährstoffausstattung der forstlichen Standorte handelt es sich hier um Standorte, auf denen eine nur extensiv zu betreibende Forstwirtschaft mit gelegentlicher Nutzung möglich ist. Das anbauwürdige standortgerechte Baumartenspektrum ist stark eingeschränkt. Daher erfolgte eine Abgrenzung zur stark Grundwasser beeinflussten **GW-Stufe 1**, die wiederum durch das abweichende empfohlene Baumartenspektrum und hinsichtlich zu vermutender ertragskundlicher Effekte von der mäßig bis schwach Grundwasser beeinflussten **GW-Stufe 2** abgegrenzt wurde. Durch die grundsätzlich ganzjährige Wasserverfügbarkeit bei hinreichender Bodenbelüftung ist die GW-Stufe 2 für das Baumartenwachstum und die Bewirtschaftung als günstig einzuschätzen. Ein breites Spektrum standortgerechter Baumarten bietet Forstbetrieben Flexibilität. Die **GW-Stufe 3** umfasst nur noch sehr schwach Grundwasser beeinflusste Standorte. Leistungsunterschiede zu ansonsten vergleichbaren GW-freien Standorten sind hier nach derzeitigem Stand des Arbeitskreis Forstertrag trotz der grundsätzlichen Wurzel-Erreichbarkeit des Grundwassers nicht zu erwarten. Hier ist noch zu klären, ob auf Standorten der GW-Stufe 3 gegenüber GW-freien Standorten ein etwas geringeres Anbaurisiko insbesondere hinsichtlich längerer Dürreperioden

besteht. Die **GW-Stufe 4** umfasst GW-freie Standorte und ist daher von den zuvor genannten Standorten zu unterscheiden. Hierunter fallen alle Standorte mit einem GW-Flur-Abstand von > 4 m (Steinmann, 2015). Eine GW-Absenkung führt hier zu keinerlei Veränderung hinsichtlich forstwirtschaftlicher Aspekte wie Leistung, Baumartenwahl und Risiko.

Bei einem Vergleich der modellierten Zustände NULL und PROGNOSE resultieren folgende Veränderungen der Grundwasserstufen (Tab. 6)

Tab. 6: Veränderungen der Grundwasserstufen (GW-Stufe) zwischen den Zuständen NULL und PROGNOSE, deren Zuordnung zu Veränderungsklassen und Flächenrelevanz.

Veränderungsklasse	GW-Stufe		WHZ _a		[ha]	[%]
	NULL	PROGNOSE	NULL	PROGNOSE		
1	0	1	32	33	462	2,5
2	0	2	32	34, 35	1.717	9,4
3	0	3	32	35t	931	5,1
4	0	4	32	42	260	1,4
5	1	2	33	34, 35	2.202	12,1
6	1	3	33	35t	517	2,8
7	1	4	33	42	530	2,9
8	2	3	34, 35	35t	1.800	9,9
9	2	4	34, 35	42	2.181	12,0
10	3	4	35t	42	1.410	7,7
0	keine Veränderung				6.187	34,0

WHZ 42 (mäßig frisch) wird hier als Dummy-Variable für alle GW-freien Standorte verwendet.

Auf etwa 6.200 ha (34 %) ergeben sich innerhalb eines Szenariovergleichs (NULL- und PROGNOSE-Zustand) keine Veränderungen der GW-Stufen bzw. der zugeordneten WHZ_a (Tab. 6; Veränderungsklasse 0). Hier sind keine messbaren Veränderungen forstwirtschaftlicher Parameter zu erwarten. Diese Bereiche konzentrieren sich in den Randbereichen des Untersuchungsgebiets und zwischen den Ortschaften Fuhrberg und Wettmar (Abb. 4). Dies unterstützt auch das Vorgehen potenzielle Nachkartierungen (s. o.) auf den Bereich des Untersuchungsgebiets ohne Puffer zu beschränken.

Auf den übrigen 12.000 ha (66 %) Waldfläche ergeben sich zwischen den Zuständen NULL und PROGNOSE Veränderungen des Wasserhaushalts, von denen davon auszugehen ist, dass sie sich hinsichtlich der Ertragskraft, des standortgerechten Baumartenspektrums oder einer Risikoeinschätzung bezüglich Trockenstress signifikant auswirken. Diese Effekte sollen zu einem späteren Zeitpunkt bewertet werden. Effekte auf die Ertragskraft von Waldflächen können mittels der Arbeiten von Albert und Schmidt (2010), Schmidt (2010) und Schmidt et al. (2018) quantifiziert werden.

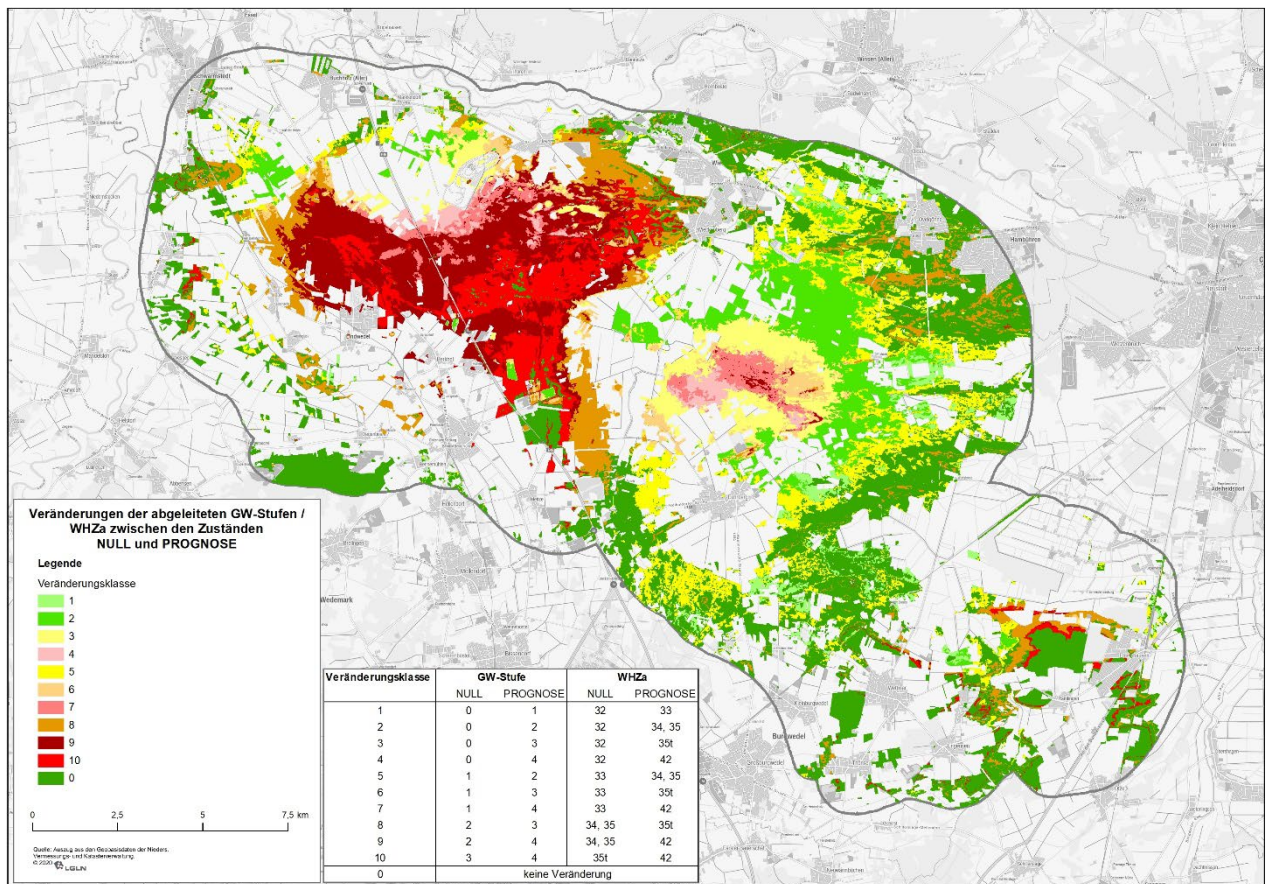


Abb. 4: Veränderungen der abgeleiteten GW-Stufen bzw. der abgeleiteten Wasserhaushaltszahlen (WHZa) zwischen den Zuständen NULL und PROGNOSE.

Im Folgenden werden hier Bereiche aufgezeigt, für die ein weitergehender Untersuchungsbedarf im Hinblick auf den zu erstellenden Durchführungsplan zur Beweissicherung (siehe unten) besteht:

Grundwasserbeeinflusste Standorte im NULL-Zustand verändern sich auf knapp 4.400 ha (24 %) zu grundwasserfreien Standorten innerhalb des Prognose-Zustands (Veränderungsklassen 4, 7, 9, 10; Tab. 6). Diese konzentrieren sich im Kern des Untersuchungsgebiets primär zwischen den Ortschaften Lindwedel, Buchholz, Wietze und Fuhrberg (Abb. 4). Da hier nicht mehr mit einer Nährstoffzuführung aus dem Grundwasser zu rechnen ist, wirkt sich die Grundwasserabsenkung auch auf die Nährstoffansprache der forstlichen Standortskartierung aus, die um eine halbe Stufe abgesenkt werden sollte, hierdurch ist von zusätzlichen Ertragseffekten bei der Anwendung eines standortsensitiven Waldwachstumsmodells (Schmidt, 2010) auszugehen. Neben ertragskundlichen Effekten (Veränderungsklasse 4, 7 und 9) sollte hier zudem die Möglichkeit für ein höheres Trockenstressrisiko für Waldflächen im PROGNOSE-Zustand und einem veränderten standortgerechten Baumartenspektrum untersucht werden.

Sehr stark GW-beeinflusste Standorte (GW-Stufe 0, WHZ_a 32) im NULL-Zustand verändern sich auf knapp 2.200 ha (12 %) innerhalb des PROGNOSE-Zustands zu stark bis schwach GW-beeinflussten Standorten (GW-Stufe 1 und 2; WHZ_a 33, 34, 35). Diese Flächen verteilen sich diffus im Untersuchungsgebiet, große zusammenhängende Flächen befinden sich zwischen Wulfshorst, Rixförde und Wietze (Abb. 4). Tendenziell kann hier von einem für die Forstwirtschaft positiven Effekt im PROGNOSE-Zustand ausgegangen werden (Veränderungsklassen 1 u. 2). In wie weit sich dies auf die Ertragskraft, das Windwurfrisiko und das Spektrum standortgerechter Baumarten auswirkt, bedarf weitergehender Untersuchungen.

Sehr stark grundwasserbeeinflusste Standorte (WHZ_a 32, GW-Stufe 0) im NULL-Zustand entwickeln sich auf über 900 ha (5 %) zu sehr gering grundwasserbeeinflussten Standorten (WHZ_a 35t, GW-Stufe 3) im PROGNOSE-Zustand (Veränderungsklasse 3). Diese Bereiche konzentrieren sich zwischen Fuhrberg und Wietze, sowie westlich von Jeversen. Hier kann von erheblichen Veränderungen hinsichtlich der Auswahl standortgerechter Baumarten ausgegangen werden. In wie weit sich dies auf die wirtschaftliche Lage von betroffenen Forstbetrieben und das Potenzial eines erhöhten Risikos durch Trockenstress auswirkt sollte analysiert werden.

Stark grundwasserbeeinflusste Standorte (WHZ_a 33, GW-Stufe 1) im NULL-Zustand verändern sich auf rund 2.200 ha (12 %) zu mäßig bis schwach grundwasserbeeinflussten Standorten des PROGNOSE-Zustands (Veränderungsklasse 5). Dies könnte zu Ertragseffekten führen und sollte näher untersucht werden, wogegen durch das nach wie vor relativ hoch anstehende GW, nicht von messbaren Effekten hinsichtlich eines erhöhten Risikos durch Trockenstress auszugehen ist.

Die Veränderungsklassen 6 und 8 umfassen Standorte, die sich von stark bis gering grundwasserbeeinflussten Standorten (WHZ_a 33, 34, 35; GW-Stufen 1 u. 2) im NULL-Zustand zu sehr gering grundwasserbeeinflussten Standorten (WHZ_a 35t; PROGNOSE-Zustand) entwickeln. Diese Bereiche umfassen rund 2.300 ha (12 %) und bilden Schwerpunkte zwischen den Ortschaften Wietze und Jeversen, nördlich von Hope, nordöstlich der Autobahnabfahrt Mellendorf, sowie westlich von Rixförde. Ertragseffekte und die Möglichkeit eines erhöhten Risikos durch Trockenstress sollten hier näher untersucht werden.

Zusammenfassend kann vorbehaltlich der abschließenden Ergebnisse des Arbeitskreis Forstertrag davon ausgegangen werden, dass die simulierte Trinkwassergewinnung des Prognose-Zustands gegenüber dem NULL-Zustand auf rund 8.350 ha (46 %) keine oder tendenziell positive Effekte für die Forstwirtschaft erwarten lässt (Veränderungsklassen 0, 1, 2). Weiterhin kann nach derzeitigem Wissensstand davon ausgegangen werden, dass sich mittels standortsensitiver ertragskundlicher Modelle (Albert und Schmidt, 2010; Schmidt, 2010; Schmidt et al., 2018) für die Veränderungsklassen 5 bis 9 (7.230 ha; 40%) ertragskundliche Effekte abschätzen lassen.

Zudem sollte untersucht werden, in wie weit in den Veränderungsklassen 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 (7.630 ha, 42%) ein erhöhtes Trockenstressrisiko aufgrund der Grundwasserentnahmen zu erwarten ist.

Ein abweichendes standortgerechtes Baumartenspektrum ergibt sich für rund 6.700 ha (37 %) in den Veränderungsklassen 1, 2, 3, 9 und 10.

Mittels weitergehender Untersuchungen sollte analysiert werden, wie sich diese Standortsveränderungen für betroffene Forstbetriebe ökonomisch auswirken.

Zusammenfassung und Diskussion

Für das hier angewendete Verfahren erfolgte ein Abgleich, ob vorliegende digitale Geländemodelle und angewendete Modellierungsansätze geeignet sind, die forstliche Standortkartierung hinreichend präzise abzubilden. Zudem erfolgte eine gebietsspezifische Kalibrierung der GW-Flur-Abstände und WHZ (Stüber et al., in präp). Voraussetzung hierfür ist eine weitestgehend vollständig vorliegende Standortkartierung für Waldflächen innerhalb des Absenkungsgebiets. Hierauf aufbauend konnten Wasserhaushaltszahlen der forstlichen Standortkartierung (WHZ_a) aus den modellierten GW-Flur-Abständen abgeleitet werden. Zudem wurden Veränderungen der WHZ_a zwischen den NULL- und PROGNOSE-Zuständen sowie sich hieraus ergebende mögliche waldbauliche und ertragskundliche Effekte aufgezeigt. Bei den zum Teil deutlichen standortsökologischen Veränderungen zwischen diesen beiden Zuständen ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der schon seit Jahrzehnten stattfindenden Grundwasserentnahme der NULL-Zustand einen Zustand beschreibt, der die Gegenwart nicht annähernd präzise abbildet. Um die Veränderungen, die sich aufgrund der beantragten Grundwasserentnahmen zum Status Quo ergeben zu

beschreiben, und damit auch gegenüber Dritten kommunizieren zu können, ist ein zusätzlicher Szenariovergleich IST zu PROGNOSE notwendig.

Für das im Weiteren angedachte Verfahren können diese abgeleiteten WHZa als Eingangsparameter in standortssensitiven Waldwachstumsmodellen genutzt werden, um über deren Veränderung Ertragseffekte zu quantifizieren. Hierfür ist angedacht, das standortssensitive Waldwachstumsmodell von Schmidt (2010) zu verwenden. Dieses Modell wurde mit Daten aus dem gesamten Bundesgebiet parametrisiert und ist daher auch gebietsunabhängig bundesweit verwendbar, es bedarf lediglich einer lokalen Kalibrierung. Zudem ist dieses Modell geeignet, Ertragseffekte, die sich aus Standortveränderungen ergeben, von weiteren beeinflussenden Faktoren zu trennen, sodass die reinen Ertragseffekte, die sich aus Grundwasserstandsänderungen ergeben, quantifiziert werden können.

Durch das hier erfolgte und im Weiteren angedachte Vorgehen kann auf ein aufwendiges Beweissicherungsverfahren und die damit verbundene Anlage und dauerhafte Untersuchung von Weiserflächenpaaren verzichtet werden. Dieses Verfahren stellt damit einen wesentlichen Beitrag zur Verfahrensvereinfachung in Genehmigungsverfahren da und dient damit auch der Reduzierung des Verwaltungsaufwands.

Zudem können zu erwartende ertragskundliche Effekte auf das Baumwachstum schon im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens ermittelt und Waldeigentümer informiert werden, was der Transparenz und Akzeptanz innerhalb von Genehmigungsverfahren zuträglich sein kann.

Ausblick

Die im Folgenden aufgeführten Themen sind im Rahmen des Durchführungsplans zur Beweissicherung zu bearbeiten:

- Durchführung, ggf. Digitalisierung und Anpassung der forstlichen Standortkartierung gemäß des in dem hier vorliegenden Gutachten ermittelten Bedarfs.
- Das Standort-Leistungs-Modell (Schmidt, 2010) anhand von Erhebungen vergleichbarer Waldflächen zu kalibrieren.
- Ermittlung ertragskundlicher Effekte für die in dem hier vorliegenden Gutachten ermittelten Veränderungsklassen unter Verwendung des o. g. Modells (Schmidt, 2010).
- Szenariovergleich IST zu PROGNOSE.
- Monetarisierung der ertragskundlichen Effekte.
- Bewertung eines durch die GW-Entnahme veränderten Spektrums standortgemäßer Baumarten.
- Bewertung eines durch die GW-Entnahme veränderten Risikos für eine Waldbewirtschaftung.
- Ergänzung von Waldflächen, die durch die Daten des LGLN (2018) nicht erfasst wurden.
- Zuordnung der für das Untersuchungsgebiet kumulativ berechneten Absenkungen und der sich hieraus ergebenden forstwirtschaftlichen Effekte zu den Fassungen der beteiligten Wasserversorger.

Anlagen

1. Forstliche Standortskartierung, ökologisches Rahmenschema und Variantenschlüssel

Literatur

- Albert, M. & M. Schmidt (2010):** Climate-sensitive modelling of site-productivity relationships for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and common beech (*Fagus sylvatica* L.). *For. Ecol. Manage.*, 259, (4): 739-749.
- Bezirksregierung Hannover (1990):** Bescheid über die Bewilligung eines Grundwasserentnahmerechts zugunsten der Stadtwerke Hannover AG im Raum Fuhrberger Feld.
- Hillmann, M., Meesenburg, H., Raissi, F., Worbes, M. (2009a):** Geofakten 15, Auswirkungen von Grundwasserentnahmen auf die forstliche Nutzung, Teil 1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Voruntersuchungen, LBEG, 3. Auflage.
- Hillmann, M., Meesenburg, H., Raissi, F., Worbes, M. (2009b):** Geofakten 16, Auswirkungen von Grundwasserentnahmen auf die forstliche Nutzung, Teil 2 Forstliches Beweissicherungsverfahren, LBEG, 3. Auflage.
- LGLN (2018):** Objektart 43002 AX_Wald, ATKIS Basis-DLM, abgeleitet aus der Digitalen Topographischen Karte 1:10000/1:25000. https://www.lgln.niedersachsen.de/startseite/geodaten_karten/topographische_geodaten_aus_atkis/dlm/digitale-landschaftsmodelle-dlm-atkis-144141.html.
- Meyer, H.-H. (2020):** Antrag auf Bewilligung einer Grundwasserentnahme aus dem Fuhrberger Feld (Fassungen Lindwedel, Berkhof und Fuhrberg) – Teil B2: Geohydrologisches Gutachten. Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (15.07.2020).
- Raissi, F., Müller, U., Meesenburg, H. (2009a):** Geofakten 9, Ermittlung der effektiven Durchwurzelungstiefe von Forststandorten, LBEG, 4. Auflage.
- Raissi, F., Weustink, A., Müller, U., Nix, T. Meesenburg, H., Rasper, M. (2009b):** Geofakten 19, Durchführungspläne für die Beweissicherung zum Bewilligungsbescheid zur Entnahme von Grundwasser, LBEG, 5. Auflage.
- Schmidt, M. (2010):** Ein standortsensitives, longitudinales Höhen-Durchmesser-Modell als eine Lösung für das Standort-Leistungs-Problem in Deutschland. Tagungsband der Jahrestagung der Sektion Ertragskunde im DVFFA vom 17.-19.05.2010 in Körbecke, S. 131-152
- Schmidt, M., R. Nuske, B. Ahrends (2018):** Standortsensitive Wachstumsfunktionen zur Abschätzung des zukünftigen Wachstumspotentials von Waldbeständen und Einzelbäumen unter Klimawandel. In: Klädtke, J. & U. Kohnle: Tagungsband zur Jahrestagung der Sektion Ertragskunde im DVFFA vom 14. -16. 05. 2018, Víglaš/Slowakei. http://sektionertragskunde.fvabw.de/2018/14_Schmidt.pdf. S. 121-140.
- Steinmann, V. (2015):** Tiefendurchwurzelung von Waldbäumen auf quartären Standorten im Norddeutschen Tiefland, Masterarbeit an der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen.
- Stüber, V., Schmidt, M., Ahrends, B., Zander, O., Schulte, V., Wixwat, T., Heumann S., Hillmann, M., Hansen, T. (in präp.):** Grundwasserabsenkung unter Wald: Waldwachstumsreaktionen auf Grundwasserstandsänderungen, Projektarbeit eneracity AG.
- Worbes, M., Hillmann, M. (2001):** Jahrringe zeigen Absenkungen des Grundwassers im Norddeutschen Flachland. *AFZ-Der Wald* 4/2001, S. 190-192.

Antrag der Harzwasserwerke GmbH auf Neufassung der Bewilligung zur Grundwasserentnahme für das Wasserwerk Ramlingen

Teil B3.2 – Bodenkundliches Gutachten Teil
Forstwirtschaft

Anlage 1

Oktober 2025

FORSTLICHE STANDORTSAUFNAHME

Geländeökologischer Schätzrahmen

Anwendungsbereich: **PLEISTOZÄNES (DILUVIALES) TIEFLAND**



**Niedersächsische
Landesforsten**

Landesamt für Landwirtschaft,
Umwelt und ländliche Räume
Schleswig-Holstein



Herausgeber:

Niedersächsisches Forstplanungsamt 38302 Wolfenbüttel

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt u. ländliche Räume Schleswig-Holstein 24220 Flintbek

Stand : NFP / MLUR 12.2006

Redaktion u. Layout : GFP 06.2009

1. Zahl: Wasserhaushaltszahl (Geländewasserhaushalt)		Merkmale (Grenzbereichsdefinition):
MOORE UND GRUNDWASSERSTANDORTE: einzuschätzen nach Stand, Schwankung, Bewegung, Sauerstoff- und Kalkgehalt des Grundwassers (aktuellen Grund- und Stauwasserstand ermitteln, Bezug: oberer Rand des Kapillarsaumes im Mittel der Vegetationszeit)		
31... Moorstandorte z.B. Hochmoore, Übergangsmoore, Niedermoore, Bruchmoore, Quellmoore,	Moore	Humusstandorte; bruchmoor- und hochmoorartige Torfauflagen ab etwa 30 cm Mächtigkeit (> 30 % organische Substanz), auch entwässerte und abgebaute Moore; Moonmächtigkeit und Wasserhaushalt werden durch Varianten verschlüsselt, bei Moorauflagen mit Mächtigkeiten < 30 cm und/oder < 30 % organische Substanz erfolgt noch keine Zuordnung zu Moorstandorten (bis 05/1999 sind auch Torfauflagen von etwa 15 bis 30 cm als Moorstandorte verschlüsselt, vgl. Variantenschema).
32... Sehr stark grundwasserbeeinflusste, grundnasse bis kurzfristig grundfeuchte, das Wachstum noch hemmende Standorte mit einem mittleren Grundwasserstand in der Vegetationszeit (= i.d.V.) zwischen 30 cm und 60 cm unter Geländeoberfläche (uGOF), im Mittel um 40 cm uGOF schwankend. <i>Varianten:</i> Grundwasserschwankungsbereich < 30 cm: ... f = feuchter, nasser, Grundwasserschwankungsbereich 50 - 60 cm: ... t = trockener, Tendenz zu 33...f; zusätzlich stagnierende Nässe: ...s (Pseudovergleichungsmerkmale).		Unterscheidungsmerkmale sind Stand, Schwankungsamplitude und Bewegung des Grundwassers; grundnasse Standorte sind häufig anmoorig, wenn auch oft reliktsch; Reduktionszonen überwiegen im Profil, aktuelle hydromorphe Merkmale im Oberboden; Grundwasserabsenkungen berücksichtigen !
33... Stark grundwasserbeeinflusste, grundfeuchte Standorte mit einem mittleren Grundwasserstand i.d.V zwischen 60 cm und 100 cm uGOF, im Mittel um 80 cm schwankend, auch bei schwebendem Grundwasser. <i>Varianten:</i> Grundwasserschwankungsbereich 60 - 70 cm: ... f = feuchter, Grundwasserschwankungsbereich 90 - 100 cm: ... t = trockener, Tendenz zu 34...f; zusätzlich stagnierende Nässe: ...s (Pseudovergleichungsmerkmale).	grund- wasser- beeinflusste Standorte	Ausscheidungsmerkmale wie vor; seltener anmoorig; Reduktionszonen überwiegen im Profil; aktuelle hydromorphe Merkmale prägen nicht mehr die obersten Mineralbodenhorizonte; Anmoore reliktsch; Grundwasserabsenkungen berücksichtigen !
34... Mäßig grundwasserbeeinflusste, grundfrische Standorte mit einem mittleren Grundwasserstand in der Vegetationszeit zwischen 100 cm und 150 cm uGOF, im Mittel um 130 cm schwankend, auch bei schwebendem Grundwasser. <i>Varianten:</i> Grundwasserschwankungsbereich 100 - 120 cm: ... f = feuchter, Grundwasserschwankungsbereich 140 - 150 cm: ... t = trockener, Tendenz zu 35...f; zusätzlich stagnierende Nässe: ...s (Pseudovergleichungsmerkmale).		Ausscheidungsmerkmale wie vor; Anmoorigkeit ist in der Regel ausgeschlossen; die Grundwasserbeeinflussung reicht i.d.R. nicht mehr bis in den Oberboden; in den Gley-Horizonten im Unterboden überwiegen Reduktionszonen; Oberboden i.d.R. nicht mehr hydromorph überprägt (z.B. Gley-Podsole, Gley-Braunerden); Grundwasserabsenkungen berücksichtigen !
35... Schwach bis sehr schwach grundwasserbeeinflusste, grundfrische Standorte mit einem mittleren Grundwasserstand i.d.V. unterhalb von 150 cm uGOF, im Mittel um 200 cm schwankend, auch bei schwebendem Grundwasser (Staukörper i.t.U.). <i>Varianten:</i> Grundwasserschwankungsbereich 150 - 180 cm: ... f = feuchter, Grundwasserschwankungsbereich > 250 cm: ... t = trockener; zusätzlich stagnierende Nässe: ...s (Pseudovergleichungsmerkmale).		Ausscheidungsmerkmale wie vor; in der Regel ohne anmoorige Oberböden; Grundwasserbeeinflussung reicht nicht mehr in den Oberboden (i.d.R. Hauptwurzelbereich); in den Gley-Horizonten im tieferen Unterboden (= i.t.U.) überwiegen Reduktionszonen; Oberboden ohne hydromorphe Merkmale; Grundwasserabsenkungen berücksichtigen !

1. Zahl: Wasserhaushaltszahl (Geländewasserhaushalt)		Merkmale (Grenzbereichsdefinition):
STAUWASSERSTANDORTE: einzuschätzen nach Stand, Dauer und Schwankungsbereich des Stauwassers		
<p>36... Staunasse Standorte (andauernd staufeucht bis staunaß) bei ganzjährig hochreichender Staunässe; wenig ausgeprägter Wechsel zwischen Vernässung und schwindender Feuchte (Stagnogleye, ausgeprägte Pseudogleye); Naßphase ganzjährig überwiegend, kaum Trockenphasen in der Vegetationszeit.</p>	stau- wasser beeinflusste Standorte	<p>Abgrenzung nach Art und Gang des Wasserrückstaus; Wasserhaushalt ist abhängig von stark stauenden Schichten in abflußlosen Lagen und geringer Tiefe uGOF; stark gebleichte Profilwände mit weniger stark verbreiteten Oxidationszonen; Tageswasser staut lange Zeit im Profil, der Boden ist auch in der Vegetationszeit ständig wassergefüllt; <u>Nässe-Weiserpflanzen dominierend</u> (häufig geschlossene Decken von <i>Molinia caerulea</i> oder <i>Deschampsia cespitosa</i>) !</p>
<p>37... Schwächer wechselfeuchte bis staufrische Standorte mit geringem bis mäßigem Wechsel zwischen Vernässung und abnehmender Feuchte bei tiefer sitzender Staunässe; feuchte bis frische Phase überwiegt vor allem zu Beginn der Vegetationszeit, aber kürzere Trockenphase i.d.V.; (Unterboden ist pseudovergleyt; Oberboden zeigt häufig noch Restverbraunung).</p>		<p>Abgrenzung wie vor; Wasserhaushalt ist abhängig vom Substrat und dessen Verdichtung; meist weniger toniges Material oder durchlässiger Staukörper; mäßig bis stärker marmorierte Profilwand, erhebliche Oxidationszonen; Tageswasser steht nur kurze Zeit im Profil.</p>
<p>38... Stärker wechselfeuchte bis staufeuchte Standorte mit ziemlich flach bis mäßig tief sitzender Staunässe und mäßig ausgeprägtem Wechsel zwischen Vernässung und Abtrocknung des Oberbodens; Phasen etwa gleich lang, meistens jedoch etwas längere feucht-frische Phase; (Oberboden ist in der Regel durch hydromorphe Merkmale überprägt).</p>		<p>Abgrenzung wie vor; Wasserhaushalt ist abhängig vom Substrat und dessen Verdichtung; meist mäßig bis weniger toniges Material, Staukörper etwas weniger durchlässig; stark marmorierte Profilwand, erhebliche Reduktionszonen; Tageswasser steht relativ lange im Profil; <u>Nässe-Weiserpflanzen in der Regel noch nicht dominierend.</u></p>
<p>39... Sehr stark wechselfeuchte bis wechsellrockene Standorte mit relativ flach sitzender Staunässe und <u>scharfem Wechsel</u> zwischen Vernässung und Abtrocknung des Oberbodens; Wasserbindevermögen des Oberbodens ist gering; kurze Naßphase, trockene Phase überwiegt.</p>		<p>Abgrenzung wie vor; Wasserhaushalt ist abhängig von der Beschaffenheit des Substrates; sehr dichte, hoch anstehende, ± wasserundurchlässige Staukörper; darüber Deckschichten mit geringer nutzbarer Wasserspeicherkapazität (nWSK).</p>

1. Zahl: Wasserhaushaltszahl (Geländewasserhaushalt)		Merkmale (Grenzbereichsdefinition):
± GRUND- UND STAUWASSERFREIE STANDORTE: einzuschätzen im wesentlichen nach der nutzbaren Wasserspeicherkapazität (= nWSK)		
<p>40... Sehr frische und nachhaltig frische Standorte, im Unterboden nur sehr schwach pseudovergleyt oder vorratsfrisch; nWSK bezogen auf Hauptwurzelraum: deutlich > 180 mm. <i>Varianten:</i> nWSK 180 bis 200 mm: ... t = trockener; mit reliktscher Pseudovergleyung i.t.U.: ...s.</p>	grund- und stau- wasser- freie Standorte	Frischegrad ist abhängig von Substrat und Schichtung; Pseudovergleyung im tiefen Unterboden, nur sehr schwach oder reliktsch
<p>41... Frische und vorratsfrische Standorte, auch im tiefen Unterboden schwach pseudovergleyt oder bei schwacher Pseudovergleyung des tiefen Unterbodens mit Tageswasserrückstau oder mit schwebendem Grundwasser im tiefen Unterboden; nWSK bezogen auf Hauptwurzelraum: zwischen 130 und 180 mm. <i>Varianten:</i> nWSK 165 bis 180 mm: ... f = frischer, nWSK 130 bis 145 mm: ... t = trockener; zeitweilig schwach staufrisch: ...s.</p>		Ausscheidungsmerkmale wie vor; schwache Pseudovergleyung (Vorratsfrische) im tiefen Unterboden wird toleriert; reliktsche hydromorphe Zeichnungen berücksichtigen !
<p>42... Mäßig frische Standorte, auch mit kurzfristigem, schwachem Tageswasserrückstau im tiefen Unterboden, auch kurzfristig mäßig sommertrocken; nWSK bezogen auf Hauptwurzelraum: zwischen 100 und 130 mm. <i>Varianten:</i> nWSK 120 bis 130 mm: ... f = frischer, nWSK 100 bis 110 mm: ... t = trockener.</p>		Ausscheidungsmerkmale wie vor; ohne Pseudovergleyung oder Konkretionenbildung; Zuordnung bedingt durch geringere Verlehmung und/oder Lagerungsdichte sowie Körnung der Sande und/oder exponierte Lage.
<p>43... Mäßig sommertrockene Standorte, im tiefen Unterboden mäßig frisch, auch kurzfristig sommertrocken; nWSK bezogen auf Hauptwurzelraum: zwischen 70 und 100 mm. <i>Varianten:</i> nWSK 90 bis 100 mm: ... f = frischer, nWSK 70 bis 80 mm: ... t = trockener.</p>		Ausscheidungsmerkmale wie vor; Zuordnung bedingt durch sehr geringe Verlehmung und/oder Lagerungsdichte sowie Körnung der Sande und/oder exponierte Lage.
<p>44... Trockene (sommertrockene) Standorte, nWSK bezogen auf Hauptwurzelraum: < 70 mm.</p>		Ausscheidungsmerkmale wie vor; Zuordnung bedingt durch extrem geringe bis fehlende Verlehmung und/oder sehr große Durchlässigkeit (Grobsande, Kiese) und/oder sehr exponierte Lage.

2. Zahl: NÄHRSTOFFVERSORGUNG	Allgemeinbeschreibung	Charakterisierung nach Substrat	Basensättigung in % (grobe Rahmenvorstellung)		Anmerkungen
			Oberboden	Unterboden	
.1.. sehr schwach versorgt dystroph	natürlich extrem arme Standorte mit geringster Ausstattung an verwitterbaren Silikaten und Basen, entsprechend mit tiefgreifender und starker, bereits lange wirksamer Versauerung, kein Ausgleich durch Humosität oder Grundwasseranschluß, auch ständig mit nährstoff- und sauerstoffarmem Wasser gefüllte organische Standorte	weit transportierte, unverlehnte Tal- oder Schmelzwassersande, Flugsande, Treibsande oder Dünen ohne Humus oder andere Feinsubstanz (sog. <i>weiße</i> Dünen), auch unreife Böden von Sonderstandorten, voll wassergefüllte Hochmoore ohne anthropogene Stoffeinträge	1 - 2	2 - 5	extrem seltene Anwendung; keine Differenzierung nach ..+.. oder ..-.. möglich da Extremfall; ± kein gesichertes Baumwachstum <i>Beispiel:</i> weiße Dünen aus mehr oder weniger reinen Quarzsanden ohne Humuseinwehung, mit Rohhumusaufgabe (Humus-Stammform) und starker Versauerung
.2.. schwach versorgt oligotroph	wie vor, jedoch ohne die oben genannten Extremverhältnisse, d.h. mit Restsilikat- und Basenausstattungen, aber Silikatpufferbereich seit langem durchlaufen, Stammhumushaushalt in einer Waldgeneration nicht rekonstruierbar, Ausgleich durch Grundwasseranschluß, ggf. teilentwässerte organische Naßstandorte	wie vor, jedoch mit Resten von Feinsubstanz, z.B. aus sekundärer Tonbildung, oder mit der Stammausstattung angenähertem Humushaushalt oder mit Grundwasseranschluß oder <i>gelbe</i> u. <i>graue</i> Dünen; auch teilentwässerte Hochmoore mit anthropogenen Stoffeinträgen	2 - 5	5 - 10	Differenzierungen nach ..+.. und ..-.. haben hohen ökologischen Stellenwert; ..2-.. markiert in der praktischen Kartierung bereits schwächste Standorte; ..2+.. bedeutet dagegen Buchenbeteiligung in ganz Niedersachsen, auch in der Ostheide
.3.. mäßig versorgt schwach mesotroph	natürlich besser ausgestattete Standorte mit erheblichen Oberbodenveränderungen durch Verwitterung oder Um- u. Überlagerungen sowie mit ± irreversiblen tiefen Versauerungen und Basenverlusten; Stammhumushaushalt in der Regel innerhalb einer Waldgeneration wiederherstellbar; auch von Grund- o. Hangwasser beeinflusste Standorte und ± entwässerte organische Feucht-Standorte; auch besser ausgestattete Standorte in Extremlagen	überwiegende Anzahl der Geschiebedecksand-Böden oder solche mit noch erheblicher nachschaffender Kraft; auch ± alle Sand-Standorte mit Beeinflussung durch nährstoffreiches Grundwasser, humusbeeinflusste Dünen; Moore mit ± ständig wasserfreiem Oberboden sowie alle Acker-Standorte mit längerer intensiver Bewirtschaftung	3 - 10	5 - 40	Differenzierung ökologisch relevant, ..2+.. u. ..3-.. markieren den unscharf getrennten unteren Grenzbereich der Buchen-PNV (nach heutiger Kenntnis); ab ..3.. / ..3+.. wird Buche bereits Führbaumart <i>Beispiel:</i> etwa 30/60 cm mächtige stärker anlehmige bis schwach lehmige Geschiebesande mit noch erkennbarer „nachschaffender Kraft“ bei Moderhumusaufgabe und Versauerung im gesamten Solum

2. Zahl: NÄHRSTOFFVERSORGUNG	Allgemeinbeschreibung	Charakterisierung nach Substrat	Basensättigung in % (grobe Rahmenvorstellung)		Anmerkungen
			Oberboden	Unterboden	
.4.. ziemlich gut versorgt gut mesotroph	<p>natürlich besser ausgestattete Standorte mit \pm intakten Oberböden aufgrund höherer Pufferkraft oder mit Oberbodenveränderungen, die durch unterlagernde reichere Schichten oder durch Um- u. Überlagerungen oder durch Hangwasser in erheblichem Maße ausgeglichen werden;</p> <p>ebenso Standorte, auf mittleren u. besseren Grundgesteinen, mit ärmeren oder degradierten Decken, deren Stammhumushaushalt nicht wesentlich geschädigt ist,</p> <p>auch alle deutlich von Hangwasser oder nährstoffreichem Grundwasser beeinflussten Standorte, einschließlich organischer Feuchtbildungen</p>	<p>überwiegende Anzahl der Geschiebelehm-, Sandlöß-, Hochflutabsatz- und Beckenabsatz-Standorte;</p> <p>auch alle Sand-Standorte mit Beeinflussung durch nährstoffreiches Grundwasser;</p> <p>ebenso entsprechende Moorbildungen und holozäne Wasserabsätze;</p> <p>außerdem Geschiebemergel-Standorte mit mächtigen versauerten Deckschichten und mächtige verlehnte Geschiebedecksande sowie mächtige Esche</p>	10 - 30	20 - 80	<p>Differenzierung ökologisch relevant;</p> <p>ab ..4+.. (..5-..) steigt Konkurrenz-kraft der Edellaubbaumarten, so daß Beimischung zur Buche ohne zu große Opfer in der Buche möglich wird (Esche ausgenommen)</p> <p><i>Beispiel:</i> verlehnte Geschiebesande über wenig degradierten, hoch anstehenden Geschiebelehm mit besseren Moderhumusformen und Oberbodenversauerungen</p>
.5.. gut versorgt eutroph	<p>natürlich gut ausgestattete Standorte mit intakten Oberböden aufgrund starker Pufferkraft;</p> <p>Versauerungen im 1 m - Bereich nur toleriert bei basenreichem Unterboden;</p> <p>Stammhumushaushalt \pm intakt;</p> <p>auch alle von nährstoffreichem Grund- oder Hangwasser geprägten Standorte, einschließlich der Niedermoore</p>	<p>überwiegende Anzahl der Geschiebemergel- und Auen- sowie Niedermoor-Standorte;</p> <p>bei allen von nährstoffreichem Grundwasser geprägten Standorten muß mindestens zeitweiliger (Winterhalbjahr) Einstau oder Kapillaraufstieg bis in obere 50 cm Boden gewährleistet sein</p>	30 - 80	40 - 90	<p>Differenzierung nach Varianten ökologisch relevant;</p> <p>da ..5-.. noch nicht volles Spektrum der Edellaubbaumarten erlaubt (Versauerung reicht über 1 m hinaus);</p> <p>..5+.. kennzeichnet bereits optimumnahe Versorgung unter allen Bedingungen</p>
.6.. sehr gut versorgt	<p>natürlich optimal oder sehr optimumnah ausgestattete Standorte mit \pm der Stammkraft entsprechendem Humushaushalt;</p> <p>unerhebliche Versauerung im Oberboden</p>	<p>selten;</p> <p>Geschiebemergel- oder Beckenabsatz-Standorte</p> <p>ohne wesentliche Versauerungen im Oberboden;</p> <p>mit intaktem Humushaushalt</p>	60 - 100	80 - 100	<p>sehr seltene Anwendung;</p> <p>keine Differenzierung nach ..+.. oder ..-.. möglich, da Extremfall;</p> <p>optimales Wachstum unter gegebenen klimatischen Bedingungen unter allen Umständen gesichert</p> <p><i>Beispiel:</i> kalkreiche Mischlehm-Lößfließerden über gut durchwurzelbaren Kalkzersatzzonen mit Mullhumusformen und erheblichen Humusanteilen im Mineralboden</p>

3. u. 4. Zahl: BODENART und LAGERUNGSVERHÄLTNISSE	Merkmale (Grenzbereichsdefinition):		Nicht auszuscheiden bei
..1. Kiese, sandige Kiese, steinige Kiese	...1 Kies	einschichtige Böden mit höchstens 10 cm mächtigen Deckschichten; Bodenart ist überwiegend Kies, d.h. Korngrößen im wesentlichen über mindestens 2 bis 6 mm Durchmesser; keine Durchmischung mit Feinbodenmaterial oder lehmigen Bändern; Silikatgehalt ist bei der Nährstoffzahl zu berücksichtigen	
	...2 mit unverlehmter Sand-/ Flugsand-überlagerung	Bodenarten wie vor; mit unverlehmtten Sanddecken (etwa ab 10 bis 100 cm mächtige silikatarme, unverlehnte Tal-, Schmelzwasser- oder Flugsande); Unterboden muß <u>extrem grobkörnig und durchlässig</u> sein	Tieflandschema: ..2.2
	...3 mit lehmiger Sandüberlagerung	Bodenarten wie vor; mit stark anlehmigen bis verlehmtten Sanddecken (etwa ab 10 bis 50 cm mächtige silikathaltige, lehmige Sande); Unterboden muß <u>extrem grobkörnig und durchlässig</u> sein	Tieflandschema: ..3.1
	...4 Kies mit stark anlehmigen bis verlehmtten Feinbodenanteilen	über 70 cm mächtige Kiese mit stark anlehmigen bis verlehmtten Feinbodenanteilen von meist über 25 %; bei stärkerer Verlehmung werden auch geringere Mächtigkeiten toleriert	kiesigen Lehmen
..2. Nicht oder nicht nennenswert verlehnte Sande, kiesige Sande (auch unverlehnte geschiebeführende Sande)	...1 Flugsand	einschichtige Böden; über 100 cm mächtige Dünen ohne überwehte humose Horizonte, extrem silikatarm, homogene Körnung, durchlässig; eingewehte Humusanteile sind bei der Nährstoffstufe zu berücksichtigen	Tieflandschema: ..2.3, ..2.9
	...2 Sand / Talsand / Schmelzwassersand auch mit Steinen und Kiesen, (± unverlehnte geschiebeführende Sande)	überwiegend einschichtige Böden; unverlehnte, silikatärmste Tal- oder Schmelzwassersande, auch ± unverlehnte geschiebeführende Sande größerer Mächtigkeit (mit und ohne Schichtung) sowie anlehmige Schmelzwassersande mit Restsilikatgehalt	Tieflandschema: ..1.2, ..2.5
	...3 mit Flugsandüberlagerung	zweischichtige Böden; unverlehnte, silikatarme Tal- oder Schmelzwassersande, auch unverlehnte geschiebeführende Sande mit unverlehmtten Dünen von 20 bis 100 cm Mächtigkeit	Tieflandschema: ..2.1, ..2.9
	...4 mit Sandlößüberlagerung	zweischichtige Böden; 20 bis 30 cm mächtige schwächer verlehnte Sandlöße oder sandlößähnliche Feinsande sowie 10 bis 30 cm mächtige besser verlehnte Sandlöße (in der Regel sandlößbeeinflusste Fließerden) über unverlehmtten silikatärmsten Tal- und Schmelzwassersanden, auch über unverlehmtten geschiebeführenden Sanden, auch mit schichtenweisen Sandlößzwischenlagen in unverlehmtten Oberböden	Tieflandschema: ..3.4, ..5.5, ..9.4

3. u. 4. Zahl: BODENART und LAGERUNGSVERHÄLTNISSE	Merkmale (Grenzbereichsdefinition):	Nicht auszuscheiden bei	
..2. Nicht oder nicht nennenswert verlehnte Sande, kiesige Sande (auch unverlehnte geschiebeführende Sande)	...5 mit geschichteter Sandunterlagerung (Bänke: schluffig, feinstsandig)	zweischichtige Böden; unverlehnte Tal- und Schmelzwassersande, auch unverlehnte geschiebeführende Sande mit schluffigen, feinstsandigen, breitzonigen oder streifigen Einlagerungen oder zerschwemmten Geschiebesandbänken; im Übergang Tiefland → Bergland: über 70 cm mächtige unverlehnte Sande über basenarmen Silikatgesteinen (erdmittelalterlich)	<i>Tieflandschema:</i> ..2.2, ..2.6 <i>Berglandschema:</i> ..1.3, ..2.1
	...6 mit schwächer verlehnter Sandunterlagerung oder -einlagerung (Geschiebelehm)	zwei- und mehrschichtige Böden; unverlehnte, sehr silikatarme Tal-, Schmelzwasser- und geschiebeführende Sande mit verlehnten Zonen, auch mit Lehmknollen und -streifen (Geschiebelehmreste) oder mit verlehnter Sandunterlagerung im tiefen Unterboden (nicht bei unterlagernden sandigen Grundmoränen !)	<i>Tieflandschema:</i> ..2.5, ..2.7
	...7 mit verlehnter Sandunterlagerung oder -einlagerung (Geschiebelehm)	zwei- und mehrschichtige Böden; unverlehnte, sehr silikatarme Tal-, Schmelzwasser- und geschiebeführende Sande über breiteren Zonen und Bänken eingelagerter Geschiebelehme, diese noch mit erheblichen Sandzwischenlagen	<i>Tieflandschema:</i> ..2.6, ..2.8
	...8 mit Lehmunterlagerung (auch tonig)	zwei- und mehrschichtige Böden; mindestens 70 cm mächtige unverlehnte, sehr silikatarme Tal-, Schmelzwasser-, Flug- und geschiebeführende Sande über Geschiebelehmbänken größerer Mächtigkeit mit geringen Sandzwischenlagen oder über kompakter Grundmoräne, auch über tonigen Lehmen; im Übergang Tiefland → Bergland: über 100 cm mächtige, arme pleistozäne Sande über kompakten tonigen Lehmen geologisch älterer Schichten (auch mit sekundärer Geschiebeeinmischung)	<i>Tieflandschema:</i> ..2.7, ..4.2, ..7.3 <i>Berglandschema:</i> ..1.3, ..1.4, ..1.5, ..2.4
	...9 mit mehreren tief lagernden, überwehten Humushorizonten	mehrschichtige Böden; Flugsande (Dünen) größerer Mächtigkeit mit mehreren humosen Schichten, auch mächtige humose Dünen auf überwehtem Oberboden	<i>Tieflandschema:</i> ..2.1, ..2.3
..3. Schwächer und besser verlehnte Sande, kiesige Sande, geschiebeführende Sande - Geschiebesande -	...1 mit Sandunterlagerung	zweischichtige Böden; etwa 30 bis 70 cm mächtige, überwiegend stark anlehmmige bis verlehnte Geschiebesande über unverlehnten Tal- und Schmelzwassersanden; <u>bei stärkerer Verlehmung werden geringere Mächtigkeiten toleriert</u> und umgekehrt	<i>Tieflandschema:</i> ..1.3, ..3.3 <i>Berglandschema:</i> ..2.1
	...2 mit Sand-/ Flugsandüberlagerung	zweischichtige Böden; etwa 20 bis 100 cm mächtige Flugsande (Dünen) oder unverlehnte Sande über anlehmmigen bis verlehnten Sanden (Geschiebesande)	<i>Tieflandschema:</i> ..2.1, ..2.3
	...3 anlehmmiger bis verlehnter Sand	zweischichtige Böden; über 70 cm mächtige, überwiegend stark anlehmmige bis schwächer verlehnte Geschiebesande sowie über 50 cm mächtige, verlehnte Sande mit noch erheblicher Silikatausstattung über unverlehnten Sanden	<i>Tieflandschema:</i> ..3.1

3. u. 4. Zahl: BODENART und LAGERUNGSVERHÄLTNISSE	Merkmale (Grenzbereichsdefinition):	Nicht auszuscheiden bei	
..3. Schwächer und besser verlehnte Sande, kiesige Sande, geschiebeführende Sande - Geschiebesande -	...4 mit stärkerer Sandlöß- oder Lößbeeinflussung über unverlehnten Sanden	zweischichtige Böden; 30 bis 70 cm mächtige, verlehnte, sandlöß-/ lößbeeinflusste Sande (schluffige Sande, meist Sandlöß-Geschiebesandfließerden) über unverlehnten Sanden	<i>Tieflandschema:</i> ..2.4, ..3.5, ..9.4
	...5 mit Sandlöß-/ Lößüberlagerung oder mit Sandlöß-/ Lößzwischenlagen	zwei- und mehrschichtige Böden; bis 30 cm mächtige Sandlöss / Lößlehme oder sandlößähnliche Feinsande über verlehnten Sanden, diese teilweise über unverlehnten Sanden, auch schichtenweise Sandlöß-/ Lößlehmzwischenlagen in verlehnten Böden	<i>Tieflandschema:</i> ..2.4, ..3.4, ..5.5, ..9.4
	...6 mit lehmiger oder schluffiger Sandunterlagerung oder -einlagerung	mehrschichtige Böden; stark anlehmige bis verlehnte Sande (meist Geschiebesande) über unverlehnten Sanden (meist Schmelzwassersande), diese mit erheblichen Ein- und Zwischenlagerungen von Knollen, Zonen und Bänken aus Geschiebelehmen (Geschiebelehmreste); im Übergang Tiefland → Bergland: über 70 cm mächtige pleistozäne, verlehnte Sande über basenarmen Silikatgesteinen	<i>Tieflandschema:</i> ..3.7 <i>Berglandschema:</i> ..2.2
	...7 mit Lehmunterlagerung	zweischichtige Böden; über 50 cm mächtige, stark anlehmige bis verlehnte Sande (meist Geschiebesande) über mächtigen Geschiebelehmen im Unterboden in mindestens 70 cm Tiefe (oft erst nach Zwischenschaltung unverlehmter Sande)	<i>Tieflandschema:</i> ..4.3
	...8 mit Unterlagerung von tonigem Lehm	zwei- und mehrschichtige Böden; über 50 cm mächtige, stark anlehmige bis verlehnte Sande (meist Geschiebesande) über tonigen Lehmen im Unterboden in mindestens 70 cm Tiefe (oft erst nach Zwischenschaltung unverlehmter Sande); im Übergang Tiefland → Bergland: über 70 cm mächtige verlehnte pleistozäne Sande über tonigen Lehmen (in der Regel durch Einmischung geologisch älterer, auch kalkhaltiger / aufgekalkter Tone)	<i>Tieflandschema:</i> ..7.4 <i>Berglandschema:</i> ..2.4
	...9 mit Kalkunterlagerung	zweischichtige Böden im Übergang zum Bergland; über 70 cm mächtige, verlehnte pleistozäne Sande über Kalkgesteinen oder deren Verwitterungsmaterial	<i>Berglandschema:</i> ..2.5
	..4. Verlehnte Sande u. sandige Lehme (auch schluffig, tonig, kiesig oder steinig) - Geschiebelehme -	...1 mit Sandunterlagerung	zweischichtige Böden; Geschiebelehme bis 40 cm Mächtigkeit (im oberer Teil oft sandiger oder mit Geschiebesandresten) über schwächer verlehnten oder unverlehnten Sanden; im Übergang Tiefland → Bergland: über 30 cm mächtige Geschiebelehme über basenarmen Silikatgesteinen
...2 mit Sand-/ Flugsandüberlagerung		zweischichtige Böden; etwa 20 bis 70 cm mächtige, unverlehnte, silikatarme Sande (oft podsoliert), auch Flugsande, über Geschiebelehmen	<i>Tieflandschema:</i> ..2.8, ..5.8

FORSTLICHE STANDORTSAUFNAHME

Geländeökologischer Schätzrahmen

VARIANTEN

Anwendungsbereich: **pleistozänes (diluviales) TIEFLAND,
MITTELGEBIRGE, BERG- und HÜGELLAND**



**Niedersächsische
Landesforsten**

Landesamt für Landwirtschaft,
Umwelt und ländliche Räume
Schleswig-Holstein



Herausgeber:

Niedersächsisches Forstplanungsamt 38302 Wolfenbüttel

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt u. ländliche Räume Schleswig-Holstein 24220 Flintbek

Stand : NFP / LLUR 04.2009

Layout : GFP 06.2009

Als Ergänzung zu den Geländeökologischen Schätzrahmen für das pleistozäne Tiefland bzw. das Niedersächsische Bergland können bei der Standortstypen-Ausscheidung weitere Differenzierungen durch die Verwendung von Varianten vorgenommen werden. Varianten beschreiben zusätzlich ökologisch relevante Gegebenheiten, die durch die Standortstypenzahl allein nicht ausgedrückt werden können. Es kann sich ergeben, daß diesen Varianten vom Haupttyp abweichende Waldentwicklungstypen zugeordnet werden müssen.

Bis auf die Varianten ..+.. und ..-.., die direkt hinter die Nährstoffschlüsselzahl gesetzt werden, stehen alle Varianten-Symbole hinter der letzten Ziffer der Zahlenkombination für die Standortstypen-Kennzeichnung (z.B. 41.4-.3.7 fO).

Die Varianten sind in Variantengruppen mit folgender hierarchischer Reihenfolge zusammengefaßt:

- Moordifferenzierung
- Wasserhaushaltdifferenzierung
- Substratdifferenzierung
- Oberbodenbeeinflussung
- Geologische Differenzierung
- Sonderstandortdifferenzierung

Diese Rangfolge bestimmt die Reihenfolge der möglichen Varianten Kennungen. Innerhalb der Gruppen gilt, soweit Varianten Kennungen nebeneinander vorkommen, die lexikalische Reihenfolge (z.B. a .. z, A .. Z). Wo die Kombination verschiedener Varianten Kennungen zu doppelsinnigen Buchstabenfolgen führen würde, wird die alphabetische Reihenfolge ausnahmsweise umgestellt, um eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen:

Zur Unterscheidung der Substratdifferenzierung „fs“ (feinsandig) von einer Kombination der Wasserhaushaltdifferenzierungen „f“ und „s“ wird „s“ (mit deutlichem Stauwassereinfluß) in diesem Fall dem „f“ (frischer bzw. feuchter) vorangestellt, so daß sich die Kombination „sf“ ergibt. Soweit bei der Variantenverschlüsselung neben der Kennung „fs“ ein weiteres „f“ oder „s“ oder „t“ gesetzt ist, gilt die Kennung „fs“ eindeutig als feinsandig.

Bei einer feinsandig-schluffigen Substratausprägung werden die Variantensymbole „fs“ und „u“ direkt miteinander kombiniert und nicht durch andere Kennungen dieser Variantengruppe getrennt (fsu).

NÄHRSTOFFHAUSHALT

- + - besser nährstoffversorgt als der Grundtyp
- - schwächer nährstoffversorgt als der Grundtyp

MOORDIFFERENZIERUNG

- (I) - Moormächtigkeit 15 - 30 cm; (nur bei Verschlüsselung mit Wasserhaushaltszahl 16... / 31...);
Verwendung in Nds. bis 05/1999, in S-H bis 12/2003, danach Erfassung durch Variante M
- II - Moormächtigkeit 30 - 50 cm; (nur bei Verschlüsselung mit Wasserhaushaltszahl 16... / 31...)
- III - Moormächtigkeit 50 - 100 cm; (nur bei Verschlüsselung mit Wasserhaushaltszahl 16... / 31...)
- IV - Moormächtigkeit 100 - 150 cm; (nur bei Verschlüsselung mit Wasserhaushaltszahl 16... / 31...)
- V - Moormächtigkeit > 150 cm; (nur bei Verschlüsselung mit Wasserhaushaltszahl 16... / 31...)

Bei allen Moorstandorten bis einschließlich der Moormächtigkeit IV ist der unterlagernde Mineralboden mit zu verschlüsseln; bei der Moormächtigkeit V können die Substratschlüsselzahlen entfallen (31.2.V₂).

Moore sind durch die Wasserhaushaltszahlen 16.../ 31... in ihrem aktuellen Wasserhaushalt unzureichend charakterisiert, zumal sie überwiegend bereits entwässert sind. Mit Indexziffern, die den römischen Zahlen für die Moormächtigkeit nachgestellt werden, ist der aktuelle Wasserhaushalt der Moorstandorte genauer zu erfassen.

- 0 - Moor noch voll mit Wasser gefüllt (weitgehend intakter Moorwasserhaushalt)
- 1 - Kapillarsaum des Wassers im Moor bzw. im unterlagernden Mineralboden im Mittel der Vegetationszeit oberhalb von 60 cm uGOF (32...)
- 2 - Kapillarsaum des Wassers im Moor bzw. im unterlagernden Mineralboden im Mittel der Vegetationszeit zwischen 60 und 100 cm uGOF (33...)
- 3 - Kapillarsaum des Wassers im Moor bzw. im unterlagernden Mineralboden im Mittel der Vegetationszeit zwischen 100 und 150 cm uGOF (34...)
- 4 - Kapillarsaum des Wassers im Moor bzw. im unterlagernden Mineralboden im Mittel der Vegetationszeit zwischen 150 und 300 cm uGOF (35...)

WASSERHAUSHALT

- f - frischer bzw. feuchter als der Grundtyp;
auch höherer Wasserüberschuß bei Stauwasserstandorten bzw. höherer Grundwasserstand bei Grundwasserstandorten
- g - deutlicher Grundwasser-Einfluß im Unterboden;
auch bei Standorten mit schwach bewegtem Stauwasser sowie bei Hangwasserzuzug (Hanggleye, Pseudogley, Gleye, Gley-Pseudogleye u.ä.)
- q - quellig, Quellmoorstandort; (i.d.R. kleinflächig)
- s - deutlicher Stauwasser-Einfluß (schwächer als staufrisch);
auch bei betont frischen Standorten mit Tendenz zur Staufrische (9 bzw. 41... s); bei Kombination mit Variante f wird s vorangestellt (sf)
- t - trockener als der Grundtyp; auch geringerer Wasserüberschuß bei Stauwasserstandorten

SUBSTRAT

- Ca - mit freiem Carbonat im Unterboden (sofern nicht mit Schlüsselzahl erfaßbar)
- fs - feinsandige Ausprägung eines Substrates, auch zusammen mit „u“ verwendbar, dann Reihenfolge „fsu“
- k - kolluviale Verlagerung von humosem Bodenmaterial (im Bergland: aufgrund der sonstigen Eigenschaften nicht bei Substratgruppe ..7. des Berglandschemas einzuordnen)
- K₁ - Kleiboden (Marsch-Bereiche in der Gezeitenzone des Meeres und im Unterlauf der Flüsse)
- K₂ - kalkhaltiger Marschboden (Marsch-Bereiche in der Gezeitenzone des Meeres und im Unterlauf der Flüsse)
mit freiem Carbonat im Oberboden
- K₃ - Marschboden mit starker Verdichtung im Oberboden (Marsch-Bereiche in der Gezeitenzone des Meeres und im Unterlauf der Flüsse)

- K₄ - stark saurer Marschboden mit Vorkommen von schwefelreichen Maiboltschichten, z.T. stark humos (Organomarsch, Marsch-Bereiche in der Gezeitenzone des Meeres und im Unterlauf der Flüsse)
- ki - kiesige, streifen- oder schichtweise Einlagerungen (Zuordnung zur Gruppe der Kiese noch nicht gerechtfertigt)
- T - Ton im Unterboden; (sofern nicht mit Schlüsselzahl erfaßbar); (so gekennzeichnete Typen sind nicht zur Gruppe der Tone zu stellen)
- u - schluffige Ausprägung eines Substrates, auch zusammen mit „fs“ verwendbar, dann Reihenfolge „fsu“
- w - durch Wasser ab- oder umgelagertes Substrat; (auch Beckenabsätze, sofern nicht mit Schlüsselzahlen erfaßbar)

OBERBODENBEEINFLUSSUNG

- A₁ - Auswehungsmulden bzw. Abwehungsflächen durch länger anhaltende Freilage (sog. „geköpft Böden“)
- A₂ - anthropogen bedingte rezente Humusverluste (vor allem durch Abschieben); auch streugennutzte Bereiche
 - a - durch Wind und / oder erhöhte Sonneneinstrahlung ausgehagerter Standort
 - b - tiefere Bodenbearbeitung im Oberboden (Melioration und dgl.; Oberboden wesentlich verändert; ist bei künstlich übererdeten Mooren in jedem Fall zu benutzen !), nicht bei Rabatten !
 - d - auffällig starke, für das Bodenmaterial untypische Verdichtung des Oberbodens (i.d.R. anthropogene Verdichtung durch Rad- / Kettenfahrzeuge)
 - e - eschartige Ausprägung im Oberboden ohne nachhaltige Standortverbesserung (daher noch keine Zuordnung zur Gruppe 29 „meliorierte Standorte“ möglich !)

Flugsanddecken (sofern nicht mit Schlüsselzahl erfaßbar; nur bei Substratzahlen 1.2, 2.3, 3.2, 5.3, 6.3, 7.3, 8.2 und 9.5 auch zur genaueren Beschreibung von Art und / oder Mächtigkeit der Sand- / Flugsandüberlagerungen):

- F₁ - mit einer Flugsanddecke von bis zu 50 cm Mächtigkeit
- F₂ - mit einer Flugsanddecke von 50 cm bis 100 cm Mächtigkeit
- F₃ - mit einer Flugsanddecke von mehr als 100 cm Mächtigkeit
- h - mit ungewöhnlich starker Humus-Anreicherung im Oberboden, (eindeutig kein Esch !)
- H - überwehtes bzw. natürlich übererdetes / überdecktes Moor (i.d.R. in Verbindung mit Substratzahl ..2.9)
- l - stark schluffiges, i.d.R. von Löß oder Sandlöß beeinflusstes Material im Oberboden, (i.d.R. 20 bis 40 cm mächtige Fließerden)
- L - stark schluffige reine Löß- / Sandlöß-Decken von 20 bis 40 cm Mächtigkeit, (i.d.R. keine Fließerden)
- m - anmooriger Oberboden (> 15 % bis < 30 % organisches Material)
- M - mit einer Moorauflage bis zu 30 cm Mächtigkeit; (> 30 % organisches Material); bis 05/1999: mit einer Moorauflage bis zu 15 cm Mächtigkeit
- o - mit verfestigtem Anreicherungshorizont (orterdeartig), (Verfestigung behindert die Durchwurzelung noch nicht)
- O - mit stark verfestigtem bis verhärtetem Anreicherungshorizont (Orterde / Ortstein), (Verfestigung behindert die Durchwurzelung, Durchbrechung ist i.d.R. erforderlich)
- p - deutlich podsoliger bis podsolierter Oberboden
- P₁ - Pflug-Horizont aus aktueller landwirtschaftlicher Bearbeitung im Oberboden, hoch aufgedüngt (Pflugsohle noch erkennbar oder mindestens jahrzehntelange landwirtschaftliche Nutzung bekannt)
- P₂ - Pflug-Horizont aus reliktscher landwirtschaftlicher Bearbeitung im Oberboden, nur noch höhere P₂O₅-Werte (Pflugsohle noch erkennbar oder mindestens jahrzehntelange landwirtschaftliche Nutzung bekannt)
- Q₁ - Hangrutschung (vor allem durch häufigen Wasserüberschuß)
- Q₂ - durch Hangrutschung gefährdete Bereiche (vor allem bei häufigem Wasserüberschuß)
- R₁ - prägende Standortbeeinflussung durch Rabatten (Befahrbarkeit der Flächen ist deutlich eingeschränkt, Abstand der Rabatten / -gräben < 10 m)
- R₂ - Geländeoberfläche deutlich durch Wölbäcker geprägt

- Ü - Überrollung mit reicherem oder schwächerem Material, auch Steinüberrollung
(sofern nicht mit Schlüsselzahl erfaßbar)
- y₁ - geringmächtige Überdeckung mit Fremdmaterial natürlicher Herkunft
(Ausweisung als Sonderstandort S₂ noch nicht gerechtfertigt)
- y₂ - geringmächtige Überdeckung mit Fremdmaterial künstlicher bzw. technogener Herkunft, z. B. Bauschutt,
oder sonstige erhebliche künstliche Beeinflussung (Ausweisung als Sonderstandort S₂ noch nicht
gerechtfertigt)

GEOLOGISCHE DIFFERENZIERUNG

- D - Doline
- G - Bergland-Standort mit Unterlagerung und / oder Einlagerung von pleistozänen Substraten
(i.d.R. im Übergangsbereich Bergland ➔ Tiefland)
- mi - Tone tertiärer Herkunft
(Verwendung im Pleistozän zur Unterscheidung von pleistozänen Beckenabsätzen)

SONDERSTANDORTDIFFERENZIERUNG

- B - erhaltenswerter, seltener Biotop; (Verwendung bei Bundesforsten, Forstinspektion Nord)
- C₁ - pleistozäne und holozäne Decken über geologisch älteren Schichten (Untergruppen 12.31, 12.32);
(i.d.R. im Übergangsbereich Tiefland ➔ Bergland)
- C₂ - pleistozäne und holozäne Decken im Grundwasserbereich über geologisch älteren Schichten (Untergruppen
22.31, 22.32); (i.d.R. im Übergangsbereich Tiefland ➔ Bergland)
- E₁ - Eschboden; grauer, brauner oder schwarzer Plaggenesch (Auftragsboden mit mehr als 25 cm Mächtigkeit)
- E₂ - mineralbodenüberdecktes oder gepflühtes Moor
- E₃ - abgetorfte Moor
- S₁ - Sonderstandort, Abbaufächen (durch starke anthropogene Beeinflussung veränderte Böden)
- S₂ - Sonderstandort, Aufschüttungsflächen, Halden (durch starke anthropogene Beeinflussung veränderte Böden)
- S₃ - Sonderstandort, Wechsel von Aufschüttungs- und Abbaufächen (durch starke anthropogene Beeinflussung
veränderte Böden)
- X - temporär überflutete Bereiche
- Z - erhaltenswerter, seltener Standort