

Hydrologische Studien im Naturschutzgebiet Helstorfer Moor

Heft 3: 19 Jahre auf den Spuren des Wassers
Moor in Bedrängnis



Hochmoor-Bläuling (*Plebejus optilete*)

Eberhard Gärtner, Andreas Heene und Ulrich Kulle
Hildesheim 2019 (Stand: 06.05.2020)

Anschriften der Verfasser:

Dr. med. Eberhard Gärtner, Drosselgasse 14, 31139 Hildesheim, 05121-23839
Dipl.-Biol. Andreas Heene, Schafhorst 117, 31535 Neustadt am Rübenberge, 05032-9648176
Dipl.-Ing. Ulrich Kulle, Klein-Buchholzer Kirchweg 24, 30659 Hannover, 0511-6042728

Dank

Unser Dank gilt allen, die sich um die Erhaltung des Helstorfer Moors bemühen, insbesondere den Aktiven der Faunistischen Arbeitsgemeinschaft Moore (FAM) und deren Arbeitskreis „Freunde des Helstorfer Moores“ und Herrn Bernhard Birkholz, der seit 2007 das Moorprojekt aktiv begleitet und zahlreiche Moorprofile erbohrt und klassifiziert hat.

Wir gedenken auch der bereits verstorbenen Helfer und Moorfreunde Dietrich Blanke, Dr. Horst Dronia, Jochen Feldmann, Jürgen Hartmann, Prof. Karl Hausschildt, Hans Kreuzer, Alfred Montag, Dr. Siegfried Schneider, Renate Schneider und Dr. Jes Tüxen.

Der unteren Naturschutzbehörde der Region Hannover, speziell Herrn Wendland, Frau Fedler, Frau Muschter und Herrn Hollenbach sowie Frau Brosch, Herrn Nietfeld und Herrn Fahning vom NLWKN danken wir für stetige Unterstützung und aktuelle Informationen. Auch Herrn Dr. Meyer, der 2007 die Hydrologie der Hannoverschen Mooregeest beschrieben hat, sei herzlich gedankt.

Wertvolle Anregungen kamen von der Arbeitsgruppe „Moorschutz in Deutschland“, besonders von Dr. rer. nat. Michel Bechtold und Susanne Belting, die u.a. das Poster zum Grundwasser-Monitoring im NSG Helstorfer Moor für die Tagung der DGMT am Werbellinsee im September 2012 anregte. Die bis 2012 erhobenen Messdaten sind in die BfN – Skripte 462 (2017) eingegangen.

Thomas Bautsch und Torsten Spengler haben zuerst den Negativtrend der Pegel nach 2009 benannt und Trendlinien berechnet. Dr. Ulf Rothkirch hat für den Zeitraum 2009 bis 2017 eine positive Tendenz der Messdaten ermittelt.

Heike Brandes hat freundlicherweise die vom Agrarmeteorologischen Institut des DWD in Braunschweig (Bearbeiter Tobias Vogt) bereitgestellten Bodenfeuchte-Daten mit Pegeldaten korreliert und deutliche Zusammenhänge aufgedeckt. Außerdem hat sie uns die Klimadaten der Wetterstation des Bundessortenamts in Scharnhorst zur Verfügung gestellt.

Heiko Köster hat die Torfmoose an den Pegeln eingehend untersucht. Dipl.-Geologe Harald Scherzer hat die Studie bis Ende 2016 begleitet. Frau Dr. Ursula Baur betreut und aktualisiert seit vielen Jahren die Excel-Dateien der Messdaten.

Ein ganz besonderer Dank gilt unseren geduldigen Ehefrauen.

Titelbild: Hochmoor-Bläuling (*Plebejus optilete*) Aufnahme: E. Gärtner (15.06.2017)

Hydrologische Studien im Naturschutzgebiet Helstorfer Moor

Heft 1: Ein Jahr auf den Spuren des Wassers, Dr. Gärtner, Scherzer 2002

Heft 2: Die historische Ochsenbeeke und deren Zuflüsse mit Vorschlägen zur
Fließgewässerneuordnung, Dr. Gärtner, Scherzer 2006

Heft 3: 19 Jahre auf den Spuren des Wassers, Dr. Gärtner, Heene, Kulle 2019

Zusammenfassung

Die in dieser Arbeit vorgestellte hydrologische Langzeitstudie zeigt 19 Jahrgänge von Ganglinien des Grundwasserstandes verschiedener Regionen des Helstorfer Moores (2001-2019) und 8 Jahrgänge von pegelnahen Mooroberflächen („Moos“) (2012-2019).

Beschrieben wird vorwiegend die hydrologische Dynamik im Bereich alter Handtorfstiche und von Torfmoos-Schwingrasen, die auf wassergefüllten Torfkuhlen im Hochmoor aufgewachsen sind. Synchroner Bewegungen von Moorgrundwasser und Moosoberfläche (Oszillation) werden ebenso wie Oberflächenschwankungen durch Austrocknung vorher wassergesättigter Torfschichten gezeigt (Sackung).

Irreversible Sackungen der Mooroberfläche wurden bereits nach dem Trockenjahr 2009 beobachtet. Nach den Dürre Jahren 2018/2019, in denen besonders starke Schwankungen des Moorgrundwassers und der Moosoberflächen gemessen wurden, sind noch deutlichere Sackungen zu erwarten, deren Ausmaß aber bisher nicht abzuschätzen ist.

Die jahreszeitlich wechselnde Wasserbilanz mit Defiziten im Sommer wird beschrieben, die durch Verdunstung (Evapotranspiration) verursacht wird. Die sommerlichen Niederschläge reichen in den meisten Jahren nicht aus, ein saisonales Defizit im August und September auszugleichen. Der Klimawandel kann dieses Problem weiter verschärfen.

Die Flora und Fauna auf regenerierten Torfstichen wird beschrieben und aktuell gewertet.

Bei der Datenauswertung wurden Anregungen der Arbeitsgruppe: Moorschutz in Deutschland genutzt, in denen die Bioindikation von Wasserständen im Moor behandelt wird. Für die im Helstorfer Moor untersuchten Hochmoorbiotope kann ein enger Zusammenhang zwischen den über einen Zeitraum von 19 Jahren gemessenen Wasserständen und der Moorvegetation (Bioindikation) bestätigt werden. Die Torfmoose reagieren besonders deutlich auf anhaltende Änderungen der Wasserstände. Das kann durch die „Torfmoosampel“ gezeigt werden, die nach eigenen Datenerhebungen für den aktuellen Zustand im Sommer 2019 entwickelt wurde. Dürregefährdete Pegelstandorte sind deutlich abzugrenzen.

Der Ausbau des Entwässerungssystems im Moorumland zugunsten der Landwirtschaft erfolgte bis 1965 und zugunsten eines Bundeswehrdepots am Westrand bis 1975.

Das entstandene Grabensystem wird regelmäßig unterhalten. Das Moor wird nicht gezielt entwässert. Als Haupteinflussgröße auf den Wasserhaushalt des Moores kann daher das Klima insbesondere der Niederschlag gelten. Das Moor gilt als **Regenmoor**.

Deshalb wird großer Wert auf die Dokumentation der Niederschläge gelegt, die in zwei benachbarten Wetterstationen (Langenhagen und Scharnhorst) gemessen werden. Diese Niederschlagsdaten werden mit den im Moor gemessenen Wasserständen korreliert. Neben monatlichen Handmessungen werden auch Werte von Datenloggern verwendet.

In den vergangenen 2 Jahrzehnten hat das Moor auf stark wechselnde Wetter- und Klimabedingungen flexibel reagiert. Zuletzt 2018 auf eins der wärmsten und trockensten Jahre seit Beginn der Wetteraufzeichnung und die bis September 2019 andauernde Dürre. Da auch die Jahre 2003 und 2009 trocken und warm waren, können sie zum Vergleich herangezogen werden. Die Langzeitwirkung des Trockenjahrs 2009 ist aus den Messdaten der folgenden Jahre ablesbar. Bis 2013 ist eine allgemeine Absenkung der Wasserstände zu verzeichnen. Erst danach folgt bei günstiger Niederschlagsverteilung ein Anstieg der mittleren Wasserstände. Gleichzeitig zeigt sich deutlich ein verbessertes Torfmoos-Wachstum.

Die Nachwirkung der Dürre im Jahr 2018 und 2019 wird voraussichtlich noch deutlicher ausfallen. Die Fortsetzung des Monitorings ist vorgesehen, wobei die inzwischen installierten Datenlogger der Region Hannover eine optimale Ergänzung darstellen.

Seit 2012 läuft ein LIFE+ - Projekt der EU, in dessen Rahmen bisher der Grunderwerb für das Land Niedersachsen betrieben wird. Maßnahmen zur Stabilisierung des Moor-Wasserhaushalts sind für 2022 in Planung.

Notizen:

Inhaltsverzeichnis

Hydrologische Studien im Naturschutzgebiet Helstorfer Moor	1
Zusammenfassung	3
Einführung	7
1. Einleitung	10
2. Untersuchungsraum Helstorfer Moor	14
2.1. Luftbilder und Digitale Geländemodelle	14
2.2. Wasserscheiden	17
2.3. Mineralischer Untergrund und Torfmächtigkeit	18
2.3.1 Grundwasserleiter	19
2.3.2 Moorprofile	20
2.4. Quellbereiche im Moor	26
2.5. Wasserstauende Torfschichten	28
2.6. Torfmoose und Torf bildende Vegetation	32
2.6.1 Aufbereitung historischer Angaben im Gutachten von 1968	32
2.6.2 Weißtorfbildner (Overbeck 1939)	35
2.6.3 Regenerationsstufen nach Tüxen	36
2.6.4 Torfbildung an Pegelstandorten	36
2.7. Hinweise für eine Akrotelm - Katotelm – Schichtung	38
2.8. Lebensraumtypen (FFH-Richtlinien der EU)	40
2.9. Flora und Fauna im Helstorfer Moor	45
3. Wasserstände im Moor - Langzeitstudie von 2001-2019	47
3.1. Auswahl der Pegelstandorte	47
3.2. Methode	49
3.3. Ganglinien	50
3.3.1 Ganglinien von 27 Pegeln 2001-2019	51
3.3.2 Die Grundwassermessstellen K12 und K13	61
3.3.3 Pegel D01, B14 und N18 (Darstellung nach Sandner NLWKN)	64
3.3.4 Gewässer- und Moosabstand 2012-2019	67
3.4. Zwischenauswertung Mooswachstum	81
3.4.1 Moosoptimum	81
3.4.2 Trockengefährdung der Torfmoose	82
3.5. Zwischenauswertung Jahresmittelwerte 2001 – 2017	84
3.5.1 Messwert-Vergleich in den Regionen	84
3.5.2 Vergleich der Messwerte aus unterschiedlichen Regionen	89
3.6. Zwischenauswertung Monatswerte (2001-2017)	92
3.7. Box-Plot Monatswerte D00, D01 und FER 2001-2019	98
4. Meteorologische Grundlagen	100
4.1. Niederschlagsübersicht 2001 bis 2019	100
4.2. Vergleich von Niederschlag und Moorwasserstand K12 und HM77	103
4.3. Klimawandel	105

5.	Abhängigkeit der Pegelstände/Niederschlag	106
5.1.	Auswertung für Pegel D01, B14, N18.....	106
5.1.1	Jahresmittelwerte.....	106
5.1.2	Monatsmittelwerte (2001-2017).....	106
5.2.	Gewässerstände K12 und K13 in Regen- und Trockenjahren	107
6.	Wasserverluste	109
6.1.	Verdunstung	109
6.1.1	Gewässerstand, Niederschläge und Verdunstung.....	109
6.2.	Abfluss.....	113
6.3.	Versickerung	114
7.	Langzeit-Trend der Ganglinien	117
7.1.	Langzeit-Tendenz Spezial – Wirkung von Pflegeeingriffen.....	118
7.2.	Langzeittrend Gesamtzeit	121
8.	Zusammenfassung und Wertung der Messdaten	125
8.1.	Übersicht in Box-Plot-Technik	125
8.2.	Aufschlüsselung nach Lebensraumtypen und Biotoptypen.....	125
8.3.	Bioindikation der Wasserstände im Helstorfer Moor	126
9.	Diskussion	128
10.	Schlussfolgerung und Ausblick	130
11.	Quellen	132
12.	Abkürzungsverzeichnis	134
13.	Tabellenverzeichnis	134
14.	Abbildungsverzeichnis	135

Einführung

Zur Beurteilung der hydrologischen Stabilität des Helstorfer Moores wurde im Frühjahr 2001 eine umfangreiche, privat finanzierte Studie begonnen. Die Anregung hat Herr Wendland von der unteren Naturschutzbehörde der Region Hannover gegeben.

Der geeignete Fachmann konnte bei einer Tagung der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde (DGMT) e.V. in Bad Wurzach gewonnen werden. Harald Scherzer war Geologe und frischer Absolvent der Uni Hohenheim Baden-Württemberg.

Mit 20 gelochten Sanitärrohren, einem russischen Kammerbohrer, GPS-Gerät und Messvorrichtungen für pH und Leitfähigkeit kam er Ende April 2001 mit der Bahn angereist.

Nach kurzer Erkundung des Moores einschließlich des stark entwässerten Südtails, haben wir im mittleren Teil des Moores 19 Pegel neu eingesetzt und eine bereits vorhandene Eisenstange zu einem einfachen Lattenpegel ausgebaut.

Die Bohrungen für die Messpegel wurden sorgfältig ausgewertet und protokolliert. Die Pegelrohre wurden unten unverschlossen fest in den mineralischen Untergrund eingetrieben.

Die Pegeloberkante (POK) überragte am 28.04.2001 bei hohem Frühjahrswasserstand die Wasseroberfläche nur um 10 cm (Messwert: -100 mm) (Abb. 1).

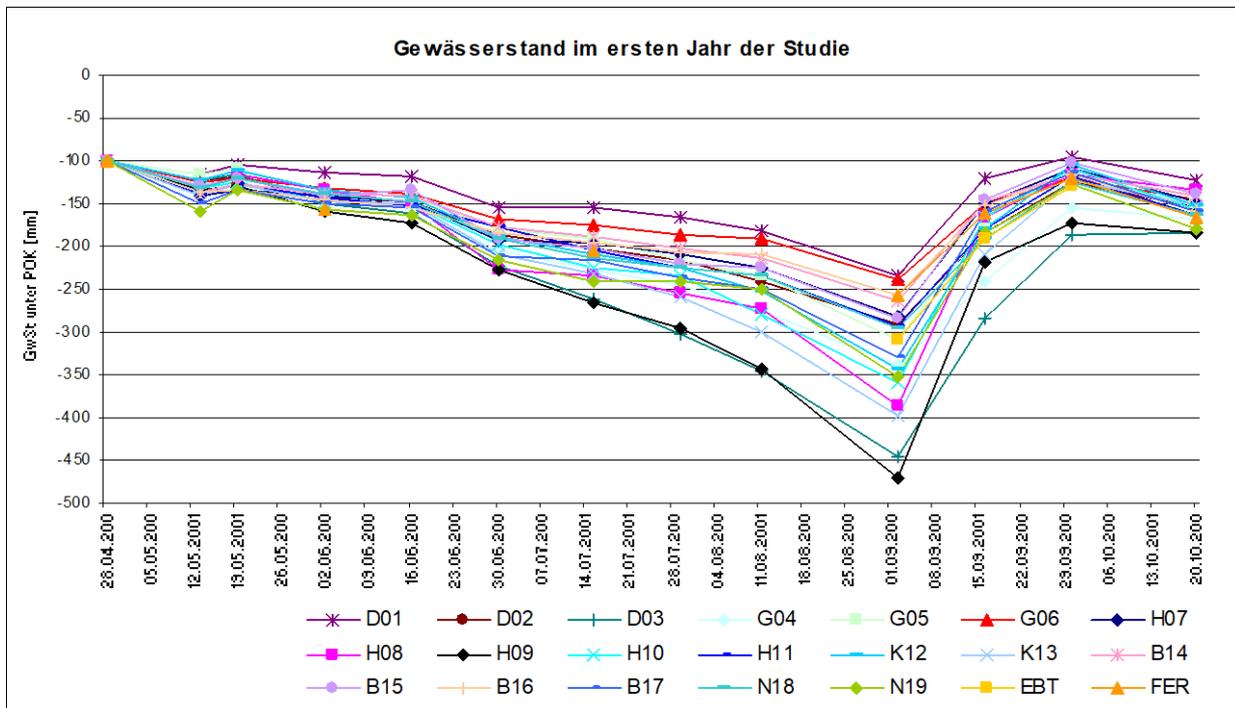


Abb. 1: Gewässerstand im ersten Jahr 2001 der Studie

Auf die Messung der absoluten Höhe über Normalhöhen-Null wurde anfangs verzichtet. Diese Einmessung wurde dann 2007 freundlicherweise vom Büro Heidt u. Peters (Dr. Meyer) nachgeholt und gleichzeitig die Geländehöhe (GOK) ermittelt. Auf Umrechnungen in Höhen über Normalhöhen-Null (NHN) im DHHN2016 kann wegen der geringen Differenz (-4 bis -5mm) und der Zielstellung dieser Studie auch aus technischer Sicht verzichtet werden. Gleichwohl ist bei der gemeinsamen Auswertung von Pegeldaten aus unterschiedlichen Quellen immer ein einheitliches Höhenbezugssystem zu wählen.

Bei der Wahl der Pegelstandorte wurden zunächst gut regenerierte Torfkühlen am Ostrand des Moores mit unterschiedlichem Abstand zum tiefen Randgraben bevorzugt. Die Bohrung wurde meistens am Rande der Torfkühle vorgenommen, so dass der Messende einen festen Standort auf der angrenzenden Torfbank einnehmen konnte.

Gemessen wurde ein bis zwei Mal im Monat und bereits nach 1 Jahr wurde ein erster Bericht verfasst (Gärtner/Scherzer 2002).

Am 25.05.2002 wurden vier weitere Pegel im Zentrum des Moors eingesetzt. Weitere Pegel im Südteil (12/2008) und Westteil (8/2011) folgten. Sie wurden von Bernhard Birkholz erbohrt und die Torfschichtung protokolliert (Abb. 2).



Abb. 2: Probebohrung am Pegel B16 und Einsetzen des Pegelrohres W25

Nur der Pegel Z23 vom 28.03.2004 steckt in einer massiven Torfschicht („Heile-Haut“-Region).

Am 18.03.2015 hat Harald Scherzer noch einmal das Helstorfer Moor visitiert und eine Höhenbestimmung der Pegeloberkante (POK) aller Pegel mit einer GNSS-Ausrüstung durchgeführt (Abb. 3). Es ergab sich eine gute Übereinstimmung mit den Höhenwerten von Dr. Meyer im Jahr 2007.

Trotz einfacher Bauart sind alle Pegel intakt und erlauben seit 2001 eine kontinuierliche, genaue Messung der Grundwasserstände im Moor.

Störeffekte an den Pegeln wurden bisher nur von (neugierigen) Wildschweinen verübt, die die Pegel aber nicht herauswühlen konnten. Die Moorbesitzer nahmen keinen Anstoß an den Pegeln.



Abb. 3: Umfeld des Pegels FER (links 29.04.2001) und GNSS-Höhenbestimmung 2015

An der Eisenstange des Pegels FER, die während der Höhenbestimmung im März 2015 nur 97 mm aus dem Wasser ragte, wurde am 29.09.2018 eine neue Pegellatte verschraubt (Abb. 4, links), die bei hohem Wasserstand vom Rand der Schwinggrasfläche mit dem Fernglas abgelesen wird. Die bisherige Ablesekala war mit den Jahren brüchig geworden.

Auch im März 2018 war, ähnlich wie in den älteren Abbildungen 3 zu sehen, ein sehr hoher Wasserstand bei -53 mm vorhanden, der sich im Sommer-Halbjahr 2018 allerdings auf den bisher niedrigsten Wasserstand bei -490 mm mit extremer Schlamm- und Moosbildung (Abb. 4, rechts) abgesenkt hat („Moor in Bedrängnis“).



Abb. 4: Erneuerung der Pegellatte des Messpegels FER

1. Einleitung

73% der Hochmoore Deutschlands liegen in Niedersachsen. Davon weisen nur noch wenige eine moortypische Flora und Fauna auf.

Die Verbreitungskarte der Hochmoore (schwarz) und Niedermoore (grau) in Norddeutschland zeigt, dass die klimatischen Gegebenheiten für die Hochmoorbildung in der Küstenkonvergenzzone, etwa 30 bis 70 km von der Nordsee entfernt, besonders günstig sind (Seedorf 1992).

Große, gut erhaltene Hochmoore sucht man in Niedersachsen fast vergeblich. Kleinere, nach Handtorfstich regenerierende Hochmoore sind dagegen zahlreicher. Dazu zählen auch die im mittleren Niedersachsen gelegenen Moore des LIFE+ Projektes „Hannoversche Moorgeest“, speziell das hier als rote Fläche dargestellte Helstorfer Moor (Abb. 5, verändert nach Succow et al. 2001).

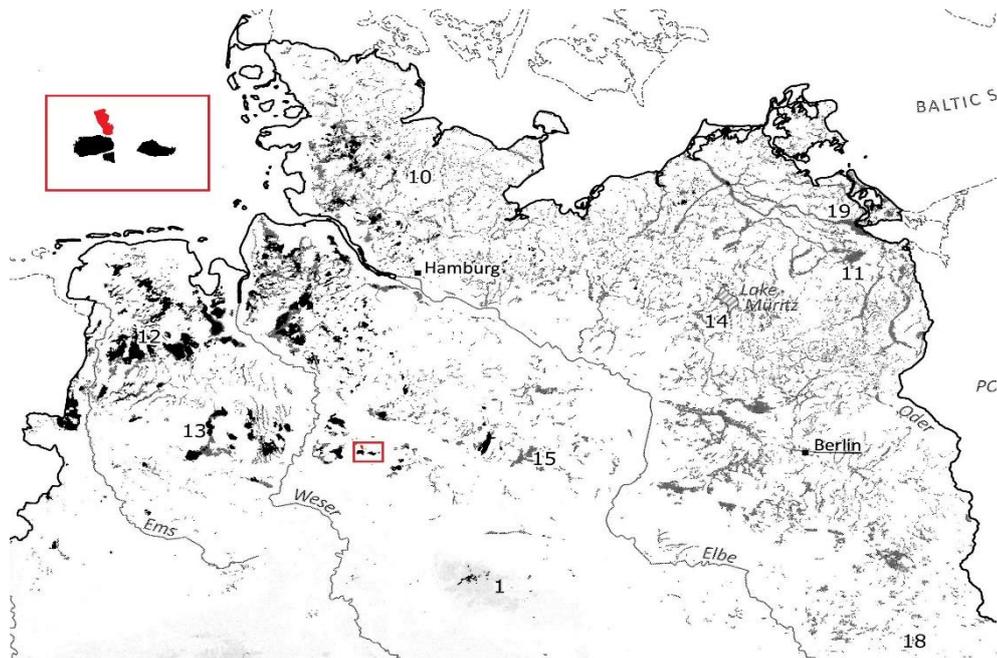


Abb. 5: Hochmoore (schwarz), und Niedermoore (grau) und Lage der Hannoverschen Moorgeest

Die Entstehung der grundwasserabhängigen Niedermoore hat in Norddeutschland nach den Eiszeiten begonnen. Ab etwa 8.000 Jahren vor heute breiteten sich danach die durch Regenwasser beeinflussten Hochmoore aus.

Erst im Jahr 2019 wurde - nach zwei sehr trockenen Sommerhalbjahren – ein großer Findling mit einem geschätzten Gewicht von etwa 1,8 Tonnen infolge der Dürre sichtbar (Abb. 6).



Abb. 6: Findling im nördlicher Helstorfer Moor aus dem Saale-Glazial

Er erinnert an die vorletzte Eiszeit, die als Saale Glazial bekannt ist und in der die Eisrandlage längere Zeit nördlich der Moorregion war (Rehburger Stadium) und die benachbarten Endmoränen Lindenburg und Brelinger Berge entstanden.

Dort, wo jetzt das Helstorfer Moor ist, war eine flache Rinne, in der das Schmelzwasser am Gletscherrand abfließen konnte. Der tonnenschwere Findling blieb auf einem grobkiesigen Sandbett liegen.

Eine über 300-jährige Handtorfstich-Tradition hat dieses Moor geprägt und seine Oberfläche stark verändert, seine Ausdehnung und Einfügung in die eiszeitlich geformte Landschaft aber kaum verändert.

Mindestens 10 umliegende Dörfer haben jahrhundertlang Brenntorf und Streumaterial für Ställe aus dem Moor geholt und dabei in viele Parzellen den verfügbaren Torf bis auf den mineralischen Untergrund und bis an die Gemarkungsgrenze ausgebeutet.

Als in der Nachkriegszeit die hannoversche Industrie aufblühte und guter Brenntorf aus Gifhorn und Steinkohle zur Verfügung standen, endete die traditionelle Moornutzung ganz abrupt. 1960 wurde der letzte große Torfstich im Helstorfer Moor ausgestochen (Abb. 7).

Eine interessante Nach-Nutzung fand bis 1975 auf den Torfkühen mit guter Torfmoosregeneration statt. Das Moos wurde ausgeharkt und an Orchideenzüchter und nach Oberbayern (zur Herstellung von Einlegesohlen) verkauft (schon ganz im Sinne einer „Paludikultur“).

Im nicht mehr genutzten Moor fand eine ungestörte Sukzession statt zu einem Feuchtbiotop mit schnell regenerierender Moorvegetation auf wassergefüllten Torfkühen und einem Moorwald auf trockeneren Torfbänken. Der tiefe Ausbau der Randgräben am mineralischen Ost- und Südwestrand des Moores bis 1965 förderte massiv die Bewaldung der Moorränder.



Abb. 7: Letzter großer Torfstich im Helstorfer Moor 1960

Das Potential des Helstorfer Moores als Hochmoornaturschutzgebiet wurde schon bei der Begutachtung als Standort für die geplante Hannoversche Klärschlammdeponie zumindest für Teilbereiche im Nordwesten in einem unveröffentlichten Gutachten erkannt (Schneekloth et al. 1968). Die Sicherstellung als Naturschutzgebiet erfolgte 1976.

Im Niedersächsischen Moorschutzprogramm von 1980 wurde das Helstorfer Moor bereits in der 1. Wertgruppe aus Sicht des Naturschutzes aufgelistet (an 10. Position von 88 Hochmooren in Niedersachsen).

Dr. Jes Tüxen bezeichnet das Helstorfer Moor als Geestrandmoor mit zentraler Aufwölbung, Wasserscheide und Rüllenbildung (Tüxen 1979). Diese Merkmale werden bei der folgenden hydrologischen Studie mit angesprochen.

Im NSG Helstorfer Moor werden seit 1986 Pflegemaßnahmen durchgeführt, die die Aufflichtung des Moorwaldes auf ehemaligen Abtorfungsflächen zum Ziel haben. Hier hat das Helstorfer Moor das beste Potential zur Regeneration einer hochmoortypischen Flora und Fauna.

Die „zerrissenen“ Reste der ursprünglichen Hochfläche stehen weiterhin unter erheblichem Bewaldungsdruck, wobei allerdings der Totholzanteil besonders in den alten Baumgenerationen sehr hoch ist.

„Versumpfungskerne“, also Bereiche, wo sich auf Hochmoorsockel wüchsige Moorkerne entwickeln, sind deutlich erkennbar (z.B. bei Pegel Z23, Abb. 181, S.131). Die seit langem nicht mehr unterhaltenen Gräben im Moor sind zumindest provisorisch gekammert und inaktiviert.

Abflüsse zu den Randgräben sind besonders von den Wiesenparzellen im Südwesten noch aktiv.



Abb. 8: Freigelegte Torfstichkuhle bei Pegel B14 nach Windwurf.

Im Herbst 2018 hat ein durch Windwurf angehobener Wurzelteller die darunter befindliche Torfstichkuhle mit sorgfältig ausgearbeiteter Bank freigelegt. Deutlich wird die etwa 40 cm starke Jungtorf-Schicht, die mit dem Wurzelwerk abgehoben wurde (Abb. 8). Links im Bild ist die Situation im Anfang Oktober 2018 nach dem trockenen Sommer und rechts Ende Mai 2019 dargestellt.

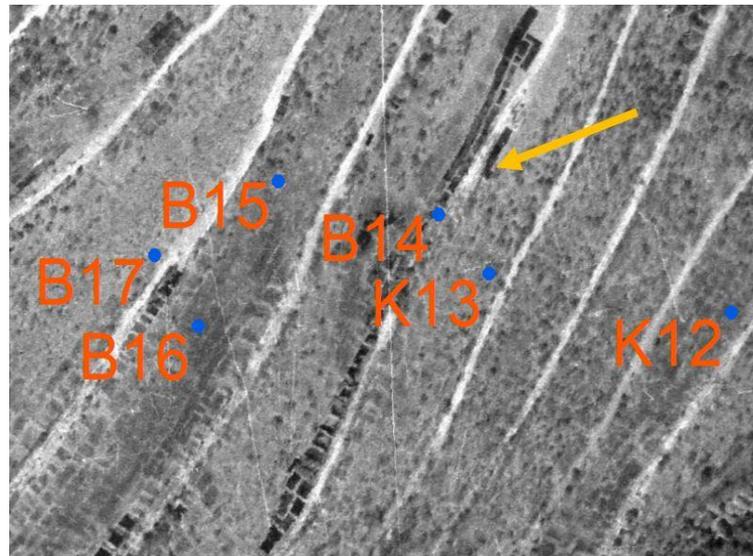


Abb. 9: Lage der Pegel und Torfstichkuhlen im Luftbild von 1960

Die frühere Torfstichkuhle befindet sich in der Nähe des Pegels B14 an der Spitze des gelben Pfeils (Abb. 9). Im Luftbild sind die teils schon überwachsenen älteren Torfstichkuhlen, sowie die aus praktischen Gründen in unmittelbarer Nähe des Fahrdamms etwas vor 1960 zuletzt neu angelegten Torfstiche erkennbar. Die Fahrdämme für die Fuhrwerke stellen sich als helle Streifen dar.

Seit 2012 ist das Moor Teil des LIFE+ - Projektes „Hannoversche Moorgeest“ (Abb. 10). Nach Flächenerwerb sind größere Dammbaumaßnahmen zur Stützung des Wasserhaushalts vorgesehen. Die Randgräben bleiben zugunsten der Landwirtschaft erhalten.

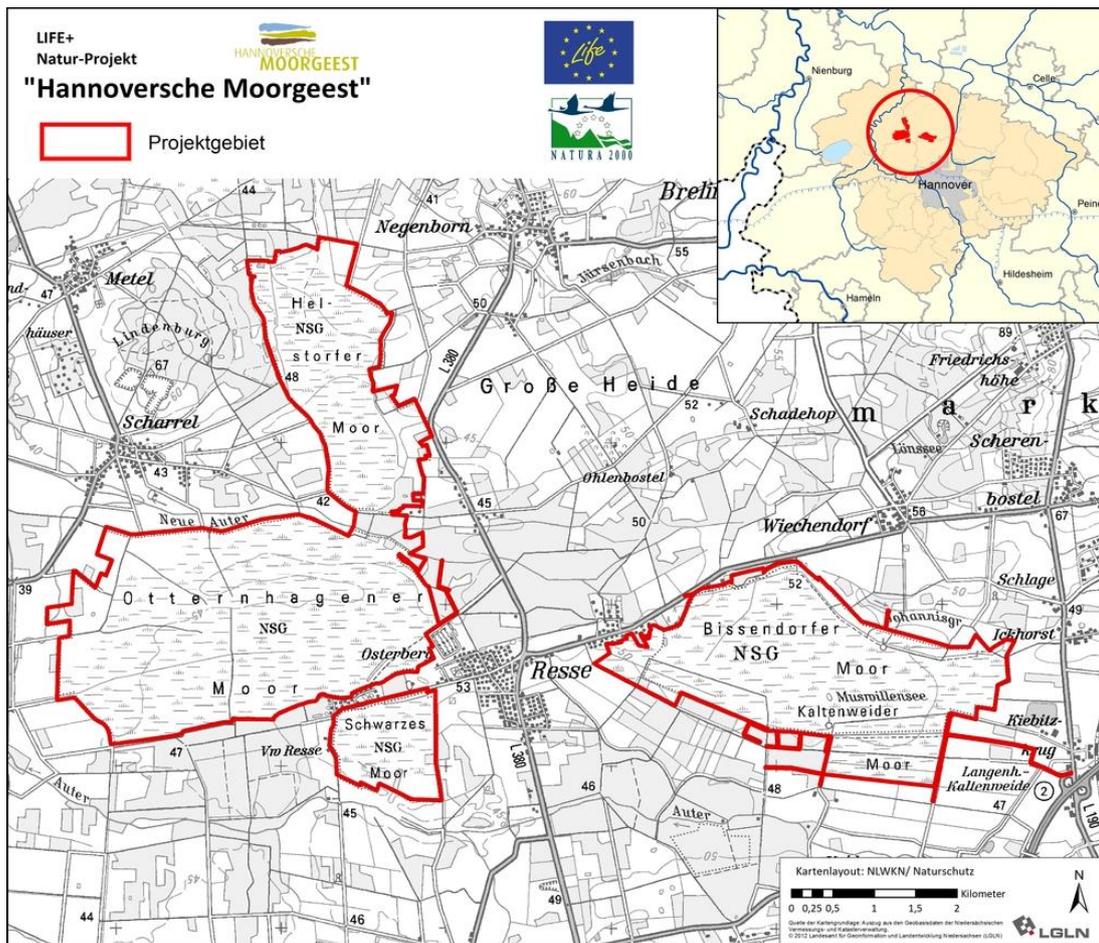


Abb. 10: Projektgebiet „Hannoversche Moorgeest“ mit den vier Mooren

„Zielsetzung ist es, den gestörten Wasserhaushalt in den vier Mooren zu regenerieren. Dazu werden die zentralen Moorflächen vernässt, um die Bedingungen zu schaffen, die ein Hochmoor langfristig zum Wachsen benötigt.“ (Brosch, NLWKN)

Als Ziele des Gesamtprojektes und Projektmaßnahmen werden

- die Anhebung der Wasserstände auf den Moorflächen und Schaffung sowie Verbesserung der Bedingungen für das Torfmooswachstum,
- die Vergrößerung der Fläche waldfreier Hoch- und Übergangsmoore,
- die Stabilisierung von Populationen seltener und gefährdeter Tier- und Pflanzenarten,
- der Erhalt und Wiederherstellung eines günstigen Zustandes der moortypischen FFH-Lebensraumtypen und -Arten in den Mooren und ihren Randbereichen

und weitere Maßnahmen genannt, um die Vorgaben des EU-Projektes zu erfüllen.

Bei einem Erfahrungsaustausch zwischen den Akteuren verschiedener Moorschutzprojekte wurde über das Projekt „Hannoversche Moorgeest“ in einem Fachbeitrag von Frau Brosch (NLWKN) berichtet (Gumpert 2020). Die als beste Moore Niedersachsens bezeichneten Flächen „... beherbergen wertvolle FFH-Lebensraumtypen in den kammartig angeordneten Senken der historischen Torfstiche. Zu den Zielen gehört, dass ganzjährig hohe Wasserstände von 30 Zentimeter unter Flur erreicht werden sollen, ...“.

2. Untersuchungsraum Helstorfer Moor

Die hydrologischen Verhältnisse im Helstorfer Moor sind im Pflege- und Entwicklungsplan Hannoversche Moorgeest von 2010 ausführlich dargestellt (Kaiser 2010, Grundlagenband G1).

Das damals geplante Naturschutzgroßprojekt des Bundes wurde aber nicht realisiert sondern in ein LIFE+ Projekt der EU transformiert. Seit 2011 wird neu geplant.

Eine wertvolle Planungsvorlage ist das neue Luftbild vom Helstorfer Moor (Abb. 11) mit den Angaben zur Lage der Vorfluter. Darauf ist u.a. der neue Graben eingezeichnet, der das Bundeswehrdepot nach Süden entwässert. Im Moor ist die Art der Bewaldung: Laub- bzw. Nadelwald deutlich zu differenzieren. Moorlichtungen und Gewässer sind gut erkennbar.

2.1. Luftbilder und Digitale Geländemodelle

Seit 2012 sind Luftbilder sehr guter Qualität verfügbar, die uns freundlicherweise vom NLWKN und der Region Hannover zur Verfügung gestellt wurden. Die Luftbilder können getrennt oder in Kombinationen das Digitale Geländemodell (DGM) als farbcodierte Höhendarstellung enthalten.

In dem mit einem DGM farbcodiert überlagerten Luftbild (Abb. 12) wird das Höhenrelief im Moor hervorragend sichtbar. Das Helstorfer Moor besitzt in Moormitte einen ca. 750 m breiten Buckel in einer Höhenlage von 45-46,5 m über NHN. Hier befindet sich die Haupt-Wasserscheide. Teile des Moors im Nordosten und Südwesten liegen mit 42 m über NHN wesentlich tiefer.

Auch die Höhenunterschiede der Mooroberfläche zeigen sich deutlich, besonders die alten Fahrdämme heben sich sehr gut ab. Die unterschiedliche Intensität der Abtorfung ist besonders an Gemarkungsgrenzen beidseits der Mittelachse des Moors zu erkennen.

Die NW-Grenze zur Lindenburgermoräne zeigt einen steilen Anstieg mit sägezahnartigem Randmuster durch aufgewehte Sanddünen. Der Höhenanstieg zum östlichen Moorrand ist weniger steil. Gut erkennbar sind die mineralische Insel im Nordwesten und das kleine Torfplateau im Süden im Bereich des 2. Moorbildungskerns. Gut ausgeformt ist die Talaue der Ochsenbeeke mit Zufluss von Nordosten.

Auf diesem räumlich wirkenden Luftbild sind die von den Autoren manuell abzulesenden Messpegel sowie die neuen Pegel der Region Hannover HM77, HM107, HM108 und HM110 eingezeichnet, die mit Datenlogger ausgestattet sind und damit eine lückenlose Beobachtung der Wasserstände ermöglichen.

Die Heterogenität der Grundwasseroberfläche im durch Handtorfstich gestörten Hochmoor, die im Luftbild mit Höhendarstellung aus Laserscan-Daten anschaulich sichtbar wird, verlangt nach einer Vielzahl von Messpunkten.

Im Grunde hat jede Moorparzelle eine individuelle Wasserführung, die durch Tiefe der Abtorfung und Nähe zum Randgraben beeinflusst wird.

Die Ausrichtung der Fahrdämme zum Gefälle der Mooroberfläche spielt eine große Rolle. Das Moor ist durch in Ost-West-Richtung verlaufende Dämme an vielen Stellen terrassenartig gestuft.

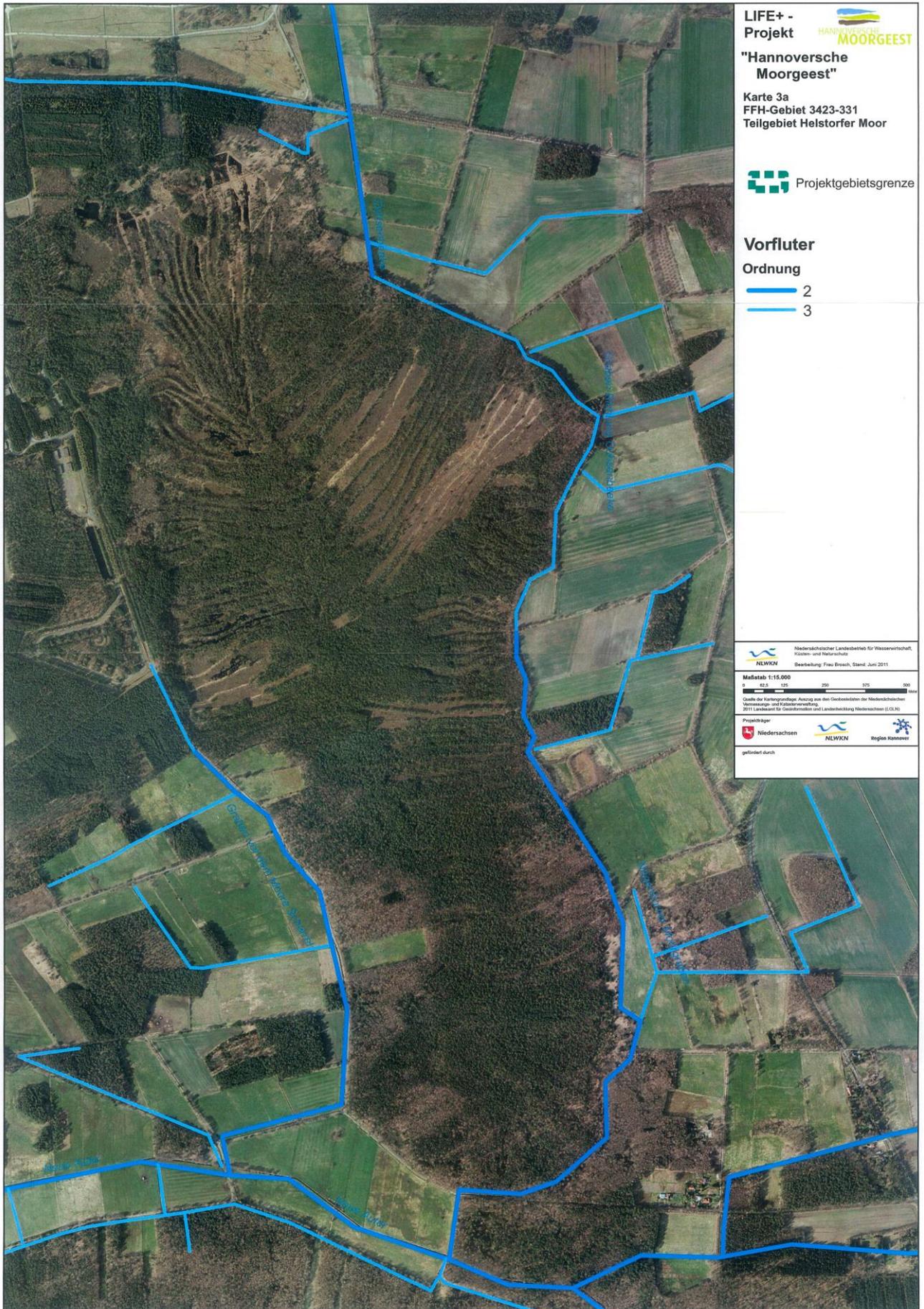


Abb. 11: Luftbild vom Helstorfer Moor 2011

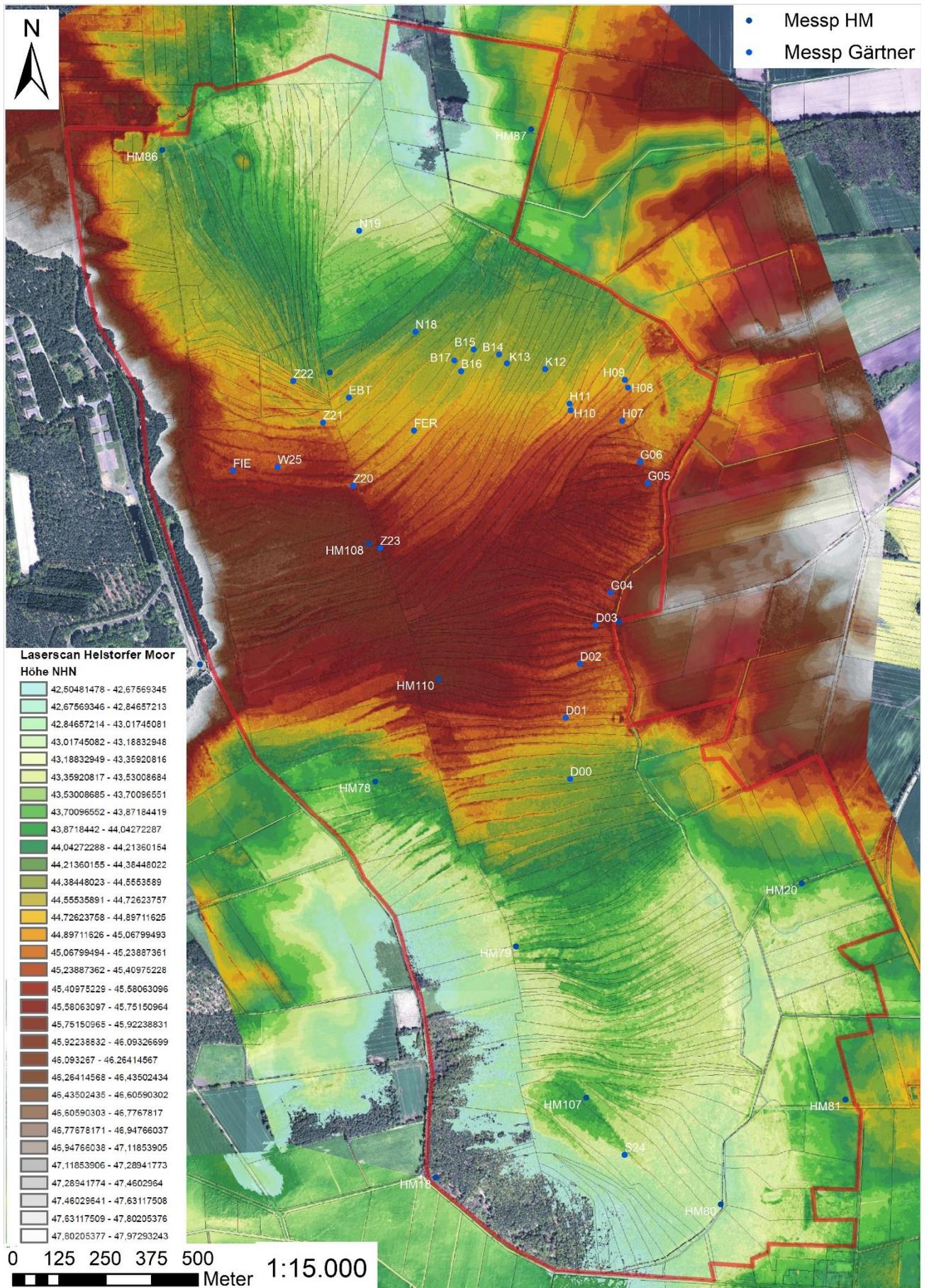


Abb. 12: Luftbild des Helstorfer Moores mit Höhendarstellung und Lage der Messpegel

2.2. Wasserscheiden

Das Helstorfer Moor hat eine Länge von 3 km und eine Breite von ca. 1 km. Es liegt in einer Nord-Süd-ausgerichteten Mulde am Ostrand der Anhöhe „Lindenburg“ mit natürlichem Abfluss nach Norden und Süden. Dazwischen befindet sich in Moormitte eine Wasserscheide, die das Moor zweiteilt in eine nördliche Hälfte, die über die Ochsenbeeke zum Jürsenbach entwässert und eine südliche, deren Wasser über die Neue Auter zur Auter fließt.

Der in der Karte (Abb. 13, links) gestrichelt dargestellte Verlauf der Wasserscheide im mittleren Bereich des Moores wurde in Ost-West-Richtung fast gradlinig dargestellt.

Der aktuell eingezeichnete wellige Verlauf entspricht jedoch den tatsächlichen Bedingungen wesentlich besser, weil in der nordöstlich der Wasserscheide gelegenen Gemarkung Abbensen durch starke Torfabgrabung das Höhenrelief S-förmig nach Süden ausschwingt.

Der Pegel G04 liegt eindeutig südlich, G05 nördlich der Wasserscheide (Abb. 13, rechts).

Eine weitere (untergeordnete) Wasserscheide besteht in der Südhälfte. Sie verläuft etwa auf der Gemeindegrenze in Nord-Südrichtung.

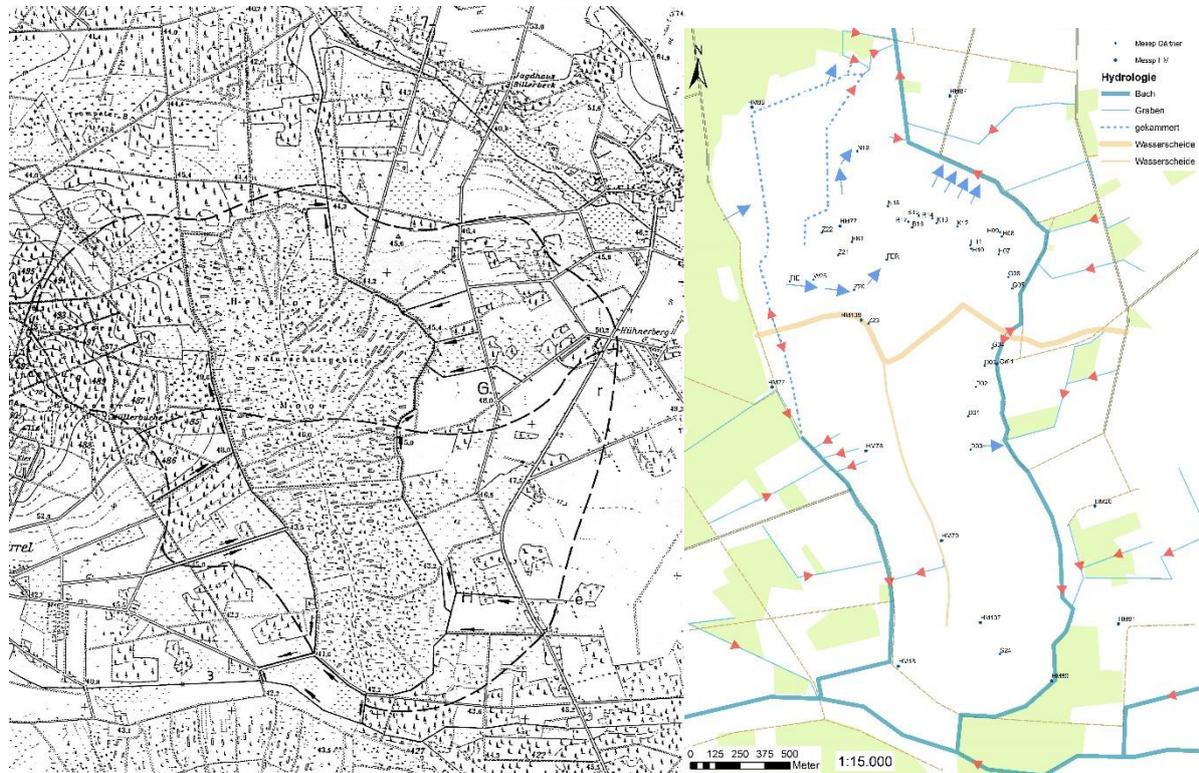


Abb. 1: Entwässerungssystem außerhalb des Moores
(nach NIEDS. LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG 1968)
M. 1:25000

--- Wasserscheide
 ← Vorfluter
 1 Jürsenbach
 3 Neue Auter
 (AMT FÜR WASSER UND ABFALL, LANDKREIS HANNOVER 1986)

Abb. 13: Wasserscheiden im Helstorfer Moor

2.3. Mineralischer Untergrund und Torfmächtigkeit

Zusätzlich zu den Luftbildern mit Höhendarstellung, die die exakte Höhe der derzeitigen Mooeroberfläche zeigen, gibt es genaue Angaben zu mineralischem Untergrund und zur Torfschichtung in analoger Form.

Als besonderer Datenschatz erwies sich die sorgfältige Vermessung des mineralischen Mooruntergrundes durch die Bearbeiter des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (NLFb) im Jahr 1968.

Die grafisch neu aufbereiteten Daten zeigen ein durch menschliche Eingriffe unbeeinflusstes bewegtes Relief unter den Torfschichten. Das Moor liegt in einer langgestreckten, nord-südlich verlaufenden Rinne zwischen 2 Geestplatten (Abb. 14, links).

Diese ist durch Torfschichten teilweise ausgefüllt. Die größte Torfmächtigkeit besteht aktuell im mittleren Drittel des Helstorfer Moores (Abb. 14, rechts).

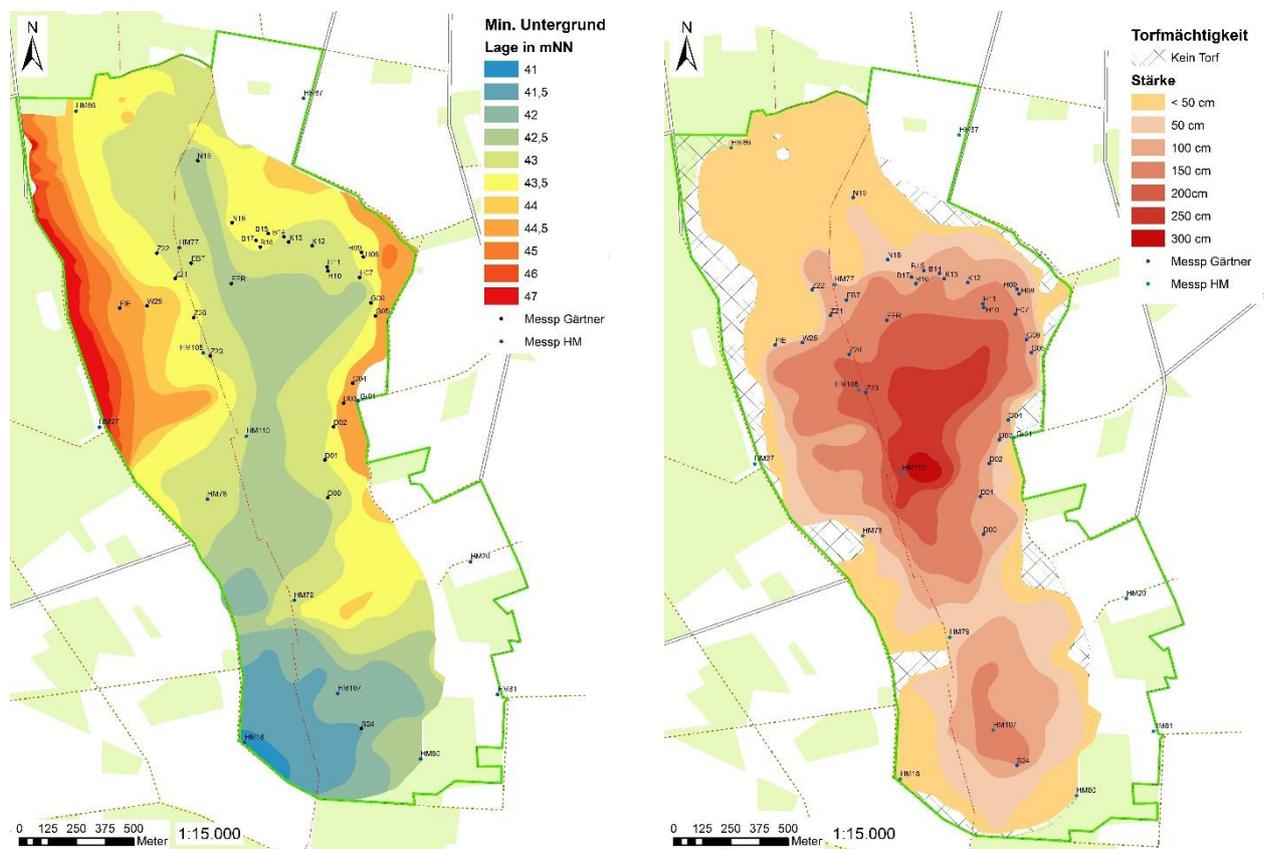


Abb. 14: Mineralischer Untergrund und Torfmächtigkeit im Helstorfer Moor

Aus den verfügbaren Daten und einigen aktuellen Messungen, z.B. zur Tiefe der Randgräben, lassen sich 2-dimensionale Bodenprofile erstellen, die ein zentral aufgewölbtes Hochmoor zeigen.

Höhenunterschiede von 2-3 m über eine Strecke von 3 km, die im Gelände kaum auffallen, spielen für Wasserbewegungen im Moor eine wichtige Rolle.

Auch das West-Ost-Gefälle der Mooeroberfläche in der nördlichen Hälfte tritt in den Profilen deutlich ins Bild. Gut erkennbar sind auch die tiefen Randgräben auf der Ostseite.

Diese werden von den Wasser- und Bodenverbänden regelmäßig gepflegt aber nicht wesentlich vertieft.

2.3.1 Grundwasserleiter

Die wasserführende Schicht im Mineralboden unter dem Moor ist nur von geringer Mächtigkeit. Heidt und Peters geben eine Mächtigkeit von 0 - 5 m für 2/3 des Mooruntergrundes an.

Nur unter der Nordost-Ecke und im südlichen Drittel ist die wasserführende Sand- und Kies-Schicht dicker (Abb. 15).

Darunter liegen mächtige, Wasser undurchlässige Tone aus der Kreidezeit.

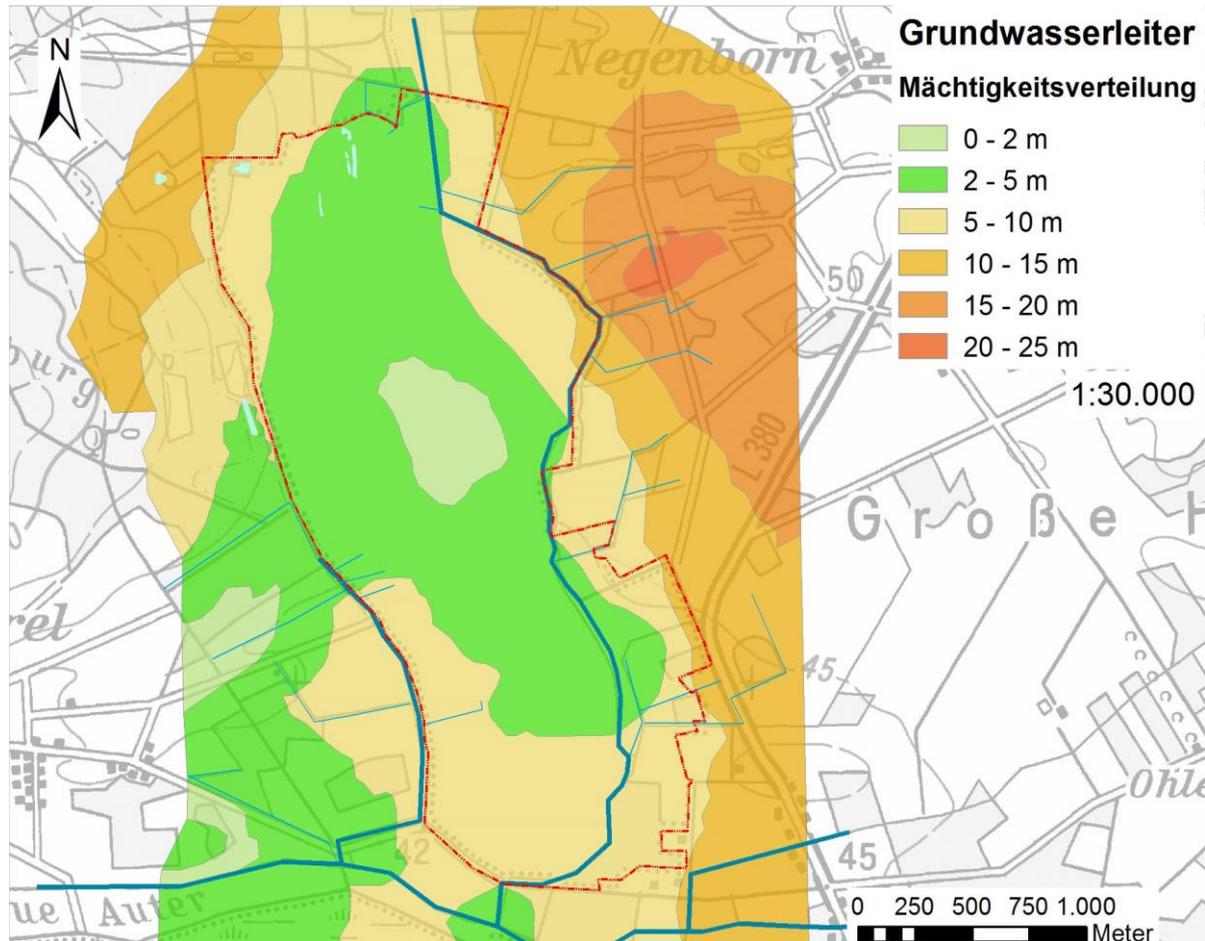


Abb. 15: Mächtigkeit des Grundwasserleiters (nach Heidt & Peters, 2012)

2.3.2 Moorprofile

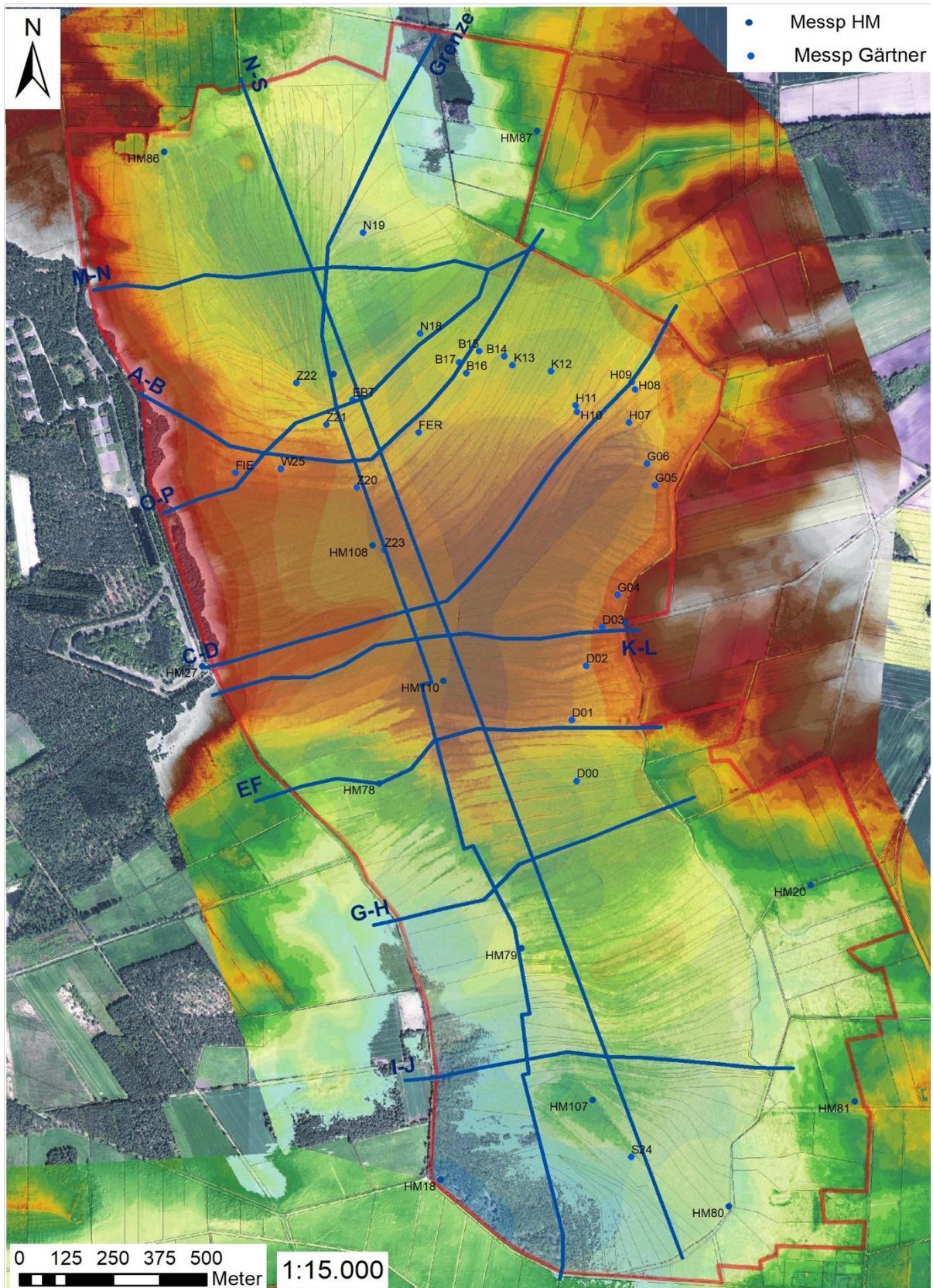


Abb. 16: Lage der Geländeprofile mit angedeuteter Höhenlage des mineralischen Untergrundes

Nord-Süd-Profile

Das **Nord-Süd-Profil auf der Moorlängsachse** zeigt eine kegelförmige Erhebung, deren Gipfel sich ziemlich genau in Moormitte befindet.

Sowohl nach Norden als auch nach Süden besteht ein deutliches Gefälle, das sich im nördlichen und südlichen Drittel abflacht. Der zentrale "Gipfel" erhebt sich in der zentralen Hälfte des Moores 2 m bis maximal 3,4 m über die mineralische Moorbasis. Das Helstorfer Moor ist also zumindest im mittleren Bereich ein **zentral aufgewölbttes Hochmoor**.

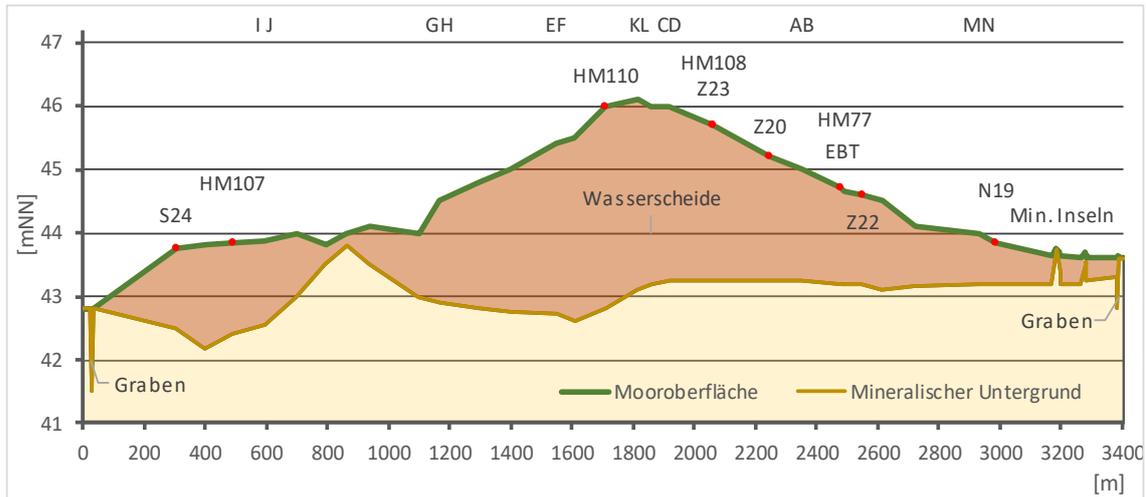


Abb. 17: Nord – Süd -Profil in Moormitte

Der mineralische Untergrund ist unter dem "Gipfel" in der nördlichen Hälfte ziemlich eben.

In der südlichen Hälfte jedoch sehr wellig. Ein schmaler west-ost verlaufender Mineralbodenbuckel von fast 2 m Höhe reicht bis dicht unter die Mooroberfläche. Südlich besteht eine Geländemulde, in der einmal der kleinere, südliche Moorkern aufgewachsen ist. Der tiefe Randgraben am Südrand kann das südliche Moor effektiv entwässern.

Im nördlichen Drittel sind die 2 kleinen Mineralinseln vermerkt, die deutlich aus dem Moor herausragen (Schnitt verläuft östlich davon).

Das **Nord-Süd-Profil längs der Gemeindegrenze Wedemark/Neustadt** verläuft 100 bis 250 Meter weiter westlich und ist begehbar, da hier ein gut erkennbarer Wildwechsel auf einer "Mittelrippe" verläuft.

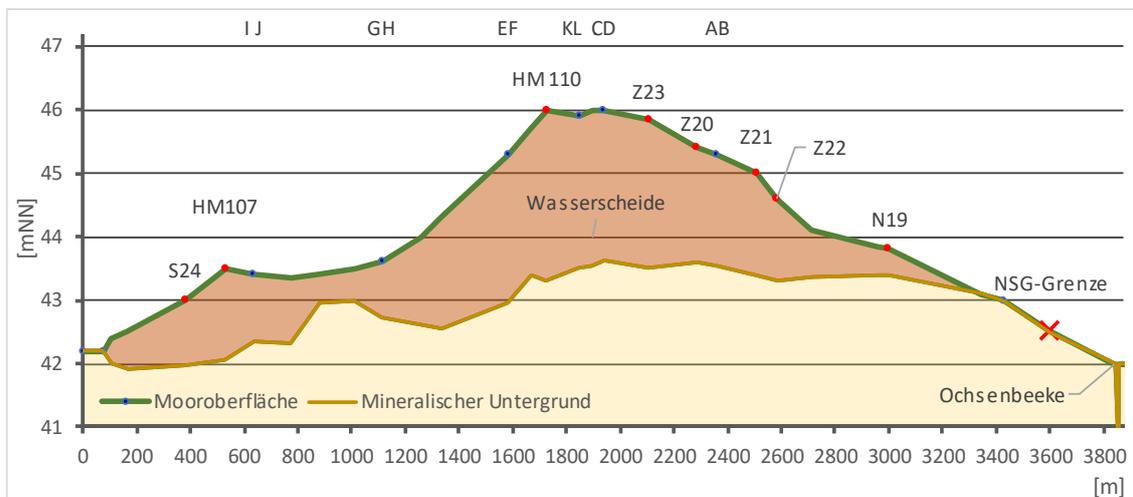


Abb. 18: Nord-Süd-Profil auf Gemeindegrenze Wedemark/Neustadt

Ein "Gipfelanstieg" im Nord-Süd-Verlauf ist bei der Begehung wenig auffällig, da der Höhenunterschied sich jeweils über 1,8 km verteilt und die Mittelrippe meist dicht bewaldet ist.

Die unterschiedliche Abtorfung westlich und östlich der Grenze ist im Gelände aber sehr deutlich zu erkennen. Dies zeigt sich auch im Luftbild als steile Kante zwischen den westlichen (Neustadt) und östlichen Gemarkungen (Wedemark). Näheres zeigen die Ost-West-Schnitte.

Die Abtorfung ging insbesondere im südwestlichen Bereich (Gemarkung Scharrel) bis an die Grenze. In der angrenzenden östlichen Gemarkung Negenborn blieben dagegen Teile des zentralen Hochmoorrückens von der Abtorfung verschont. Im Nordteil ist die Gemarkung Abbensen im Osten und die Gemarkung Helstorf im Nordwesten stärker abgetorft.

Im Grenz-Profil ist der Nord- "Abhang" gleichmäßig steil, weil er in das Tal der Ochsenbeeke abfällt. Der Süd-Abhang ist zunächst besonders steil, dann gestuft, weil sich der südliche Moorkern als kleine Anhöhe bemerkbar macht. Höhendifferenz zwischen Gipfel und Moor-Rand 4 m. Der mineralische Untergrund ist nach Süden insgesamt "abschüssig und wellig".

West-Ost-Profile

Das **Profil M-N** liegt am Nordrand des 1968 abgebohrten Geländes. Nach Westen steigt das Gelände zur Anhöhe „Lindenburg“ steil an. Auch das Torf-Moor steigt am Westhang ca. 2 m Hang aufwärts. Im Nordwesten besteht kein Randgraben. Torfmächtigkeit großflächig nur 1 m.

Zum tief einschneidenden Graben zur Ochsenbeeke im Osten ist das Moor nur durch eine schmale Mineralbodenschwelle abgeschottet.

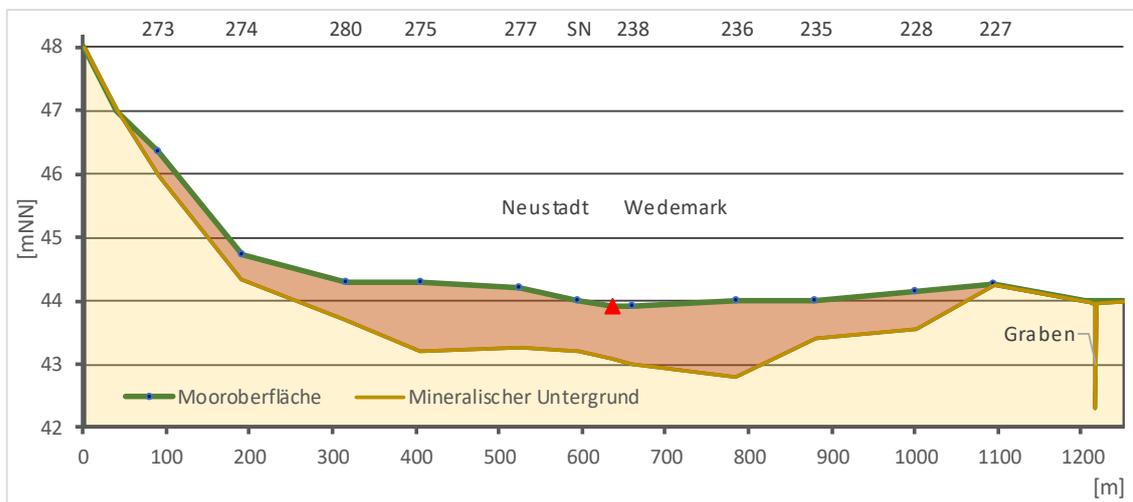


Abb. 19: Profil M - N

Das **Profil O-P** beginnt am hohen Westrand weiter südlich und verläuft in Nordost-Richtung.

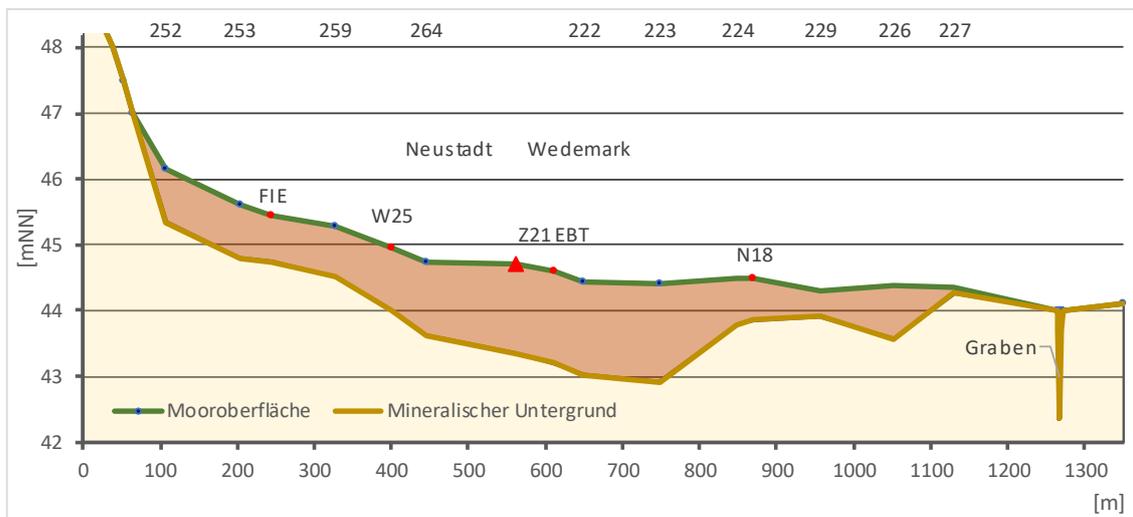


Abb. 20: Profil O – P

Hier liegen einige Messpegel (FIE, W25, Z21, EBT und N18). Zwischen Z21 und EBT wird die Gemeindegrenze überquert. Hier sickert Wasser vom Westen in die östliche Hälfte infolge einer

deutlichen Höhendifferenz der Mooroberfläche. Der mineralische Untergrund weist in Moormitte eine muldenförmige Vertiefung auf (unterhalb des Pegels EBT). Die Grabensohle der Ochsenbeeke liegt tiefer als die Moorbasis.

Das **West-Ost-Profil A-B** tangiert die meisten Messpegel (7). Es beginnt am hohen Westhang, wo Hangdruckwasser ins Moor sickert. Dort wächst am Messpegel FIE noch der Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*), der in frühen Moorstadien sehr verbreitet war. Das starke Gefälle zwischen Z20 und FER war zur Torfstichzeit bekannt. Eine langgestreckte Abgrabung ermöglichte, dass Überschusswasser aus der Westhälfte in die Osthälfte (von der Gemarkung Scharrel zur Gemarkung Abbensen) und schließlich zur Ochsenbeeke abfließen konnte.

Dr. Jes Tüxen bewertete die 1987 sichtbare Erosionsrinne in einem persönlichen Gespräch als „Rülle“. In Moormitte war ursprünglich ein innermooriger Bach erkennbar. Einige Staumaßnahmen der FAM haben inzwischen den Wasserstand stabilisiert und beim Pegel FER Hochmoor-Kolke mit stabilem Wasserstand entstehen lassen.

Auf der ganzen Profilstrecke hat die Mooroberfläche ein deutliches Gefälle vom Moorrand im Westen zur Ochsenbeeke im Nordosten. Nach Verschluss von kleinen Abflussgräben am Ostrand überströmt zeitweise Überschusswasser aus dem Moor die flache Randschwelle zum Graben zur Ochsenbeeke (s. Abschnitt 3.6, Abb. Hydrologie des Helstorfer Moores).

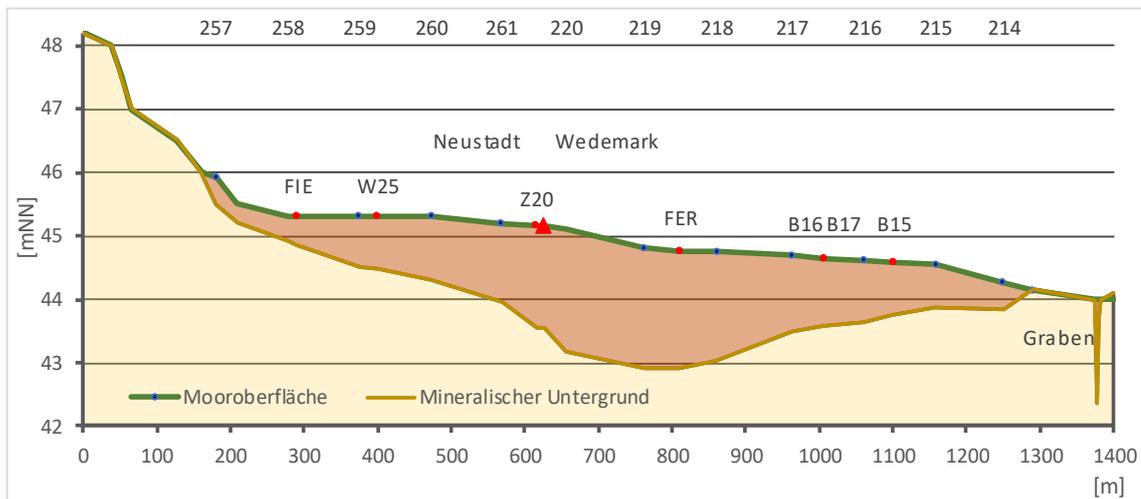


Abb. 21: Profil A - B

Das **Profil C - D** beginnt wesentlich weiter südlich in Moormitte. Dort fällt das Gelände besonders steil ins Moor ab. 500 m vom Moorrand ist unter Oberfläche ein mineralischer Buckel verborgen, der fast bis zur Moormitte reicht und wahrscheinlich maßgeblich zur Entstehung der Wasserscheide beigetragen hat.

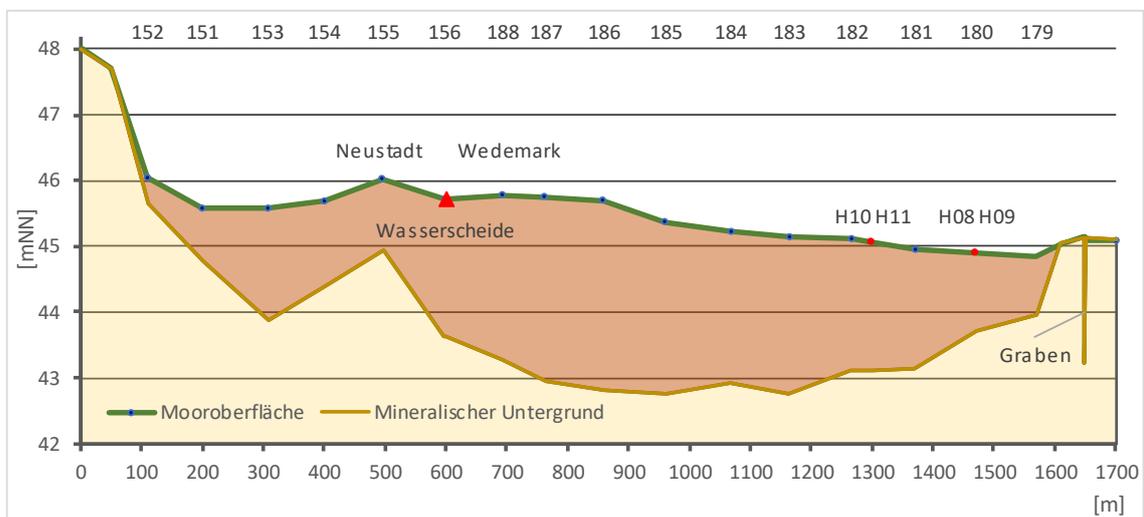


Abb. 22: Profil C - D

Das Profil C-D schwenkt den Moordämmen folgend nach Nordost ab und zeigt das wannenförmige, recht tiefgründige Moor der Gemarkung Abbensen. Dort werden die Pegel H10, H11 und H08, H09 tangiert.

Die Mooberfläche hat bis zum mineralischen Rand ein deutliches Gefälle. In der sandigen Randregion, etwa 50 m außerhalb des Torfkörpers, verläuft 2 m eingetieft der Graben zur Ochsenbeeke, der ein erhebliches Entwässerungspotenzial besitzt (auch ohne Einrechnung der oberirdischen Abflüsse).

Das **Profil K-L** zeigt einen Querschnitt des Moors etwas südlich der Wasserscheide. Die Torfmächtigkeit ist mit 2 m recht groß. Eine zentrale Aufwölbung der Mooberfläche ist kaum erkennbar, möglicherweise infolge Sackung des dicht bewaldeten Moorkerns. Im östlichen Teil wurden die Profildaten durch eine Grabenvermessung und ein Nivellement aktualisiert, die im Abschnitt 6.3 „Versickerung“ beschrieben sind.

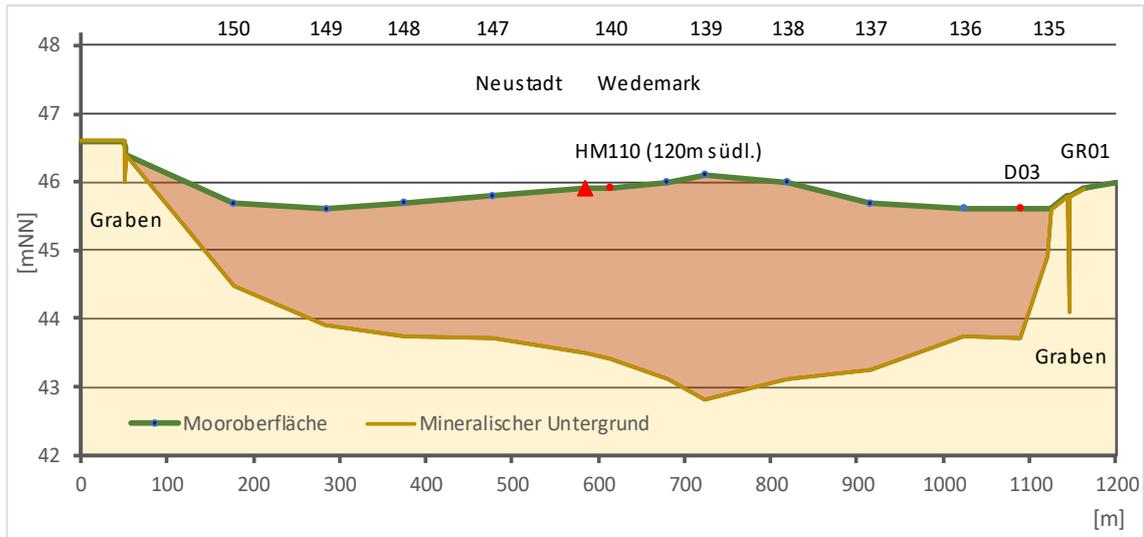


Abb. 23: Profil K – L

Moorprofil E-F (300 m südlich der Wasserscheide gelegen) zeigt die zentrale Aufwölbung des Helstorfer Moores besonders deutlich, die auch auf den Luftbildern sichtbar ist. Im Zentrum ist ein Hochmoorsockel erhalten geblieben, der durch starke Abtorfung am Westhang und durch die Torfsackung infolge Wiesenentwässerung besonders hervortritt. Im Bereich der Wiesen bestehen nur minimale übersandete Torfreste.

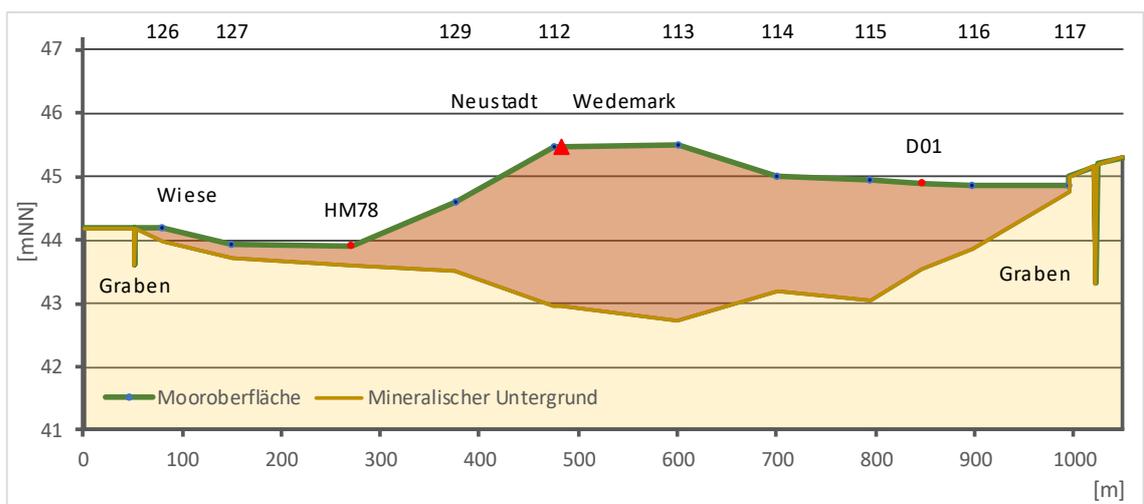


Abb. 24: Profil E – F

Nach Osten fällt das Moor dagegen nur flach ab. Dort ist 185 m vom Randgraben entfernt Messpegel D01 gelegen, der besonders ausgeglichene Ganglinien aufweist. In der Mitte hat das Helstorfer Moor seine größte Torfmächtigkeit mit 3, 4 Meter. Auf dem Moorscheitel verläuft offenbar eine zusätzliche Nord-Süd-Wasserscheide.

Die West-Ost-Profile **G-H** und **I-J** im südlichen Drittel des Moores zeigen die großen hydrologischen Probleme dieser Moorregion.

- Starkes Gefälle zum Westrand,
- geringe Torfmächtigkeit,
- tiefe Randgräben im Westen, Osten und Süden sowie
- stetige Entwässerung im Westen durch 2 Wiesenparzellen.

Das hatte bereits 1968 zu einer stärkeren Bewaldung und zum Mangel an intakter Moorvegetation geführt.

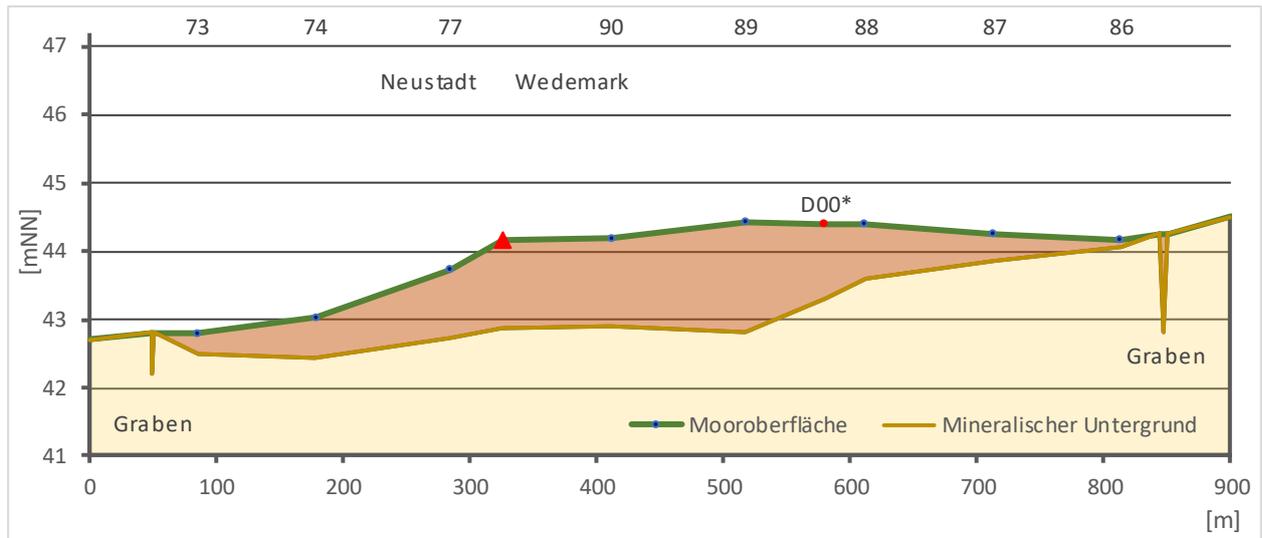


Abb. 25: Profil G – H

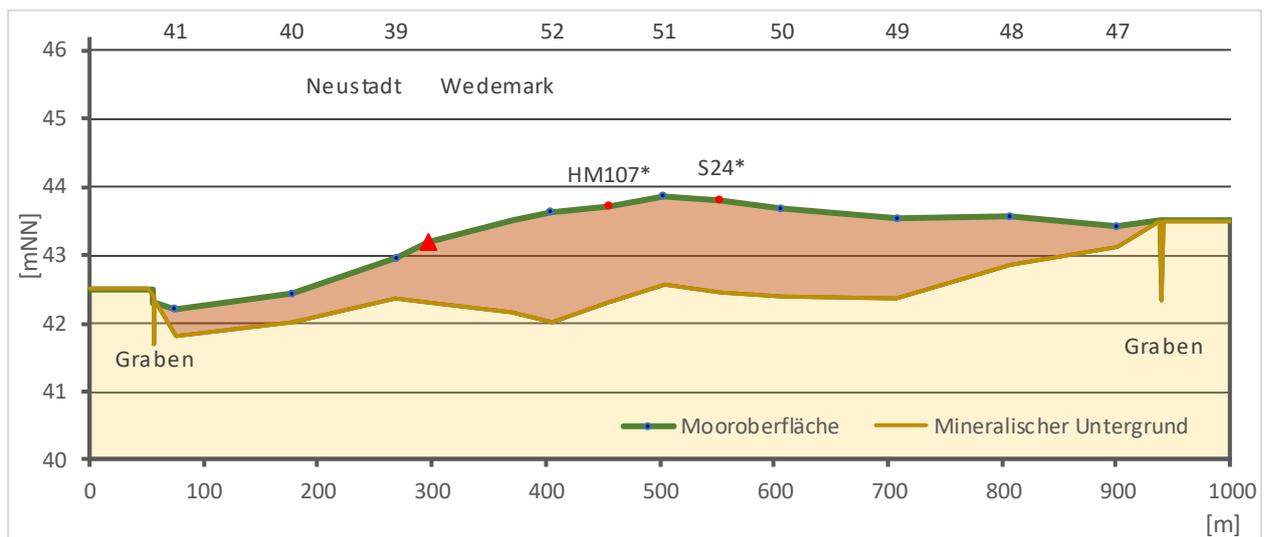


Abb. 26: Profil I – J

2.4. Quellbereiche im Moor

Bereits bei der ersten Exploration des Helstorfer Moores 2001 bis 2002 haben wir pH-Werte im ganzen Moor gemessen und eine Übersichtskarte erstellt (Gärtner/Scherzer 2002). Diese basiert auf 525 Messungen in den Oberflächengewässern des Moores, leer bleiben kleinere Bereiche in südlichen Drittel, wo im Mai 2002 bereits kein Oberflächenwasser zu finden war.

Die Karte zeigt niedrige pH-Werte besonders im mittleren Moordrittel mit Schwerpunkt in der Osthälfte westlich D02 und D03 (pH-Wert 2,89 im Sphagnum-Schwingrasen). Dagegen zeigen sich im nordwestlichen Quadrant auffällige, inselartige Bereiche mit höheren pH-Werten bis pH 6.

Höhere pH-Werte sind auch am Nordrand um den Bundeswehrlöschteich, dann weiter südlich im Bereich Fedlers Wiese, hier verbunden mit dem einzigen oberirdischen Zufluss, zu finden. Dann bei Fieberklee (Quellbereich B) und in gleicher Höhe im Moormitte (Quellbereich C).

Dazu weit im Nordosten der Quellbereich A (Montag's artesische Quelle). Nur der Quellbereich D nördlich von D00 hat keine höheren pH-Werte.

Da das Helstorfer Moor in einer Geländemulde am Osthang einer Endmoräne liegt, ergänzen Quellwasserzuflüsse das Wasserangebot. Das war schon für die Entstehung des Moores von großer Bedeutung. Hochanstehendes Grundwasser speist auch 2 Löschteiche der Bundeswehr am NW-Rand des Moores.

Am Westrand des Moores, wo das Gelände von der Anhöhe „Lindenburg“ steil ins Moor abfällt, sind verschiedene Hangdruckwasserquellen bekannt. Hier ist das Moor von alters her besonders stark vernässt. Unter Einfluss des Grundwasser-Zustroms von der Lindenburg haben sich ausgedehnte Übergangs- und Schwingrasenmoore (LRT 7140) z.T. mit Schilf sowie Torfweiher als LRT 3160 (Dystrophe Seen und Teiche) gebildet.

Gemeinsam ist vielen Flächen mit Grundwassereinfluss ein niedriger pH-Wert, der nur wenig höher liegt als im nur mit Regen versorgten Hochmoor. Davon heben sich Quellbereiche mit höheren pH-Werten ab, die im Folgenden beschrieben werden:

Der **Quellbereich A** liegt in Moormitte 650 m vom westlichen Moorrand entfernt. Man kann deutlich einen Quelltopf mit Weidengebüsch erkennen, der von einem *Carex rostrata*-Saum umgeben ist, der den Übergang zum umgebenden Hochmoor vermittelt. Die Quellschüttung von A (Montag's Quelle) reicht aus, um einen kleinen innermoorigen Quellbach zu speisen, der sich 400 m weit im Moor verfolgen lässt und dessen Wasser schließlich über kleine Rinnsale zur Ochsenbeeke gelangt. In trockenen Sommern trocknet der Quellbach aus und wurde deshalb im botanischen Gutachten von 2010 als „Quellschwinde“ bezeichnet.

Botanisch ist „Montag's Quelle“ bedeutsam durch das Vorkommen der in Niedersachsen vom Aussterben bedrohten Moororchidee *Hammarbya paludosa* (Rote Liste 1).

Der Bereich dieser „artesischen Quelle“ wurde vor langer Zeit intensiv abgetorft, so dass anzunehmen ist, dass die Quellfähigkeit durch die Entfernung abdeckender Torfschichten gefördert wurde.

Auch **Quellbereich B** ist botanisch bedeutsam. Hier ist der Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*) die typische und namensgebende Pflanzenart (Rote Liste 2). Die Hangquelle B hat über eine alte Torfstichrinne Verbindung zum **Quellbereich C** in Moormitte und zum Nordostrand des Moors, ohne dass die pH-Karte eine auffällige Verbindung zeigt. Die Quellschüttung von B und C ist offenbar relativ schwach und wird von sauren Moorwasser der Umgebung abgepuffert. Tiefbauarbeiten beim Bau des im Westen angrenzenden Bundeswehrdepots 1976 und ein neuer Entwässerungsgraben nach Süden können die (zuvor bessere) Quellschüttung reduziert haben.

Der **Quellbereich D** liegt direkt nördlich von Pegel D00 nahe am östlichen Moorrand und als einziger südlich der Wasserscheide. Die Quellschüttung ist stark abhängig vom Niederschlag, z. B. besonders stark nach dem Regensommer 2017.

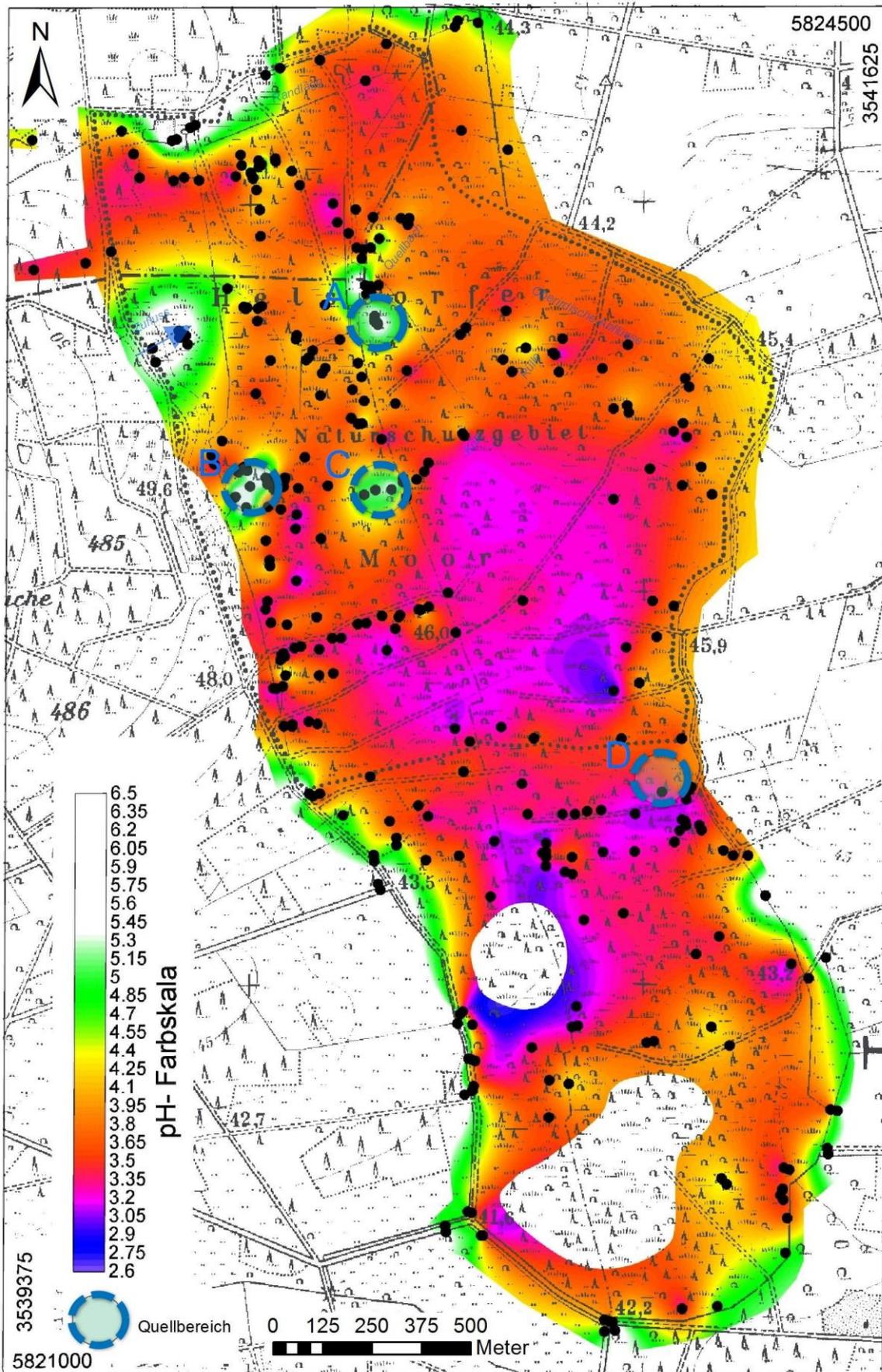


Abb. 27: pH-Karte (Scherzer 2005) ergänzt 2018 mit Quellbereichen (pH-Messpunkte in schwarz)

2.5. Wasserstauende Torfschichten

Die recht gute Wasserhaltung im Moor lässt sich z.T. auf Wasser undurchlässige Torfschichten zurückführen.

Die Gutachter von 1968 weisen auf sehr schwache Durchlässigkeit der mineralstoffreichen, völlig zersetzten Basistorfschichten sowie in den humosen Mineralbodenschichten unmittelbar unter dem Moor hin.

„Der Übergang vom Niedermoor- zum Hochmoorstadium wird in den zentralen Teilen des Moores eingeleitet durch eine auf starke Vernässung deutende Torflage aus Moosen der Sphagna-Cuspidata-Gruppe, [...]. Diese Torfe sind von strohgelber Färbung, [...] und treten in Mächtigkeiten bis zu 60 cm auf. Die blättrig geschichteten Cuspidata-Scheuchzeria-Torfe sind eine hervorragend isolierende Schicht gegen vertikale Wasserbewegungen im Torf.“ (Schneekloth et al. 1968)

In Abb. 28 werden die im Gutachten ermittelte Verbreitung und Mächtigkeit der Cuspidata-Scheuchzeria-Torfe zusammen mit der örtlichen Lage der von uns betriebenen Grundwassermessstellen (GWMS) und den Spannweiten (Schwankungsbreite) des oberflächlichen Moorgrundwassers aus den Monatsmittelwerten der Jahre 2001 bis 2017 gezeigt.

12 Pegel liegen im Bereich dieser wasserstauenden Torfe. Davon weisen 8 eine ausgeglichene Wasserführung auf.

Auch um Pegel S24 wurde 1968 diese abdichtende Torfschicht kartiert, beim Pegeleinbau fand Birkholz aber „Rücklauftorf“, also zurückgeworfenen Torfabfall ohne abdichtende Struktur. An diesem Pegel haben wir die höchste Grundwasser-Schwankung gemessen.

Die Weißtorfe, die im Moorzentrum und im südlichen Moorkern anstehen (Abb. 29), haben eine größere Durchlässigkeit für Wasser.

Zusammenfassend kann festgehalten werden:

- Eine wasserstauende Torfschicht ist in zentralen Teilen des Helstorfer Moores vorhanden wird aber auch hier durch viele tiefe Torfkuhlen undicht gemacht.
- Der Grundwasserspiegel im Moor braucht eine Stützung durch hochanstehendes Grundwasser aus dem Hauptaquifer, also Grundwasserzuflüsse von der westlich gelegenen Anhöhe „Lindenburg“.
- Der Abfluss zum östlichen Randgraben wird vom Torfkörper behindert und verzögert, viel Wasser gelangt aber schließlich in die Hauptvorfluter (Pflege- und Entwicklungsplan Bd. G1 2010).
- Die abdichtende Wirkung der Torfe für den Niederschlag im Moor bleibt aber evident und ist an den GWMS (Messpegeln) unmittelbar zu messen.

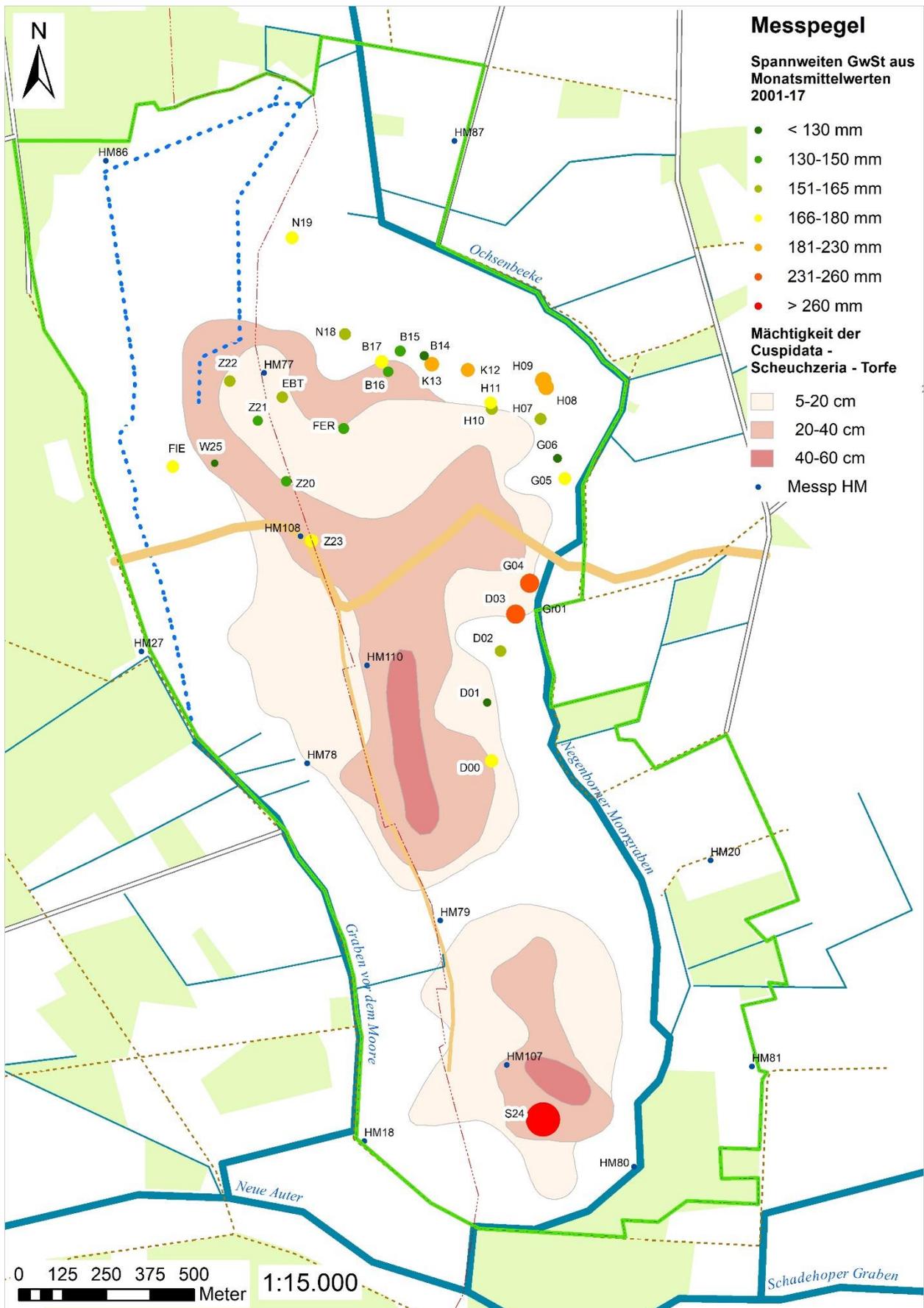


Abb. 28: Verbreitung der Cuspidata-Scheuchzeria-Torfe und Spannweiten des Moorgrundwassers

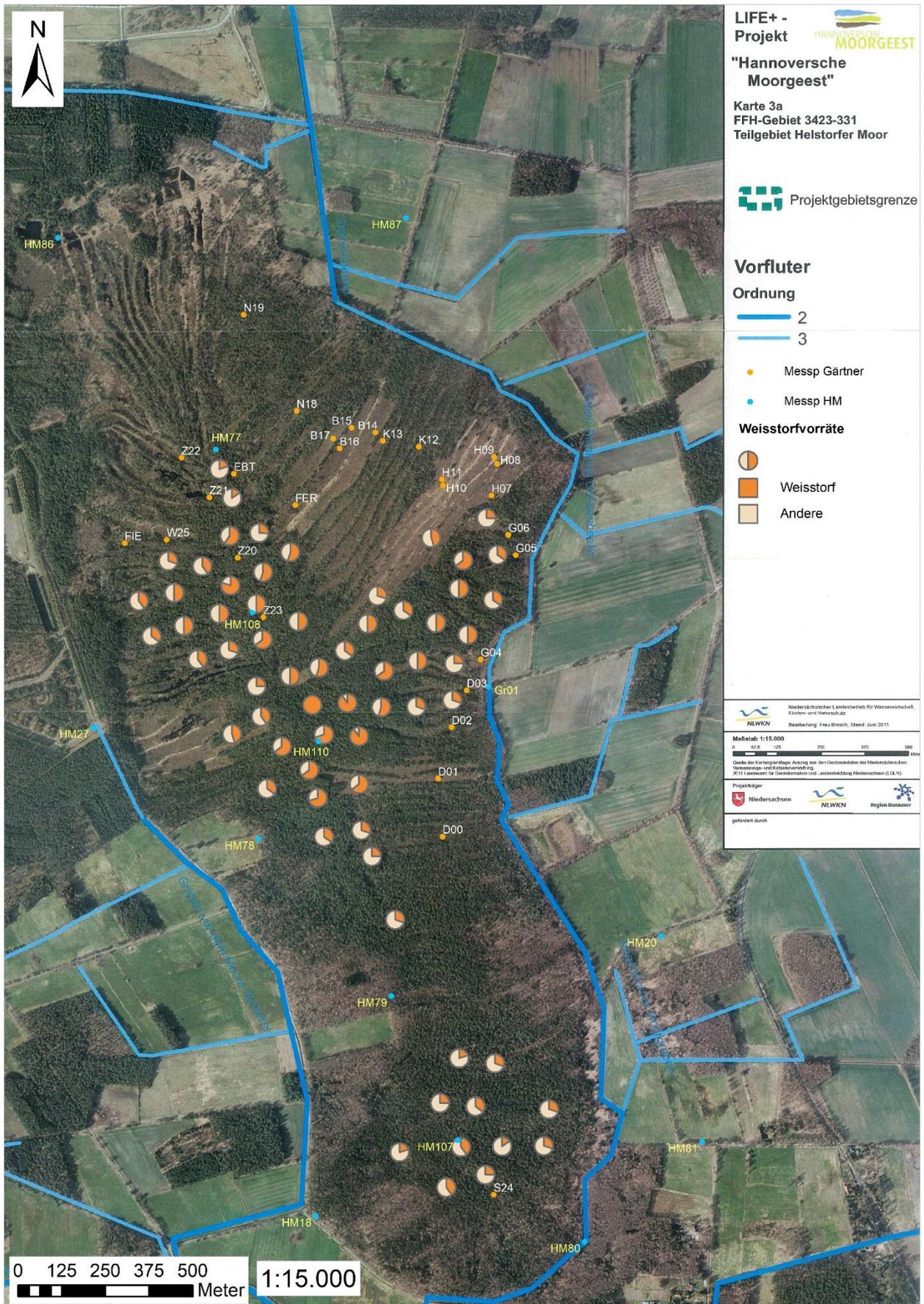


Abb. 29: Weißtorfvorrat (nach Gutachten 1968) und Lage der Messpegel

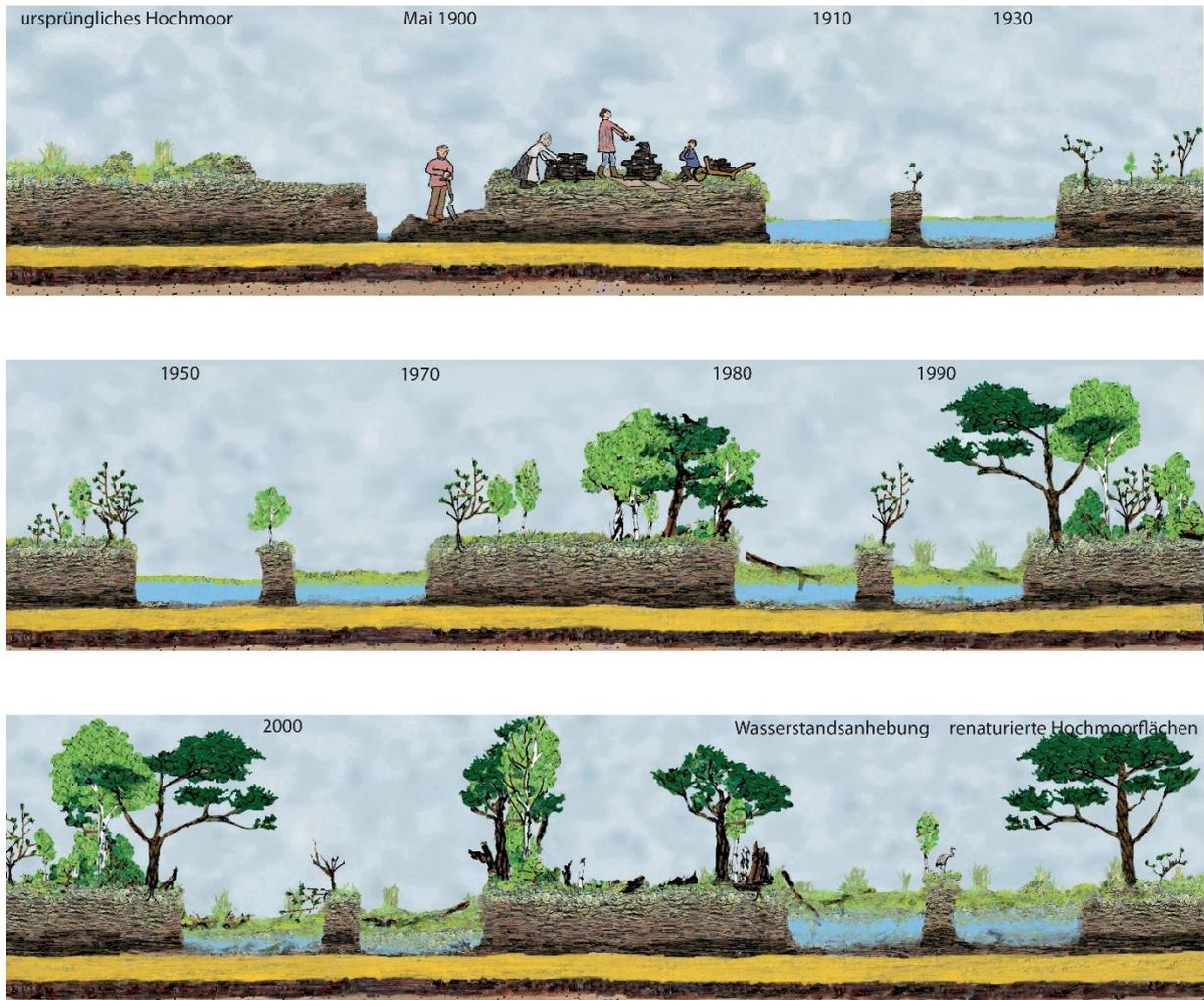


Abb. 30: Moorentwicklung auf bäuerlichen Torfstichen und Lage der Cuspidata-Scheuchzeria-Torf

Die Moorentwicklung auf bäuerlichen Torfstichen im Helstorfer Moor ist wegen der besonderen Bedeutung der Cuspidata-Scheuchzeria-Torfe (strohfarbene Schicht in Abb. 30) in Kombination mit der zeitlichen Entwicklung dargestellt.

Durch das Aufschwimmen vorhandener Schwinggrasen (Oszillation) auf den (historischen) bäuerlichen Torfkühen kann die vorhandene gut regenerierte Hochmoorvegetation der Anhebung des Wasserstandes folgen und im günstigen Fall gefördert werden. Dauerhafte Überstauungen würden viele Hochmoorkomponenten gefährden und müssen vermieden werden.

2.6. Torfmoose und Torf bildende Vegetation

Das Helstorfer Moor ist ein **Torfmoos-Moor**. Über 50% der eigentlichen Moorfläche haben eine mehr oder weniger geschlossene Torfmoos-Bedeckung. Das gilt besonders für den mittleren Bereich. Im Südtail ist die Torfmoosdeckung deutlich geringer (ca.20%). Auch im Nordteil fehlt stellenweise eine geschlossene Moosdecke zugunsten von Pfeifengras.

Die recht ausgedehnten Schilfbestände im Nordwesten weisen dagegen überwiegend eine Torfmoos-Bodenschicht auf. Damit ist eine wesentliche Voraussetzung für Torfbildung gegeben.

Torfmoose (Gattung Sphagnum) wachsen im Sommer ausschließlich am Pflanzenköpfchen, der untere Pflanzenteil stirbt dagegen fortwährend ab und verrotft später.

Die Ernährung des lebenden Pflanzenteils erfolgt unabhängig vom abgestorbenen unteren Abschnitt über Regenwasser, das in und zwischen den Moospflanzen in erstaunlichen Mengen gespeichert wird. Die Zellwände wirken als Ionenaustauscher und absorbieren Kalzium und Magnesium aus dem Wasservorrat.

Durchschnittlich wächst Torfmoos 10 cm im Sommer. Im Winter fällt die wassergefüllte Pflanzenmasse sehr zusammen. Torf bildet sich schließlich nur 1 mm im Jahresdurchschnitt.

Torfmoose können ihre Stoffwechselfvorgänge in Trockenzeiten auf ein Minimum reduzieren.

Kommt es dann zu Niederschlägen, sind sie in der Lage, mehr als das 30-fache ihrer Trockenmasse an Wasser zu speichern und ihr Wachstum wieder aufzunehmen.

Besonders Bult-Torfmoose sind weitgehend unabhängig vom Moor-Grundwasserspiegel und wachsen, wenn im Sommer immer wieder Regen die Moosköpfchen benetzt. Die Schlenken-Torfmoose sind abhängiger vom Grundwasserstand. Durch Oszillation der im Moor verbreitet vorkommenden Schwinggrasen können sie aber auch große Wasserverluste ausgleichen.

2.6.1 Aufbereitung historischer Angaben im Gutachten von 1968

Bei ersten Erkundungen im Helstorfer Moor (1957-1962) fiel auf, dass in frisch ausgebeuteten Torfkuhlen eine schnelle Wiederbesiedlung mit Torfmoosen und Wollgräsern erfolgt (Gärtner 1962).

Bereits 1968 wurde das Moor dann von Fachleuten sorgfältig untersucht, weil es als Deponie für Klärschlamm genutzt werden sollte. Dieser Plan wurde glücklicherweise nie ausgeführt (Gärtner 1979). Die vom damaligen Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLfB) durch mehrere Gutachter erfassten Moordaten (Schneekloth et al. 1968) sind sogar in botanischer Sicht von großem Wert.

Das Moor wurde an 280 Punkten in einem 100 m – Raster abgebohrt und grundlegende Daten über den oberflächlichen Bewuchs (Torfmoos und Gehölz), die Torfschichtung und den mineralischen Untergrund erhoben.

Die historischen Daten über die Verteilung von lebendem Torfmoos (Sphagnum lebend), Schwinggrasen und Wasser pro Bohrpunkt ermöglichten uns, den Torfmoosbewuchs im Jahre 1968 (also vor 50 Jahren) recht anschaulich darzustellen und hier zu dokumentieren (Abb. 32).

Gemittelt auf die untersuchte Gesamtfläche waren 50% von lebenden Sphagnen besiedelt. Im südlichen Drittel nur 21%, dagegen im mittleren Bereich 67% (der nördliche Abschnitt wurde damals nicht untersucht).

In der nördlichen Moorthälfte mit Schwerpunkt im Nordosten dominieren nasse Torfmoos-Schwinggrasen. In der südlichen Hälfte überwiegen trockenere Torfstandorte. Das Quartier im mittleren Ostteil zwischen den derzeitigen Pegeln D02 und D00 hatte 1968 Torfmoos-Schwinggrasen ohne offenes Wasser.

Die Übereinstimmung mit neueren Daten insbesondere der Lebensraumkartierung von 2007 (Kaiser 2010) ist beeindruckend (s. Abb. 38: Lebensraumtypen im Helstorfer Moor).

Die Verteilung: Torfmoos lebend - Schwingrasen – Wasser – Flächen deckt sich in erheblichem Umfang mit besonders wertvollen Moor-Lebensraumtypen (LRT). Daraus ergibt sich die Folgerung, dass im Helstorfer Moor viele der ehemaligen Handtorfstichflächen zu wertvollen Hochmoor-Regenerationsflächen herangereift sind.

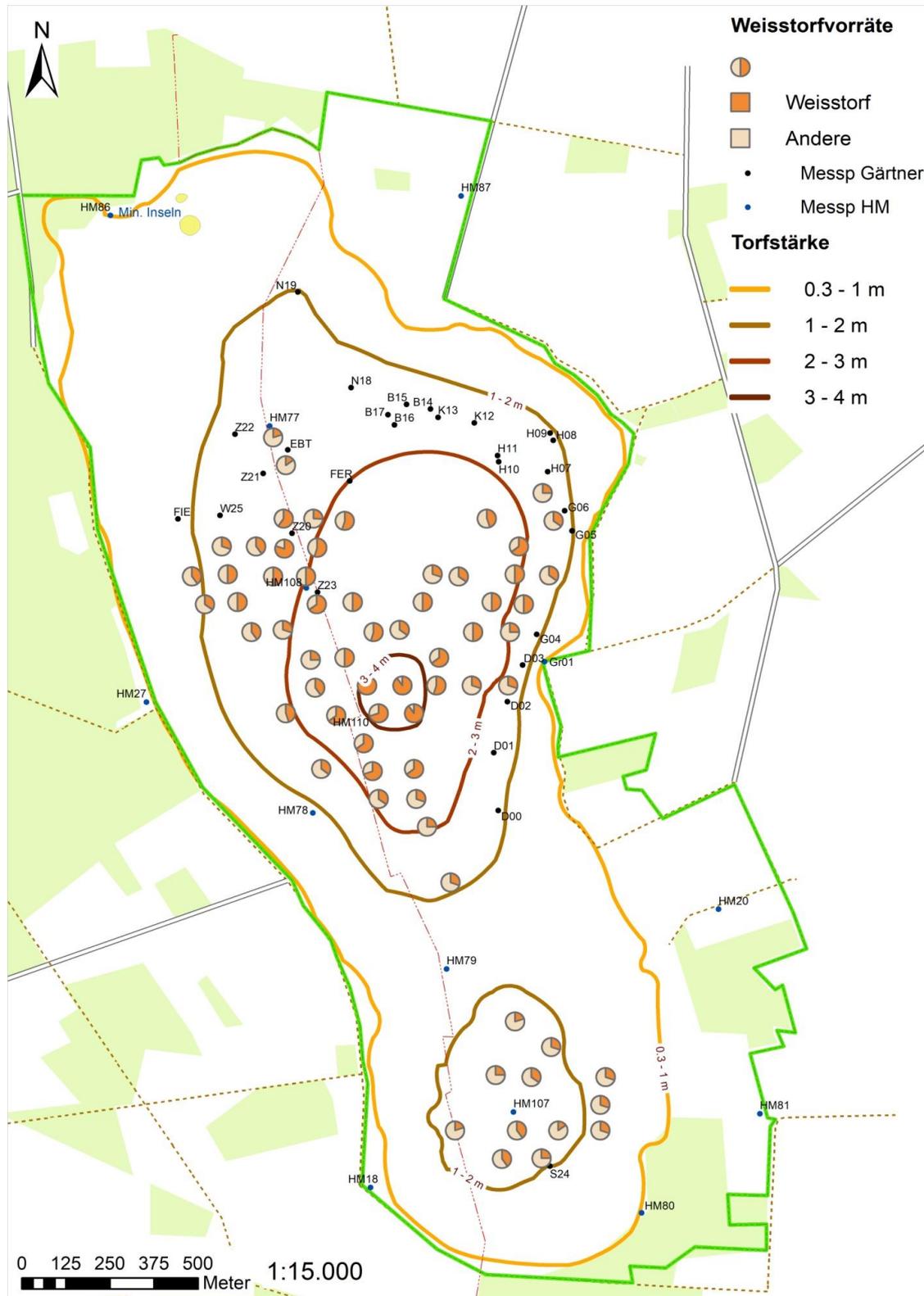


Abb. 31: Torfstärke und Weißtorfvorräte

Die Produktivität der Torfkühen hinsichtlich des Torfmooswachstums wurde von Moorbesitzern schon in den 70er-Jahren des vorigen Jahrhunderts erkannt und das nachwachsende Torfmoos in Mengen „geerntet“, um u.a. als Substrat in der Orchideenzucht zu dienen.

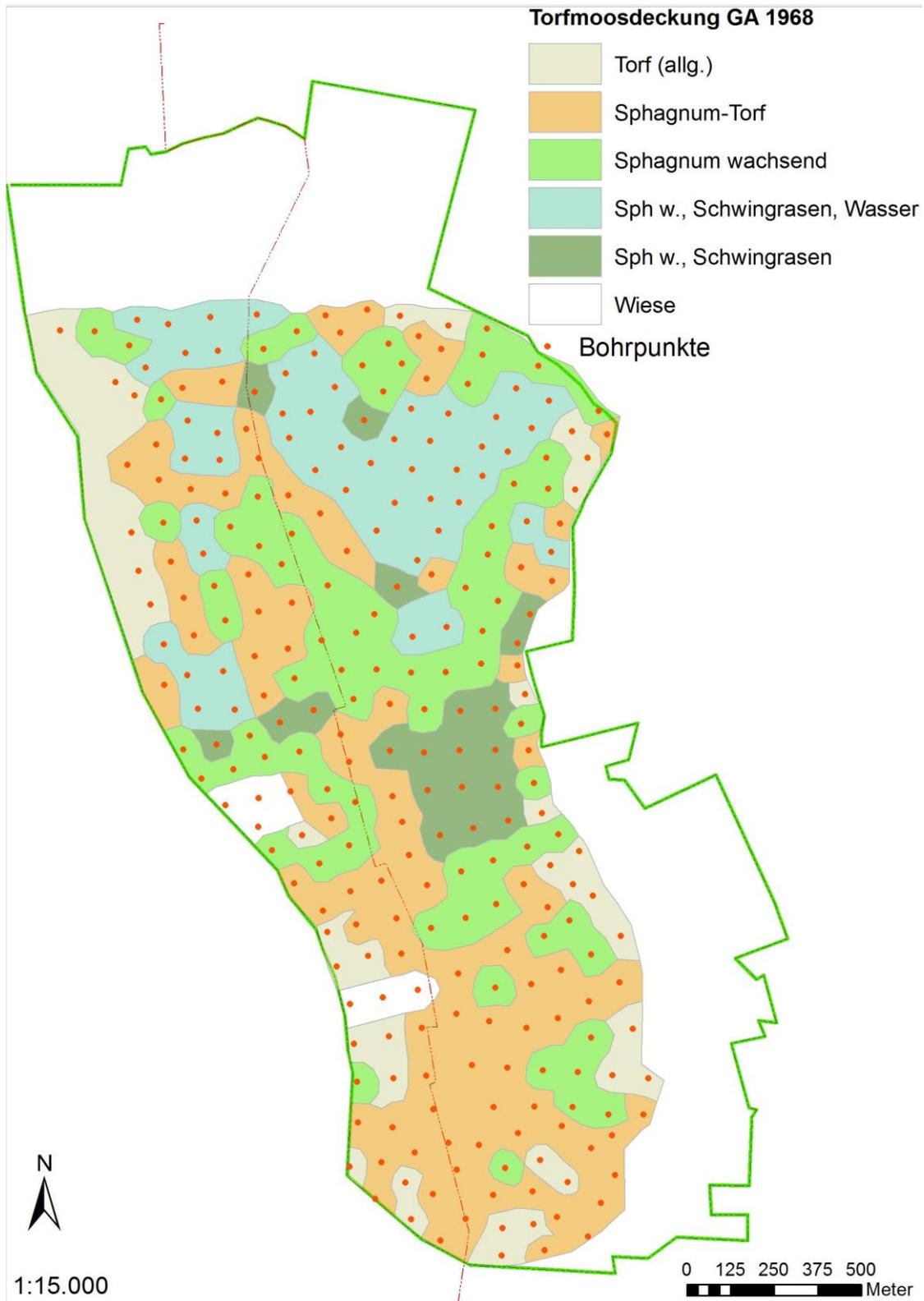


Abb. 32: Torfmoosdeckung 1967 (grafisch bearbeitet nach schriftl. Angaben im Gutachten 1968)

2.6.2 Weißtorfbildner (Overbeck 1939)

Einen Überblick über die Weißtorfe in Niedersachsen findet sich bei Overbeck, der auch Torfe aus dem Helstorfer Moor (52) untersucht hat.

Haupttorfbildner waren *Sphagna acutifolia*, offenbar wurden die Torfe zu $\frac{2}{3}$ von *Sphagnum rubellum* und zu $\frac{1}{3}$ der Torfe von *S. magellanicum* gebildet.

Das Helstorfer Moor gehört damit zur Atlantik fernem, südöstlichen Hochmoorgruppe, in denen *Sphagna acutifolia* vorherrschten. *S. rubellum* und *S. magellanicum* sind im Helstorfer Moor noch gut verbreitet.

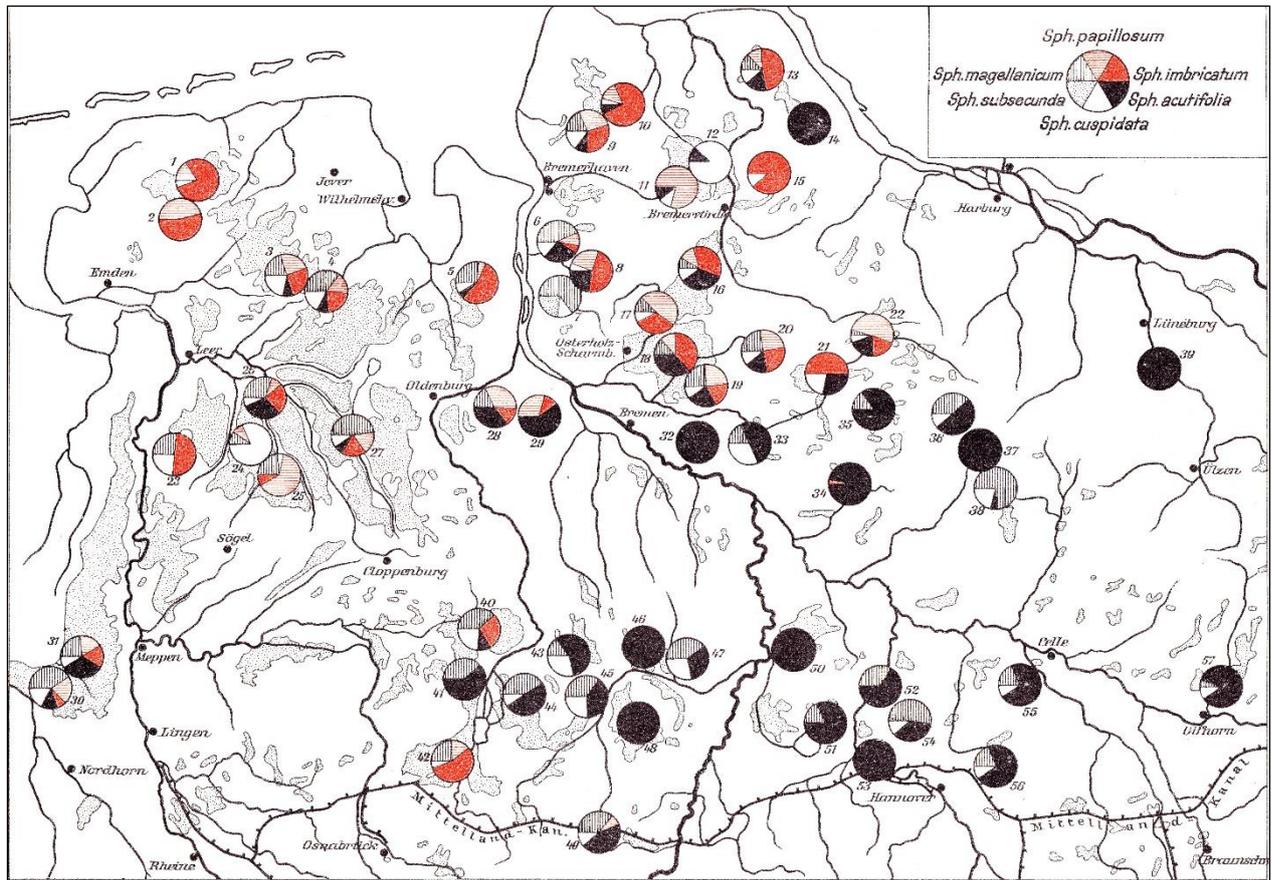


Abb. 33: Verbreitung der wichtigsten Weißtorfbildner in Niedersachsen (Overbeck 1939)

2.6.3 Regenerationsstufen nach Tüxen

In einer Diplomarbeit, die von Dr. Jes Tüxen wissenschaftlich betreut wurde, werden der Zwischenstand der Moorregeneration ca. 30 Jahre nach Ende des Handtorfstichs beschrieben (Ebert 1987) und von der Verfasserin zwei Regenerationsstufen benannt (Abb. 34).

Bei der Regenerationsstufe I sind die Kühlen und Bänke der Handtorfstiche nur noch schwach zu erkennen. Es handelt sich um geschlossene, meist begehbbare Schwingrasen in Bult-Schlenken-Komplexen.

Bei Flächen der Regenerationsstufe II ragen die alten Torfbänke noch deutlich über die dazwischenliegenden Kühlen, die sich entweder als vegetationsarme Wasserflächen oder nicht begehbbare Schwingrasen darstellen.

Nach etwa 50 Jahren reifen Flächen der Stufe II zu Stufe I aus.

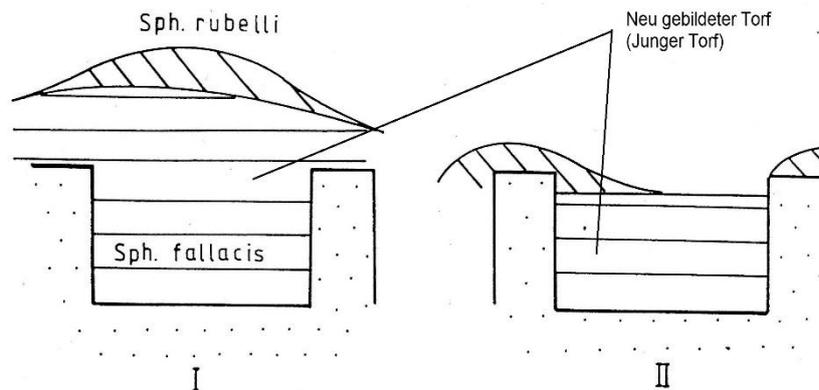


Abb. 34: Regenerationsstufen (Ebert, 1987)

30 Jahre später hat sich in vielen Bereichen des Helstorfer Moors so viel junge Torfmasse gebildet, dass die Oberfläche ziemlich gleichmäßig von Schwingrasenmatten bedeckt ist.

Neben den immer noch dominierenden Schlenken-Torfmoosen (*Sphagnum cuspidatum* und *S. fallax*) haben sich auch die Bult-Torfmoose (*S. magellanicum*, *S. papillosum*, *S. palustre* und *S. rubellum*) flächig ausgebreitet.

2007 hatten sich etliche Flächen bereits so weit entwickelt, dass sie als lebendes Hochmoor (LRT 7110*) eingestuft werden konnten. Besonders nasse Fläche haben sich zu Torfmoor-Schlenken (LRT 7150) (*Rhynchosporion*) weiterentwickelt.

Von den Messpegeln, die schon 6 Jahre vor der botanischen Kartierung eingesetzt wurden, liegen 9 Pegel, z.B. D01 und B16, im lebenden Hochmoor (LRT 7110*) und 6 Pegel in Torfmoor-Schlenken (LRT 7150), z.B. FER und EBT.

Die folgenden Messwerte geben Auskunft über die hydrologischen Bedingungen, unter denen in Handtorfstichen die Moorregeneration gelingen kann.

2.6.4 Torfbildung an Pegelstandorten

Beim Einbau der Messpegel wurde sorgfältig die Schichtfolge der Torfe bis zum mineralischen Untergrund protokolliert.

24 von Scherzer untersuchte Profile sind in Abb. 35 aufgelistet. Sie zeigen sämtlich die Torfschichtung in alten Torfkühlen. An der Oberfläche lebendes Torfmoos, das mit Wollgräsern und/oder Schnabelried einen Schwingrasen ausgebildet hat. Dieser ist 30 bis 50 cm dick und schwimmt im Idealfall auf einem Wasserkissen und ist frei oszillierend.

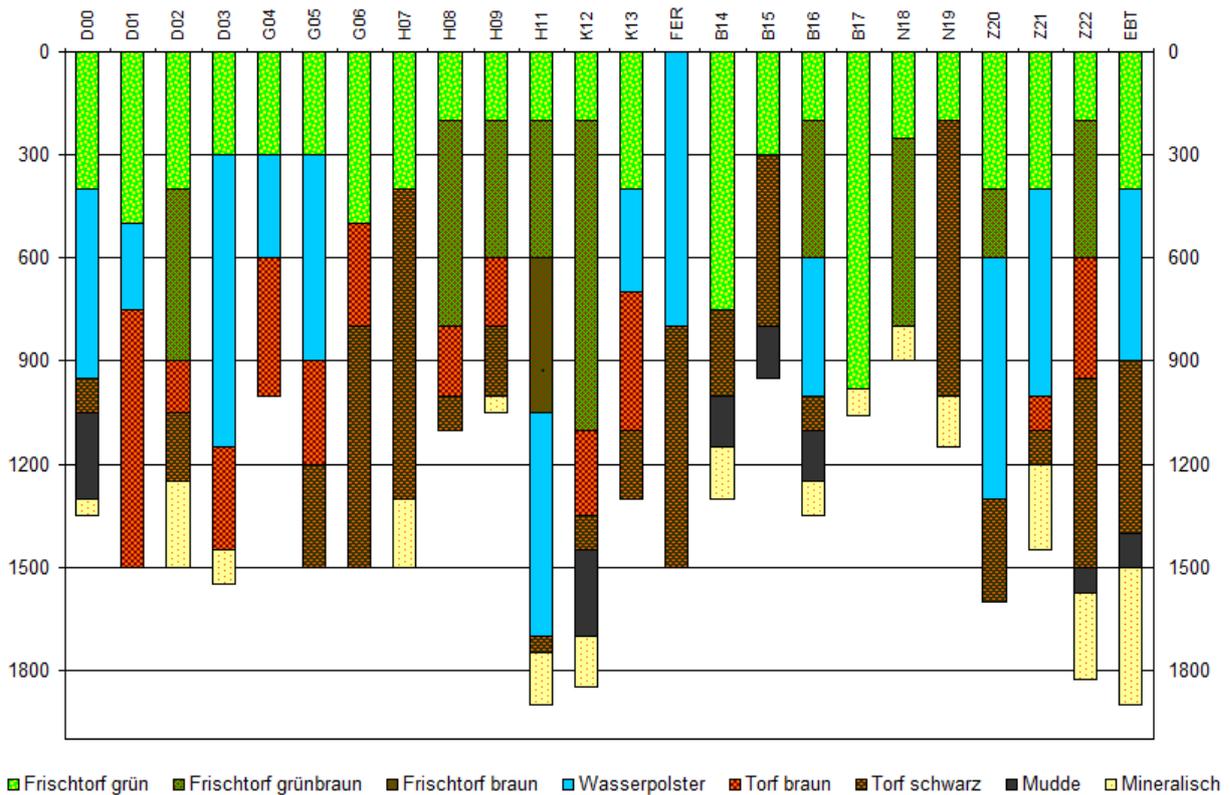


Abb. 35: Bohrprofile ausgewählter Messpegel

Im Randbereich des Moores fehlt häufig das Wasserkissen und der Schwingrasen ist mehr oder weniger fixiert. Besonders in längeren Trockenzeiten sitzen diese Schwingrasen auf den darunter liegenden Alttorfen auf und können an diesen durch Verwurzelung fest haften. Unter den „jungen Torfen“ mit geringem Zersetzungsgrad (H1- H4) folgen entweder ein Wasserkissen oder unmittelbar alte Torfe und Mudde (Gärtner/Scherzer 2002: 17).

Ob der „Frischtorf grün H1-H2“ schon als fertiger Torf anzusprechen ist, bleibt zunächst unklar. Nach Abb. 35 (s. Abschnitt 2.7) befindet er sich aber noch im Akrotelm, also in der Torfbildungsschicht.

Der tiefere „Frischtorf grünbraun H3-H4“, in dem die Humifizierung weiter vorgeschritten ist, kann dem Katotelm, der Torferhaltungsschicht, schon besser zugeordnet werden.

Weder Scherzer noch Birkholz verwendeten bei der Torfklassifizierung der Bohrproben das Akrotelm-Katotelm-System.

Oszillierende Schwingrasen bilden Torfe mit geringem Zersetzungsgrad (Succow 2001).

2.7. Hinweise für eine Akrotelm - Katotelm – Schichtung

Bei dieser komplizierten Frage hilft wieder ein Nebeneffekt des Gutachtens von 1968.

Alle 280 Bohrungen wurden mit 1 m langen Holzlatten verpflockt. Von diesen Bohrpflöcken wurden bis 2010 einige gefunden, fotografiert und ausgewertet (Abb. 37). Sie steckten etwa zur Hälfte im Moor- oft in wachsendem Moos-Schwingrasen - und geben Aufschluss über Stoffwechsel-verhältnisse über und unter der Mooroberfläche.

Im **oberen halben Meter des Moors** herrschen offensichtlich andere Stoffwechsel-bedingungen als über der Oberfläche.

Gemeinsam ist bei allen Latten, dass unter der Moor-Oberfläche ein stark gebräunter Abschnitt mit Holzschwind folgt (30 – 35 cm). An den am längsten im Moor verbliebenen Hölzern (40 Jahre) zeichnet sich am Kontakt zur Mooroberfläche eine künftige Bruchstelle ab.

Dort hat der Torfmoosrasen die größte Stoffwechselaktivität.

Wo Holzlatten am tiefsten im Moor steckten (unterste 15-25 cm), zeigen die früh überprüften (1980) dagegen kaum Veränderungen („wie aus dem Sägewerk“).

Die zuletzt gefundene Stange, die im randlichen Birkenbruchwald steckte, wo das Grundwasser des Moores im Jahresablauf stark schwankt, hat einen langen Bereich mit Bräunung/Holzschwind und einen kurzen mit gut erhaltenem Holz.

Die **Zweiteilung** der ins Moor eingetauchten Lattenhälfte gibt Auskunft die dort herrschenden Stoffwechselbedingungen, zuoberst eine „aktive Schicht“, darunter eine Zone mit stark verminderter biologischer Aktivität (im ständig wassergesättigten Bereich).

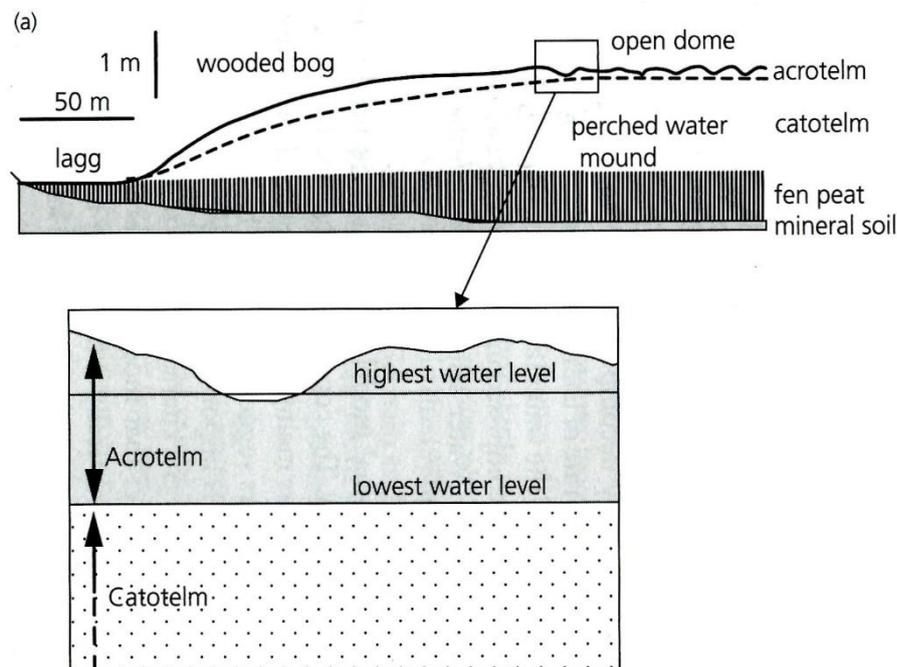


Abb. 36: Akrotelm-Katotelm-Schichtung im Hochmoor

In der Moolliteratur werden für diesen **typischen Aufbau wachsender Moore** die Begriffe „**Akrotelm**“ und „**Katotelm**“ verwendet (Ivanov 1953).

Eine anschauliche Darstellung von Akrotelm/Katotelm im intakten Hochmoor (Abb. 36) findet sich im schwedisch-kanadischen Lehrbuch „The Biology of Peatlands“ (Rydin/Jeglum 2013).

Erfreulicherweise zeigen die an vielen Stellen im Helstorfer Moor gefundenen Bohrpflöcke eine Akrotelm-Katotelm-Schichtung der Mooroberfläche. Das ist eine wesentliche Voraussetzung für Torfbildung.

Die Beobachtung von Scherzer (2002), dass unter lebendem Torfmoosrasen eine lockere Torfmasse mit gut erhaltener Moosstruktur zu finden ist, weist also durchaus auf eine aktive Torfbildung hin. Allerdings ist Torf mit geringem Zersetzungsgrad (H1-H4) nicht vergleichbar mit stark zersetzten Torfen (H 7, H 8) aus alten Torfbildungszeiten.



Abb. 37: Bohrpflöcke aus dem Jahr 1968

2.8. Lebensraumtypen (FFH-Richtlinien der EU)

6 Jahre nach Beginn dieser hydrologischen Studie wurde das Helstorfer Moor zusammen mit den 3 Nachbarmoores für ein geplantes Naturschutzgroßprojekt des Bundes grundlegend untersucht.

Hervorzuheben ist der Pflege- und Entwicklungsplan mit dem Grundlagenband G2: Biotoptypen, Vegetation und Flora (Kaiser 2010).

Auf der Basis einer digitalen Luftbildvorauswertung erfolgte 2007 flächendeckend eine Biotoptypenkartierung durch Geländebegehung.

Aus diesen Daten wurden dann die FFH-Lebensraumtypen abgeleitet, die die besondere Wertigkeit der Hannoverschen Moorgeest für den Moorschutz in der EU anzeigen.

Seit 2012 läuft folgerichtig ein LIFE+ Projekt der Europäischen Union.

Ein Großteil der Hochmoorflächen im NSG Helstorfer Moor wird von Moorlebensraumtypen (LRT) eingenommen. Ausnahmen sind einige Randwälder und Moorwiesen, die keine europäischen LRT-Status erhalten haben

Im südlichen Drittel des Helstorfer Moores sind Moorwälder LRT 91D0* großflächig vermerkt.

Im mittleren Drittel dominieren Moorwälder nur im Moorzentrum, während im westlichen und östlichen Randbereich offene Moor-LRT überwiegen. Hier sind größere Geländestreifen als LRT 7110* (Lebende Hochmoore), LRT 7120 (noch renaturierungsfähige degradierte Hochmoore) und LRT 7150 (Torfmoorschlenken - Rhynchosporion) ausgezeichnet.

Im nördlichen Drittel überwiegen sogar die offenen Moorlebensräume. Hier kommen großflächig LRT 7140 (Übergangs- und Schwingrasenmoore) sowie kleinflächig LRT 3160 (Dystrophe Seen und Teiche) hinzu.

Bereits die Übersicht (Abb. 38) zeigt durch farblichen Kontrast zum Moorwald, dass in den nördlichen zwei Dritteln des Helstorfer Moores in großen Teilen eine Vielfalt von offenen Moorlebensräumen und Strukturen besteht.

Das bereits seit 2001 angelegte Messstellennetz liegt sämtlich in LRT der EU.

Lebensraumtyp	LRT	Anzahl Pegel
Dystrophe Seen und Teiche	3160	1
Lebende Hochmoore	7110*	9
Moorwälder	91D0*	2
Regenerationsfähige Hochmoore	7120	9
Torfmoor-Schlenken ((Rhynchosporion)	7150	6
Übergangs- und Schwingrasenmoore	7140	2

Tabelle 1: Lebensraumtypen und Pegelanzahl

Die Lebensraumkarte mit den dort eingetragenen Messplätzen (Abb. 39) ermöglicht einerseits eine gute Charakterisierung des Messplatzumfeldes, andererseits geben die gewonnenen Daten einen Einblick, unter welchen hydrologischen Bedingungen sich die o.g. Moor-Lebensraumtypen entwickeln können. In der 19-jährigen Beobachtungszeit waren die LRT im Umkreis der Messplätze überwiegend stabil.

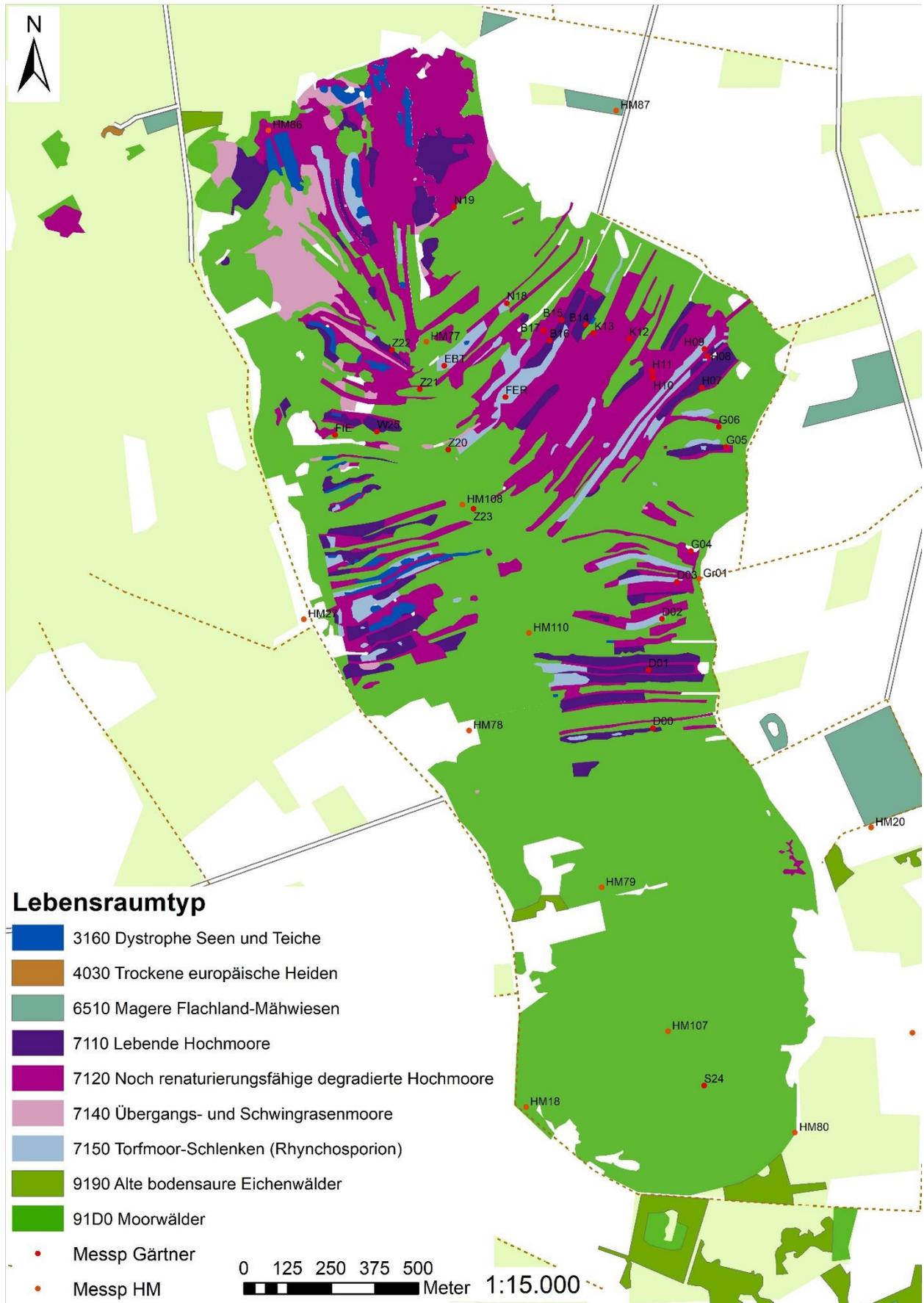


Abb. 38: Lebensraumtypen im Helstorfer Moor

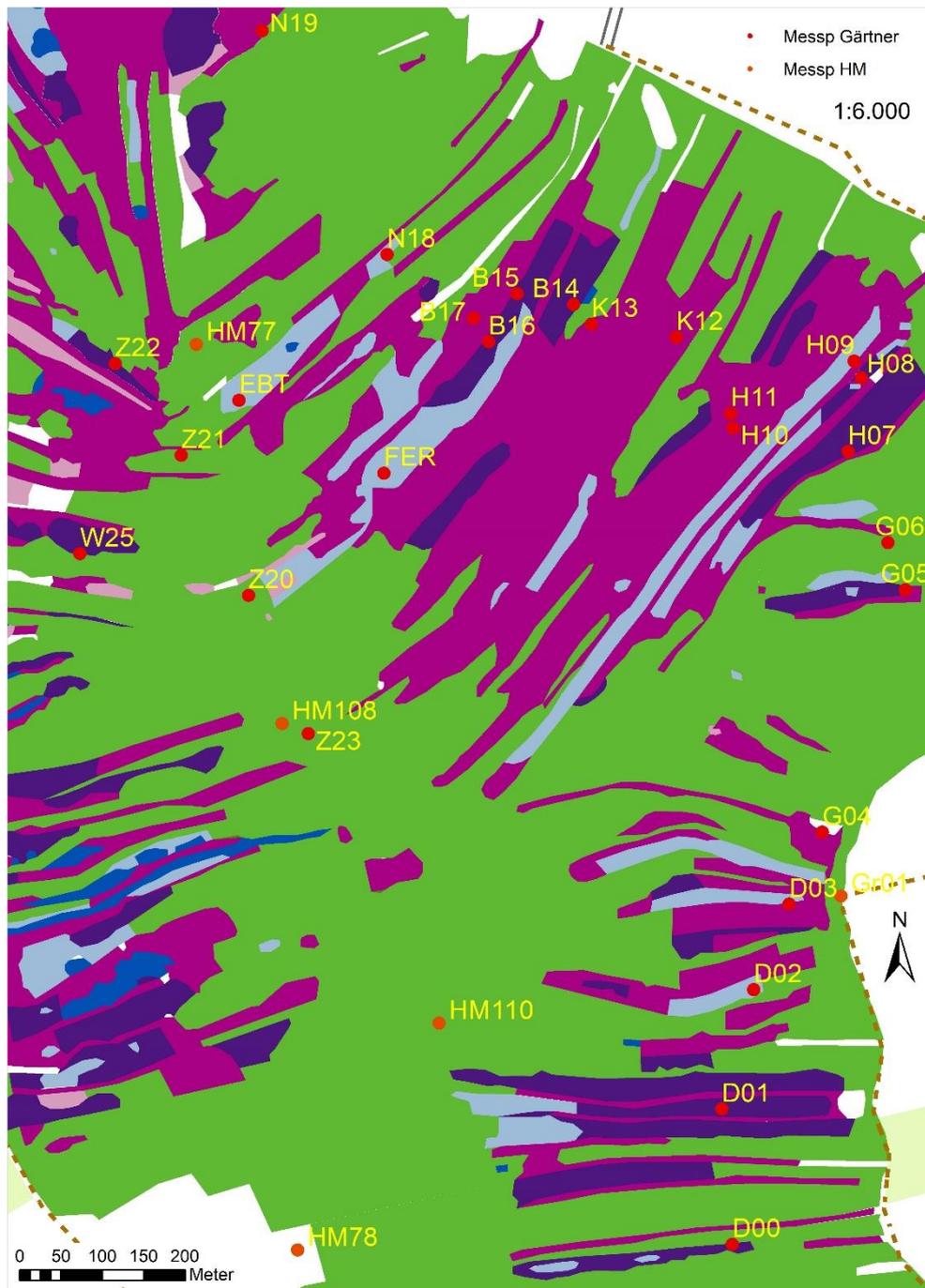


Abb. 39: Detailkarte Lebensraumtypen im nordöstlichen Teil des Helstorfer Moores

Die Übereinstimmung von LRT 7110* mit dem „Regenerierten Torfstichbereich des Tieflandes mit naturnaher Hochmoorvegetation (MHZ)“ wird in „Einstufungen der Biotoptypen in Niedersachsen“ bestätigt (Drachenfels 2012).

Diese sind nach Zerstörung nicht regenerierbar (mehr als 150 Jahre Regerationszeit). Dieser beachtliche Zeitraum ist offenbar für die Ausreifung alter Torfkuhlen zu LRT 7110* auch im Helstorfer Moor anzusetzen, obwohl die Wiederbesiedlung mit Moorpflanzen bereits früh einsetzt (Gärtner 1962).

Auch die Grundwasserabhängigkeit und Empfindlichkeit gegenüber Wasserstandsabsenkung wird von Olaf von Drachenfels sehr hoch eingeschätzt, (auch) für Hochmoore mit eigenem ombrogenen Wasserkörper.

Für die hier vorliegende Hydrologiestudie wurden schon seit 2001 insgesamt 29 Pegel eingerichtet - bevorzugt in alten gut regenerierten Torfkuhlen. Die botanische Einstufung erfolgte erst 6 Jahre später (Kaiser 2010).

Bis Sommer 2018 waren die LRT im Umkreis der Messplätze überwiegend stabil, erst die Dürre 2018 und 2019 droht eine Verschlechterung zu bewirken.

Wir haben deshalb Ende Juli 2019 eine eigene botanische Erfassung im Nahfeld der Pegel (10m-Bereich) durchgeführt. Dabei wurden Leitarten der Hochmoore: Glockenheide, Rosmarinheide, Moosbeere und weißes Schnabelried nach Braun-Blanquet geschätzt sowie das Ausmaß der Bewaldung und die Deckung mit Torfmoosen festgelegt.

Die Zusammenstellung dieser Erhebung (Abb. 40 und Tab. 2) enthält in der Tabelle auch Daten zum örtlichen Bestand des Tagfalters „Hochmoorbläuling“ (*Plebejus optilete*), der ausschließlich in intakten Hochmooren mit lichten Moorwaldbereichen vorkommt (BfN-Skripte462 2017).

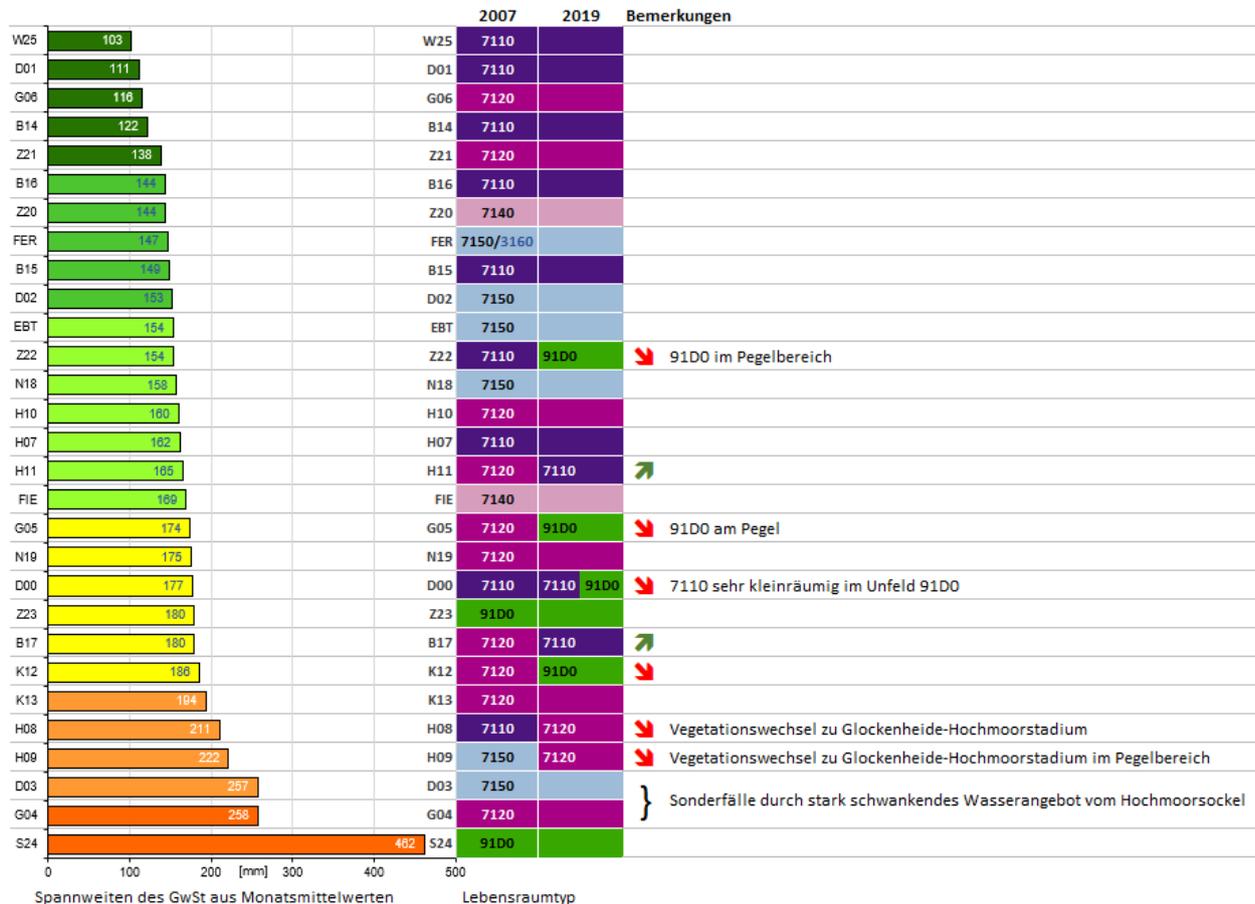


Abb. 40: Spannweiten GwSt (Monatsmittelwerte 2001-2017) und Veränderung Lebensraumtyp

Die Abbildung zeigt die Spannweiten des Grundwasserstandes (GwSt) und die Veränderung im Lebensraumtyp (LRT) zwischen der Biotoptypenkartierung 2007 und der botanischen Erfassung 2019 mit Bewertung. Die nachfolgende Legende zum Lebensraumtyp erleichtert die Zuordnung.

Lebensraumtyp

- 3160 Dystrophe Seen und Teiche
- 4030 Trockene europäische Heiden
- 6510 Magere Flachland-Mähwiesen
- 7110 Lebende Hochmoore
- 7120 Noch renaturierungsfähige degradierte Hochmoore
- 7140 Übergangs- und Schwingrasenmoore
- 7150 Torfmoor-Schlenken (Rhynchosporion)
- 9190 Alte bodensaure Eichenwälder
- 91D0 Moorwälder

Messpunkt	Torf	LRT 2007	LRT 2019	Torfmoos (Sphagnum), wachsend	Erica tetralix	Andromeda polifolia	Vaccinium oxycoccus	Rhynchospora alba	Bewaldungsstufen	Plebejus optilete
S24	1,05 m	91D0*	↓	1					Wald	
HM107		91D0*							Wald	
D00	1,30 m	7110*		5	4	5	5		Lichtung	x
D01	> 1,50 m	7110*		5	5	3	5		offen	x
D02	1,25 m	7150		5	3	4	3	4	offen	x
D03	1,45 m	7150		5	1		5	4	offen	x
G04	1,00 m	7120		4	1	1	2		offen	(x)
Z23	2,20 m	91D0*		5	3	2	2		Wald	
HM108		91D0*							Wald	
G05	1,20 m	7120	↓	4	1	4	1		Wald	(x)
G06	> 1,20 m	7120		5	4	4	3		Lichtung	(x)
H07	1,30 m	7110*		5	5	2	3	2	offen	x
H08	1,00 m	7110*	7120 ↓	5	5	3	2		offen	
H09	1,00 m	7150	7120 ↓	5	5	4	3		offen	x
H10	> 2,00 m	7120		4	2		1		offen	x
H11	1,75 m	7120	7110* ↑	5	5	1	5	2	offen	x
K12	1,70 m	7120	↓	5	3	2	3		Wald	
K13	1,30 m	7120		5	5	4	3		offen	x
B14	1,15 m	7110*		5	5	4	4		offen	x
B15	0,95 m	7110*		5	4	3	4		offen	x
B16	1,25 m	7110*		5	4	3	3	2	offen	x
FER	> 2,00 m	7150/3160		5	2	2	1	5	offen	
Z20	1,80 m	7140		3					Gebüsch	
FIE	0,60 m	7140		4	1	1			Gebüsch	
W25	0,92 m	7110*		5	5	4	4	3	offen	x
Z21	1,20 m	7120		5	3	3	3	3	offen	(x)
EBT	1,50 m	7150		5		4	4	4	offen	x
Z22	1,35 m	7110*	↓	4	3	3	3	3	Gebüsch	(x)
B17	1,00 m	7120	7110* ↑	5	4	4	3		Gebüsch	x
N18	0,80 m	7150		5	3		2	4	Gebüsch	(x)
HM77	> 1,00 m	91D0*							Wald	
N19	0,90 m	7120		5	2	4	3		offen	x

Tabelle 2: Basisdaten zu Flora und Fauna des Helstorfer Moores

- x Nahfeld (~ 10 m)
 (x) nähere Umgebung (~ 50 m)
 ↓ Verschlechterung
 ↑ Verbesserung

Numerische Angaben nach Braun-Blanquet (1964)

Datenerhebung: 30.07 und 02.08.2019

2.9. Flora und Fauna im Helstorfer Moor

Neben den dominierenden Torfmoosen wachsen im lebenden Hochmoor (LRT 7110*), in noch renaturierungsfähigen degradierten Hochmooren (LRT 7120) und in Torfmoor-Schlenken (LRT 7150) einige typische spezialisierte Gefäßpflanzen:

3 Heidegewächse: *Erica tetralix* (Glockenheide), *Calluna vulgaris* (Besenheide) und *Andromeda polifolia* Rosmarinheide sowie *Empetrum nigrum* (Krähenbeere).

5 *Vaccinium*-Beerensträucher: *Vaccinium oxycoccus* (Moosbeere), *V. uliginosum* (Rauschbeere), *V. vitis-idaea* (Preißeelbeere) und *V. myrtillus* (Heidelbeere). Auch die Kultur-Heidelbeere (*Vaccinium atlanticum*), die aus Nordamerika stammt, dringt als invasive Art bis ins lebende Hochmoor vor.

Typische Gräser sind 2 Wollgräser (Scheiden- und Schmalblättriges Wollgras – *Eriophorum vaginatum* und *angustifolium*), Weißes Schnabelried (*Rhynchospora alba*) sowie Pfeifengras (*Molinia coerulea*), das schon als Störungszeiger gelten kann.

An Gehölzen gedeiht selbst auf dünnen Schwingrasen die Waldkiefer als Kümmerform und die Moor- Birke als Zwergstrauch, die oft Verbiss-Spuren von Rehen aufweist.

Zur typischen Hochmoorflora gehören auch 2 Sonnentauarten (*Drosera rotundifolia* und *D. intermedia*) als *carnivore* (fleischfressende) Pflanzen.

Diese Hochmoorpflanzengesellschaft ernährt eine typische, recht artenreiche Schmetterlingsfauna.

Als Leitart kann der **Hochmoorbläuling**, der Schmetterling auf dem Titelbild, gelten, dessen alter wissenschaftlicher Name **Vaccinii** schon darauf hinweist, dass die Hauptfutterpflanze seiner Raupe **Vaccinium oxycoccus** (Moosbeere) ist, die die Moosrasen mit einem dichten Geflecht mit zahlreichen kleinen Blättern überzieht.

Im Juni schlüpft der Falter synchron mit dem Blühbeginn der Glockenheide, deren nektar- reichen Blüten als Nahrungsquelle dienen. Der Hochmoorbläuling findet also als Raupe und Imago seine Nahrung im Hochmoor.

Fast identische Ansprüche stellt der **Hochmoor-Perlmutterfalter** (*Boloria aquilonaris*) an sein Habitat.

Beide Hochmoorfalter haben die gleiche Flugzeit im blütenreichen Juni-Moor zusammen mit zahlreichen anderen Schmetterlingen. Auch Falter aus der Moorumgebung werden von der früh blühenden Glockenheide und der im August/September blühenden Besenheide angezogen.

Einen besonders guten Schmetterlingsbesatz haben Wald umkränzte, Wind geschützte Moorlichtungen mit flurnahem Wasserstand im Bereich alter Handtorfstiche.

Flächen mit LRT 7110* haben in der Regel eine reiche Schmetterlingsfauna. Bei LRT 7120 kann die Besiedlung sehr unterschiedlich sein je nach Moosbeerenbewuchs in der Bodenschicht und Grad der Verbuschung. LRT 7150 (*Rhynchosporion*) ist im Allgemeinen nicht von *Plebejus optilete* besiedelt. Es gilt die Regel: sehr nasse und dichter bewaldete Bereiche haben einen stark reduzierten Schmetterlingsbesatz. Durch Pflegeeinsätze freigestellte Moorflächen mit vollständiger Hochmoorvegetation werden schnell wieder besiedelt.

An den Pegelstandorten in alten Torfkühlen wurden fast überall Hochmoorbläulinge gesichtet (s. Tab. 2 und Abb. 41). Daraus ist zu schließen, dass trotz der schwankenden Wasserstände im Sommer gute Bedingungen für die Hochmoorlebensgemeinschaft einschließlich anspruchsvoller Schmetterlinge bestehen.

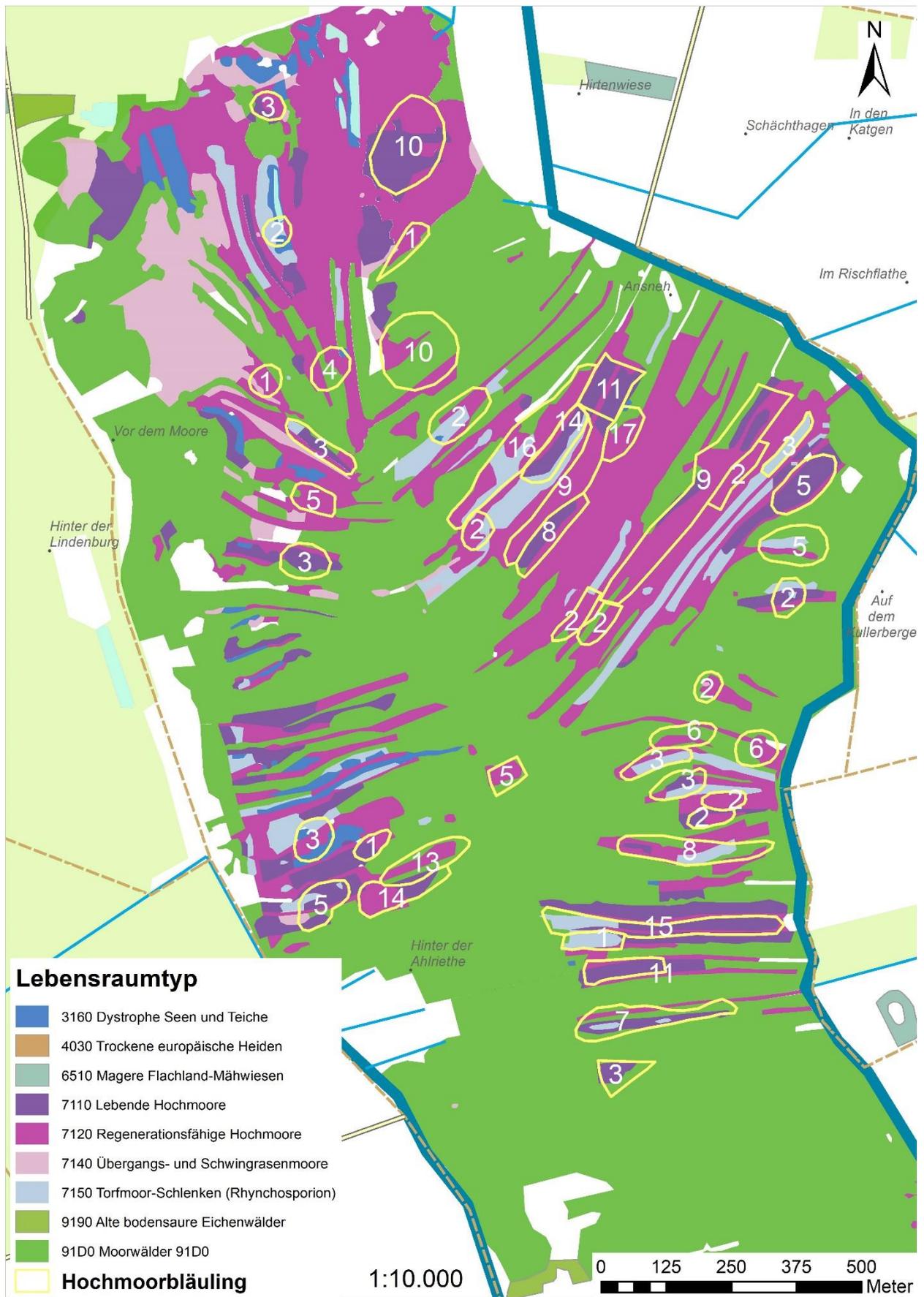


Abb. 41: Nachweise und Zählungsergebnisse für Hochmoorbläuling (2009-2019)

3. Wasserstände im Moor - Langzeitstudie von 2001-2019

3.1. Auswahl der Pegelstandorte

Die Auswahl der Standorte für D01 bis N19 erfolgte schon 2001 mit der Fragestellung, wie sich die Randgräben am Ostrand auf den Wasserhaushalt des Moores auswirken. Gleichzeitig sollte auch der Erfolg aktueller Entkesselungen und Grabenstaus überprüft werden.

Im Moorinnern wurden zwei vorhandene Eisenstangen FER und EBT als Lattenpegel nutzbar gemacht.

2002 wurden südlich von D01 der Pegel D00 und im Moorzentrum die Pegel Z20, Z21, Z22 eingesetzt. Z23 als einziger Pegel in einer „Heilen-Haut-Region“ folgte 2004. Alle übrigen Pegel stehen in alten Torfkuhlen.

Erst 2008 wurden im südlichen Moordrittel der Pegel S24 und 2011 im Nordwesten die Pegel FIE und W25 eingesetzt.

Zusätzlich ins Messprogramm aufgenommen wurde 2009 der amtliche Lattenpegel LP N Moor Gr01 im östlichen Randgraben nahe D03.

Die große Zahl an Pegeln ergibt sich aus der kleinräumigen Struktur des Handtorfstichmoores mit zahlreichen durch Torfstich verursachten Leckagen und dem Höhenrelief der Mooroberfläche.

Die Höhenlage der Messpegel ist mit den Wasserscheiden in Abbildung 41 dargestellt. Zwischen dem höchstgelegenen Pegel Z23 im Zentrum mit 46 m NN und dem Pegel im Südteil S24 (NN 43,75) besteht eine Höhendifferenz von 2,25 m.

N19 liegt 2,32 m tiefer.

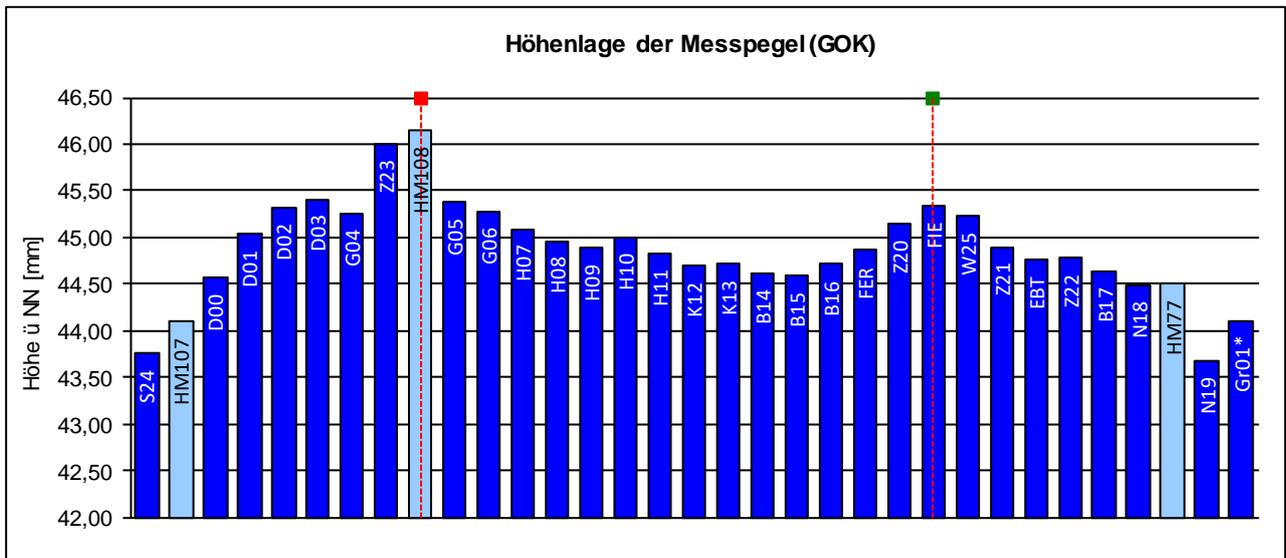


Abb. 42: Höhenlage (GOK) der Messpegel Gr01*: GOK = Pegelnullpunkt (Grabensohle)
Wasserscheiden ■ Nord-Süd ■ West-Ost

In Tabelle 3 sind die relevanten Daten wie Bezeichnung des Pegels, Pegeloberkante (POK) und Geländeoberkante (GOK) über NHN, die Differenz, die UTM-Koordinaten, die Torfstärke und das Datum der ersten Messung aufgelistet.

Pegel	POK	GOK	Diff.	UTM-Koordinaten		Torf	1. Messung
				Ostwert	Nordwert		
S24	43,95	43,75	0,20	541019,92	5819545,78	1,05 m	05.12.2008
HM107	44,74	44,10	0,64	540916,38	5819701,34		
D00	44,66	44,56	0,10	540873,16	5820568,98	1,30 m	25.05.2002
D01	45,15	45,03	0,12	540860,37	5820735,15	> 1,50 m	28.04.2001
HM110	46,84	46,23	0,61	540521,99	5820841,09		
D02	45,39	45,31	0,08	540899,07	5820881,96	1,25 m	28.04.2001
D03	45,53	45,41	0,12	540941,99	5820987,26	1,45 m	28.04.2001
Gr01*	45,79	44,11	1,68	541003,00	5820997,00	-	01.05.2009
G04	45,37	45,25	0,12	540982,01	5821075,48	1,00 m	28.04.2001
Z23	46,10	46,00	0,10	540359,80	5821196,81	2,20 m	28.03.2004
HM108	46,59	46,14	0,45	540328,01	5821209,11		
Z20	45,29	45,14	0,15	540287,25	5821366,53	1,80 m	25.05.2002
G05	45,47	45,37	0,10	541082,48	5821373,63	1,20 m	28.04.2001
FIE	45,43	45,33	0,10	539963,37	5821407,95	0,60 m	22.08.2011
W25	45,43	45,23	0,20	540083,02	5821417,99	0,92 m	22.08.2011
G06	45,47	45,27	0,20	541061,59	5821431,50	> 1,20 m	28.04.2001
FER	44,96	44,86	0,10	540451,23	5821516,84	> 2,00 m	28.04.2001
Z21	45,00	44,90	0,10	540205,83	5821538,77	1,20 m	25.05.2002
H07	45,20	45,09	0,11	541013,18	5821543,74	1,30 m	28.04.2001
H10	45,13	45,00	0,13	540874,14	5821572,34	> 2,00 m	28.04.2001
H11	44,93	44,83	0,10	540871,08	5821590,26	1,75 m	28.04.2001
EBT	44,86	44,76	0,10	540275,70	5821606,48	1,50 m	02.09.2001
H08	45,06	44,96	0,10	541029,23	5821634,08	1,00 m	28.04.2001
Z22	44,88	44,78	0,10	540125,88	5821651,70	1,35 m	25.05.2002
H09	45,00	44,88	0,12	541020,56	5821654,64	1,00 m	28.04.2001
HM77	45,25	44,51	0,74	540224,02	5821675,22	> 1,00 m	21.11.2007
B16	44,81	44,71	0,10	540578,26	5821678,53	1,25 m	28.04.2001
K12	44,80	44,70	0,10	540805,26	5821683,92	1,70 m	28.04.2001
K13	44,81	44,72	0,09	540702,31	5821700,14	1,30 m	28.04.2001
B17	44,75	44,64	0,11	540559,79	5821707,42	1,00 m	28.04.2001
B14	44,75	44,62	0,13	540680,79	5821724,15	1,15 m	28.04.2001
B15	44,72	44,59	0,13	540612,46	5821737,54	0,95 m	28.04.2001
N18	44,59	44,49	0,10	540455,10	5821785,68	0,80 m	28.04.2001
N19	43,78	43,68	0,10	540303,74	5822060,69	0,90 m	28.04.2001

Gr01* hier ist: GOK = Pegelnullpunkt (Grabensohle), POK = Geländehöhe

Tabelle 3: Messpegel im Helstorfer Moor von Süd nach Nord sortiert

Bezüglich der Torfvorräte im Helstorfer Moor (s. Abschnitt 2.3) liegen die Pegel überwiegend in der Zone mit 1 – 2 m Torfmächtigkeit. Bei N19 ist die Torfschicht noch 0,9 m bei FIE aber nur 0,6 m mächtig. Über 2 m (2,2 m) dick ist die Torfschicht nur bei Z23.

Die Messpegel umrahmen den Bereich mit den größten (Weißtorf)-Vorräten im Norden und Westen (s. Abb. 31: Torfstärke und Weißtorfvorräte).

3.2. Methode

Die vorgesehene Lage der Grundwassermessstelle wurde mit einem Kammerbohrer erkundet und die Schichtfolge bis zum mineralischen Untergrund ermittelt. In das so entstandene Loch wurden PVC-Rohre eingebaut. Die Rohre sind durchgehend mit Löchern versehen. Die Länge wurde vor Ort, dem Bedarf entsprechend, zugeschnitten. Die Gründung war stets im mineralischen Untergrund.

Die Pegelrohre wurden unten unverschlossen in den mineralischen Untergrund eingetrieben. Die Pegeloberkante war zur Zeit des Einbaues der Pegel D01 bis N18 und FER am 28.04.2001 100 mm über dem Grundwasser gelegen (Ausnahme G04 200 mm; s. Gärtner/Scherzer 2002). Die später eingesetzten Pegel (EBT, Z21 bis Z23, S24, W25 und Fieberklee) wurden über die Schätzung der Geländeoberkante (GOK) an diesen Standard angeglichen.

Die Messung der Wasserstände erfolgt mit Zollstock ab Pegeloberkante (POK). Auch die seit 2012 eingeführte Messung der Moosoberfläche bezieht sich auf die POK.

Die GOK wurde erst 2007 im Rahmen der Pegelnivellierung durch Herrn Dr. Meyer (Fa. Heidt und Peters) als Höhe über NHN bereitgestellt. Diese Ebene (Geländeoberfläche) entspricht einer mittleren Mooroberfläche zum Zeitpunkt 2007 unabhängig vom wechselnden Grundwasserstand. Die meist vorhandenen deutlichen Höhenunterschiede im Bereich von Dezimetern (Bult/Schlenken) wurden dabei topographisch gemittelt.

Die Differenz aus POK minus GOK wird vorzeichengerecht dem abgelesenen Grundwasserstand zugeschlagen, um den Abstand des mooreigenen Grundwassers zur Geländeoberfläche zu erhalten.

Die Höhendifferenz zur Pegeloberkante (POK) beträgt bei den eigenen Pegeln zwischen 0,08 bis 0,20 m (s. Tabelle 3: Messpegel im Helstorfer Moor von Süd nach Nord sortiert) und ist für die Darstellung langfristiger Zeitreihen jeweils als Konstante beizubehalten. 2019 erfolgte eine visuelle Kontrolle der Höhendifferenzen in der Umgebung der Pegel, die allerdings zu gegebener über ein "Schnur-Nivellement" geprüft werden sollte.

Ein eigener Datenlogger war 2002 bis 2007 in Betrieb (s. Abschnitt 3.3.2).

Gemessen werden die Pegel in der Regel 1x monatlich. Möglichst am gleichen oder nachfolgenden Tag. Im Winter fallen bei Eis und Schnee die Messungen aus. Die Daten werden am Ende jeden Hydrologischen Jahrs in eine Datenbank eingefügt und ausgewertet.

Die Region Hannover hat seit 2007 eigene Pegel im Helstorfer Moor, die von Sandner 2014 ausgewertet wurden. Aktuell sind einige mit Datenloggern ausgestattet (HM77, HM107, HM108 und HM110), die im Norden, in Moormitte und im südlichen Moorkern in „Heile-Haut-Flächen“ eingebaut sind.

3.3. Ganglinien

Von insgesamt 30 Pegeln liegen Ganglinien in monatlicher Abfolge vor. Bei 21 Pegeln ab 2001 (D01 bis N19, FER und EBT), bei 4 Pegeln ab 2002 (D00, Z20, Z21, Z22), bei Z23 ab 2004, bei S24 ab 2008, bei Grabenpegel Gr01 ab 2009 sowie bei W25 und Fieberklee ab 2011.

Im Summenbild (Abb. 43) zeigt sich bereits, dass jedes Jahr eine individuelle Charakteristik der Ganglinien aufweist, in die sich die Einzelpegel mit individuellen Besonderheiten einfügen.

Die Einzeljahrgänge unterscheiden sich besonders durch unterschiedliche Ausprägung der Tiefstände im Spätsommer (August/September). Bei 14 von insgesamt 18 Jahrgängen kehrt die schon 2001 beobachtete Ganglinienfolge wieder (Abb. 43) mit den Höchstständen des Grundwasserspiegels im Winter, langsamem Pegelabfall im Frühjahr und steilerer Absenkung im Sommer bis zu Tiefstwerten im August/September, allerdings in sehr unterschiedlicher Ausprägung.

In den Jahren 2003, 2009 und im Jahrgang 2018 sind die Grundwasserstände besonders tief abgesunken. Nur 2002, 2007 und 2014 weisen auch im Sommerhalbjahr hohe Grundwasserwerte auf. Auch 2017 ist das Sommertief wegen Ende Juni einsetzender starker Niederschläge ausgeblieben.

Einige Pegel zeigen bereits im Summenbild auffällige Besonderheiten:

G04 hat in zahlreichen Jahren Spitzenwerte, die mit Überflutung der Pegeloberkante (POK) einhergehen. Sie treten nach Starkregenereignissen (z.B. Juli 2002) und in besonders nassen Wintern (2002/2003), 2007/2008, 2012, 2013 und 2016) auf. 2017 war G04 wenig auffällig.

Auf gleichmäßig hohem Niveau liegen die Werte von FER. Besonders tiefe Wasserstände zeigen G05, H08 und H09.

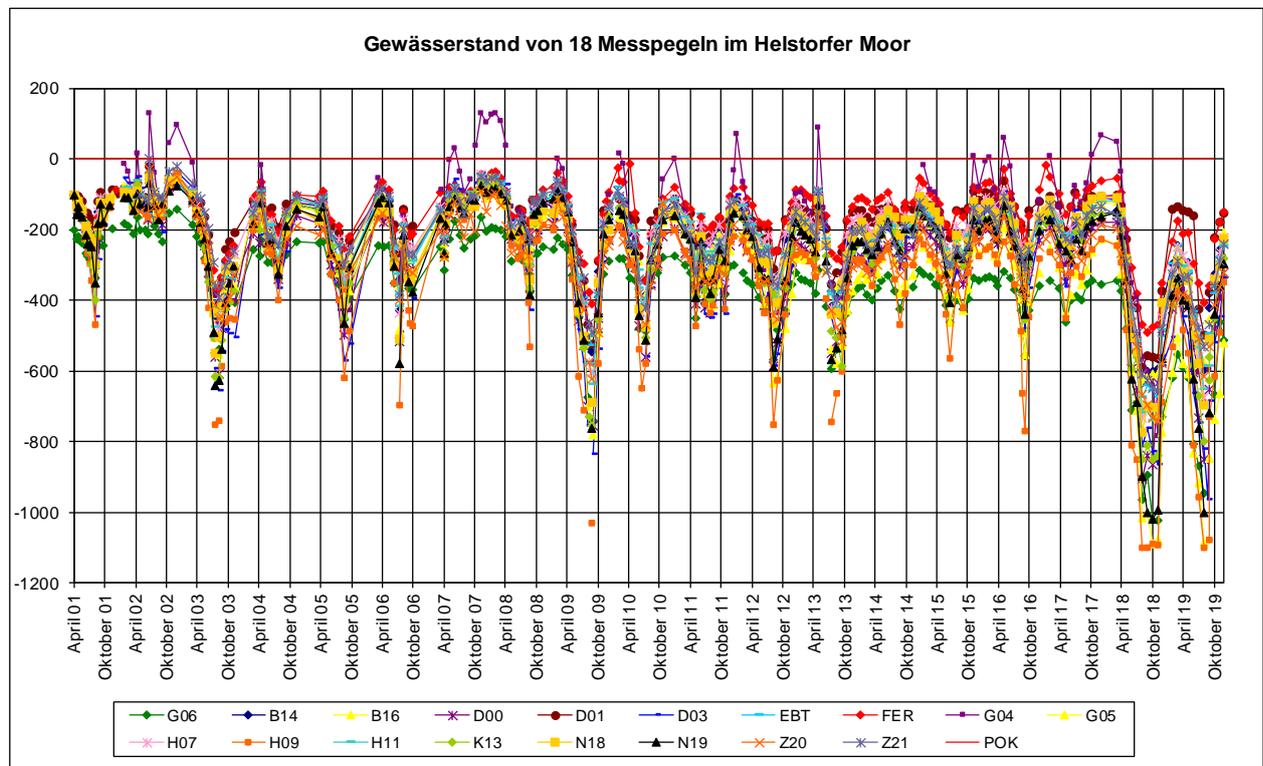


Abb. 43: Gewässerstand an 18 Messpegeln (POK=Pegeloberkante)

3.3.1 Ganglinien von 27 Pegeln 2001-2019

Die Ganglinien der Einzelpegel haben einen bemerkenswert gleichartigen Verlauf. Allerdings sind die Ausschläge je nach Pegellage sehr unterschiedlich. Alle Pegel zeigen im Ausgangsjahr 2001 einen V-förmigen Verlauf von Mai bis November mit Tiefpunkt am 8. September.

- 2002 ist ein Jahr mit durchgehend hohen Grundwasserständen (GwSt) und damit meteorologisch ein Regenjahr.
- Das „Dürrejahr“ 2003 zeigt einen tiefen Einbruch der GwSt, die am Ende des hydrologischen Jahres noch keineswegs ausgeglichen sind.
- 2004 bis 2006 sind Jahre mit mittleren Schwankungen.
- 2007 hat wieder die hohen GwSt eines Regenjahres.
- 2008 beginnt mit hohen GwSt, dann folgt ein leichtes Sommertief.
- 2009 besteht bei allen Pegeln eine sehr starke Schwankung des GwSt mit Minima am 28. September.
- Die folgenden Jahre 2010 bis 2013 weisen mittlere GwSt-Schwankungen auf.
- 2014 und 2015 zeigen hohe Grundwasserstände auch im Sommer.
- In 2016 GwSt eines „Normaljahres“ mit Sommertief am 01. Oktober.
- 2017 niedrige Frühjahrswerte, aber Ausgleich ab Ende Juni mit relativ hohen Sommer- und Herbstwerten. Keine ausgeprägt hohen GwSt wie in den Jahren 2002 und 2007.

Die dargestellten Unterschiede in den Ganglinien der einzelnen Pegel ergeben sich überwiegend aus der Lage und der Umgebung sowie der komplexen Varianz des hochmooreigenen Wasserspiegels, wobei es Überflutungen nach oben nur bei G04 gibt. Starke Ausschläge nach unten (Absenkungen des Wasserstands) finden sich bei G05, H08, H09 und S24.

Hilfslinien zur Beurteilung der Ausschläge sind die grüne Markierung des Optimums für Torfmooswachstum und die rote Linie für den Beginn der Trockengefährdung (ab 0,4 m unter GOK). Da diese Grenzlinien für den gesamten Zeitabstand von 2001 bis 2018 gelten, lassen sich auch langfristige Schwankungen der Grundwasseroberfläche im Hochmoor, insbesondere die generelle Absenkung ab Sommer 2009 deutlich ablesen.

Der **Jahrgang 2018** unterscheidet sich von allen vorausgehenden durch seine extremen Messwerte. Die Grundwasserstände (GwSt) im Helstorfer Moor sacken schon im Juni stark ab und fallen auf Tiefststände im September und Oktober.

Eine Wiederauffüllung im Herbst 2018 bleibt aus. Erst ab Anfang Dezember kommt es zu einer teilweisen Wiederauffüllung des Moorwasserspiegels.

Das Ausmaß der Absenkung des GwSt und die Dauer der Niedrigwasserperiode im Herbst fallen völlig aus dem Rahmen der Messwerte zwischen 2001 und 2017, so dass die vollständige Erweiterung auf die Messperiode 2018 und 2019 – auch wegen des Bearbeitungsaufwandes – nicht in allen Diagrammen enthalten ist.

Vorangehende Trockenjahre (2003 und 2009) sind mit 2018 nur in begrenztem Maße vergleichbar. 2003 war die Austrocknung im Helstorfer Moor nur mäßig ausgeprägt, 2009 wesentlich stärker. Die Zeitdauer der Trockenperiode war 2009 erheblich kürzer. Schon im Oktober stieg der Moorwasserspiegel wieder an, allerdings hat die Sommertrockenheit 2009 die mittleren GwSt für 4 Jahre deutlich absinken lassen.

Ähnliche Auswirkungen der etwa 4 Monate anhaltenden Austrocknung im Jahr 2018 (und des Folgejahres 2019) wird für die zukünftigen Moorwasserstände verstärkt zu erwarten sein.

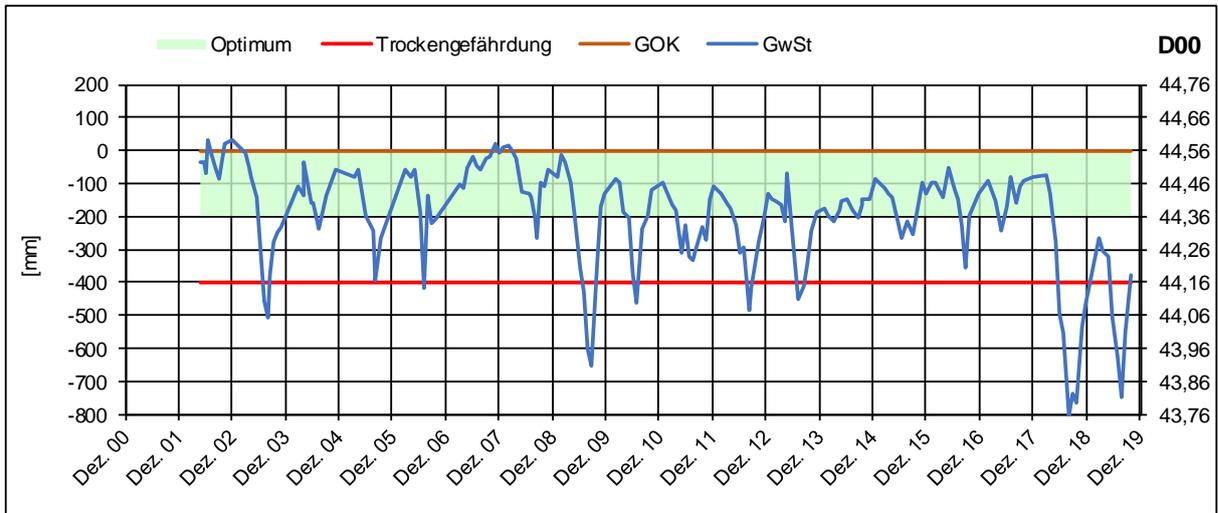


Abb. 44: Ganglinien an Pegeln der D-Region (D00)

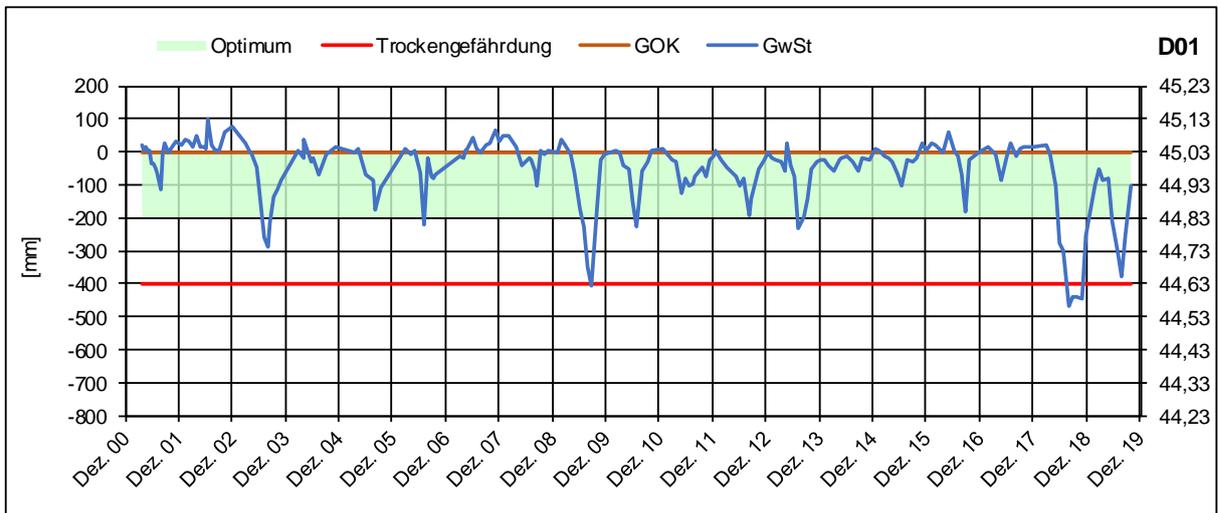


Abb. 45: Ganglinien an Pegeln der D-Region (D01)

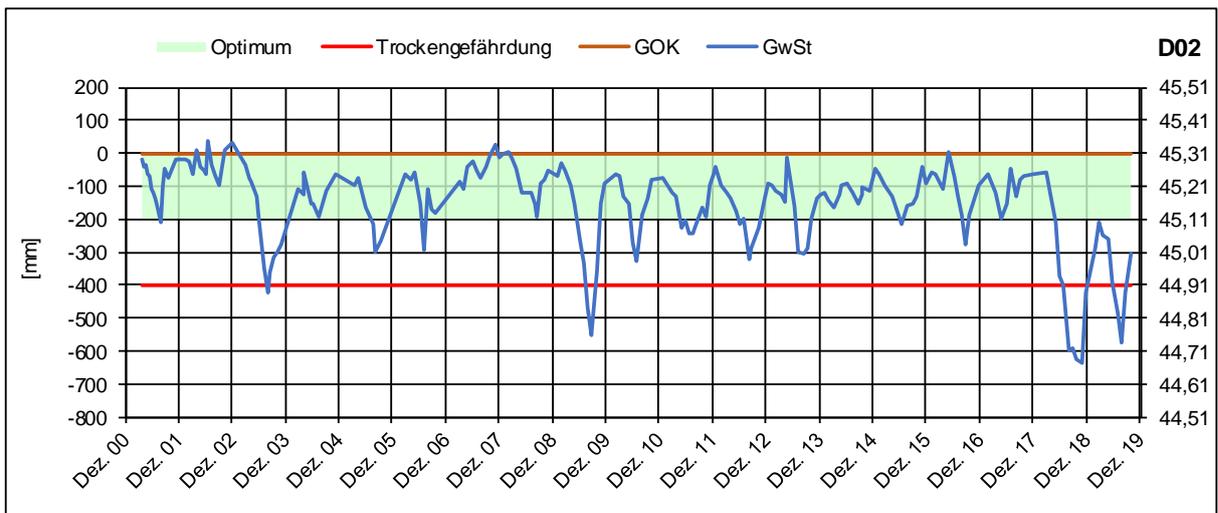


Abb. 46: Ganglinien an Pegeln der D-Region (D02)

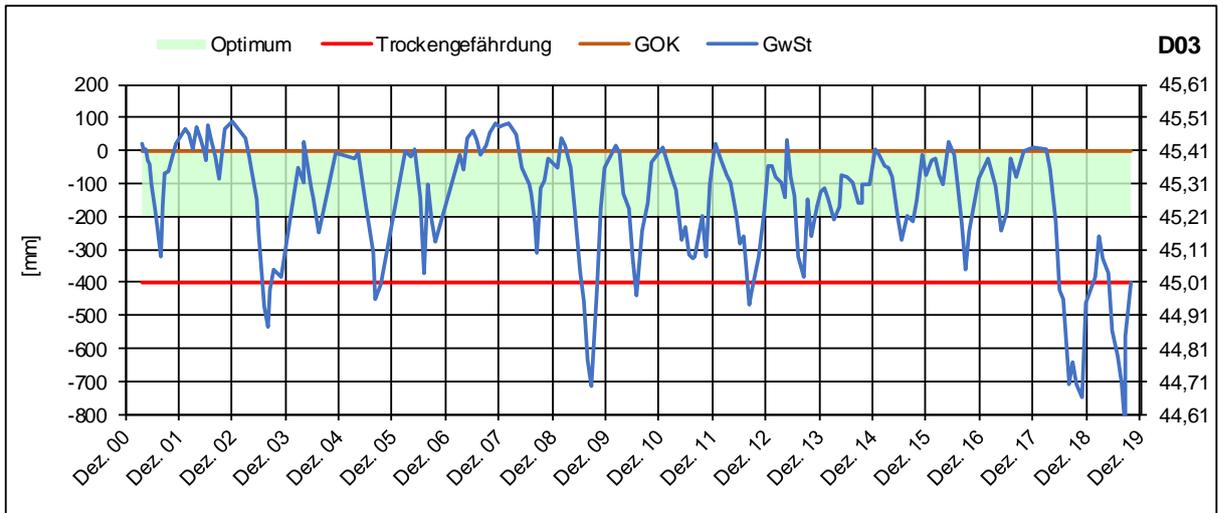


Abb. 47: Ganglinien an Pegeln der D-Region (D03)

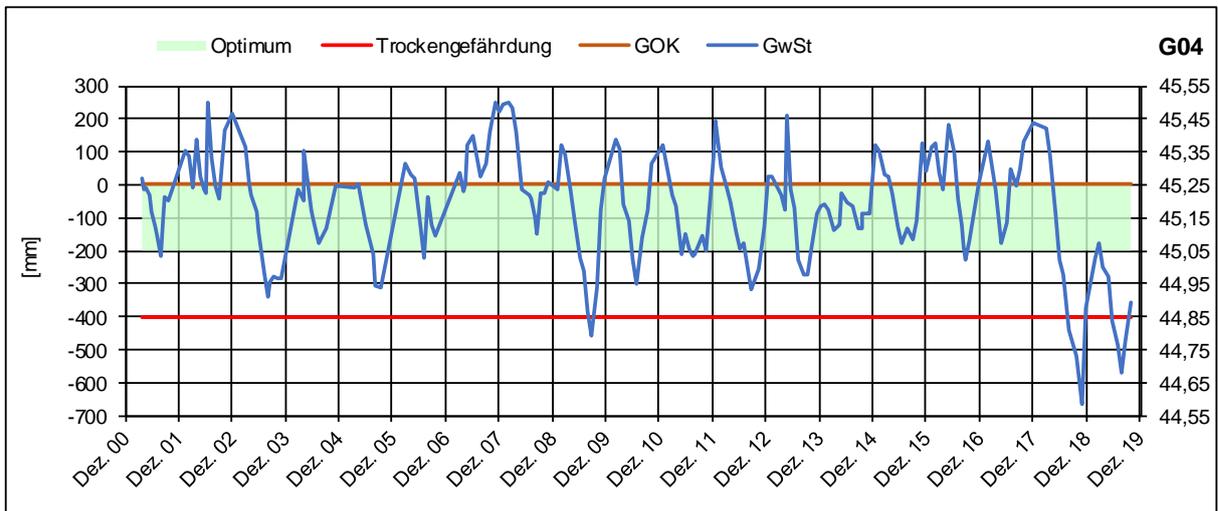


Abb. 48: Ganglinien an Pegeln der G-Region (G04)

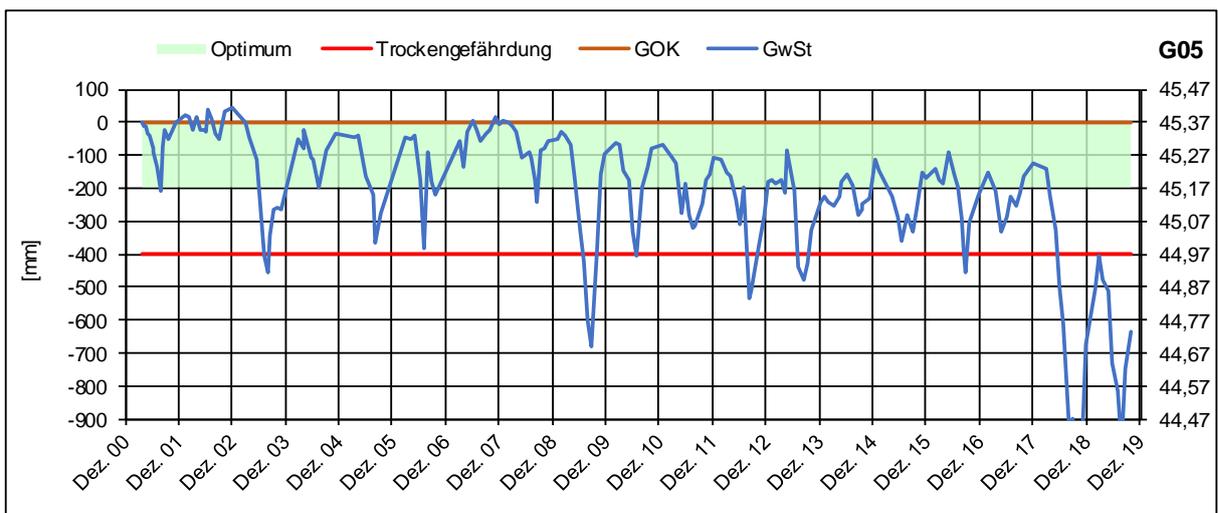


Abb. 49: Ganglinien an Pegeln der G-Region (G05)

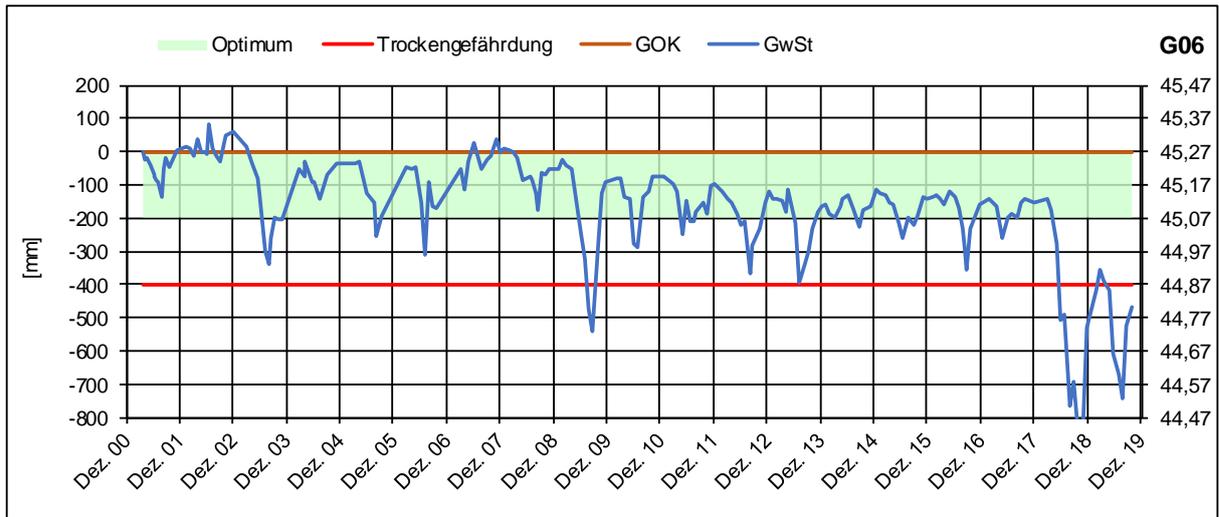


Abb. 50: Ganglinien an Pegeln der G-Region (G06)

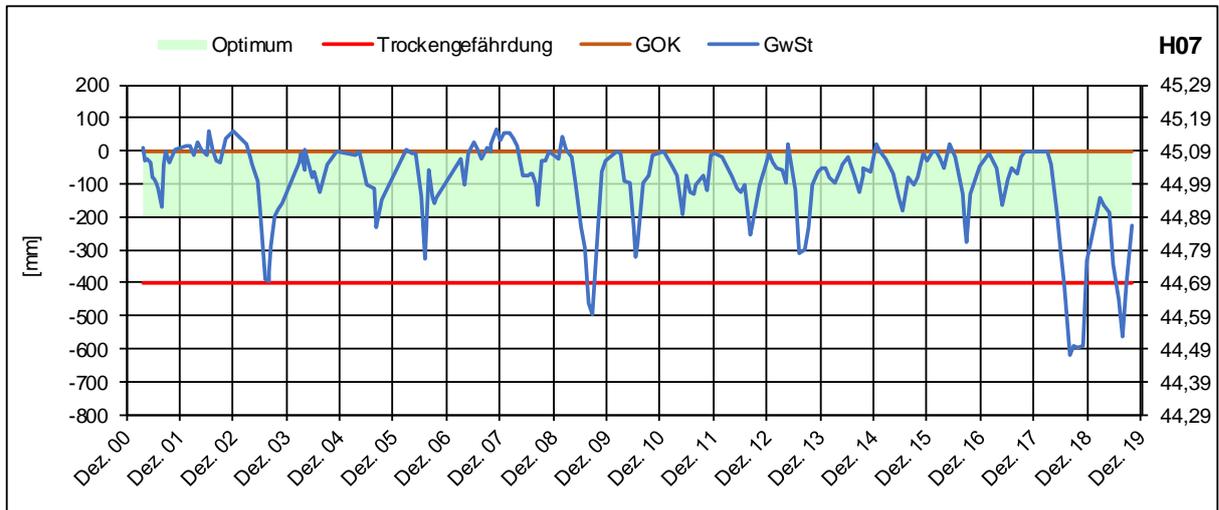


Abb. 51: Ganglinien an Pegeln der H-Region (H07)

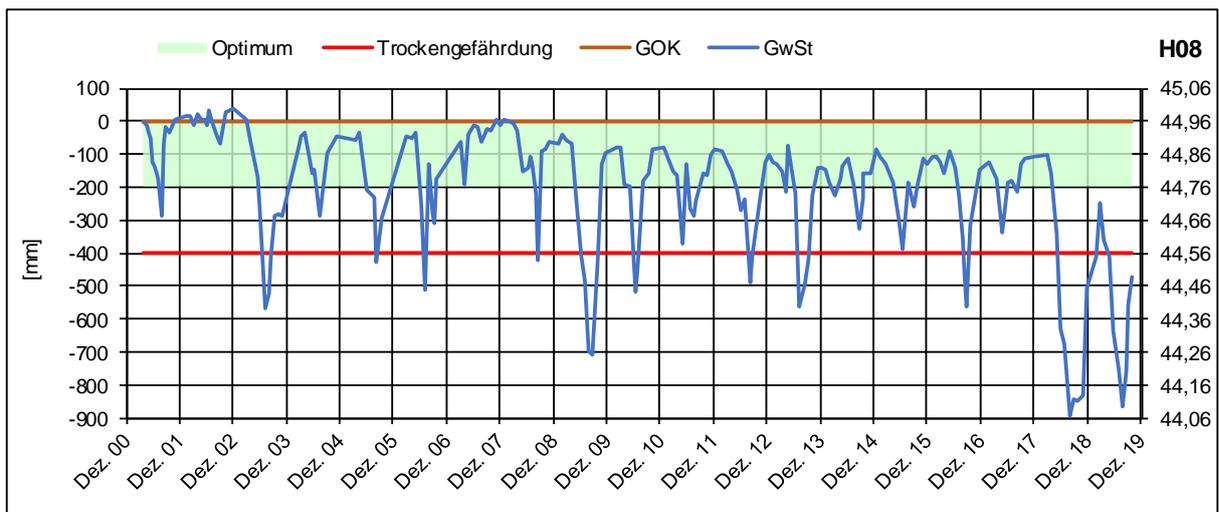


Abb. 52: Ganglinien an Pegeln der H-Region (H08)

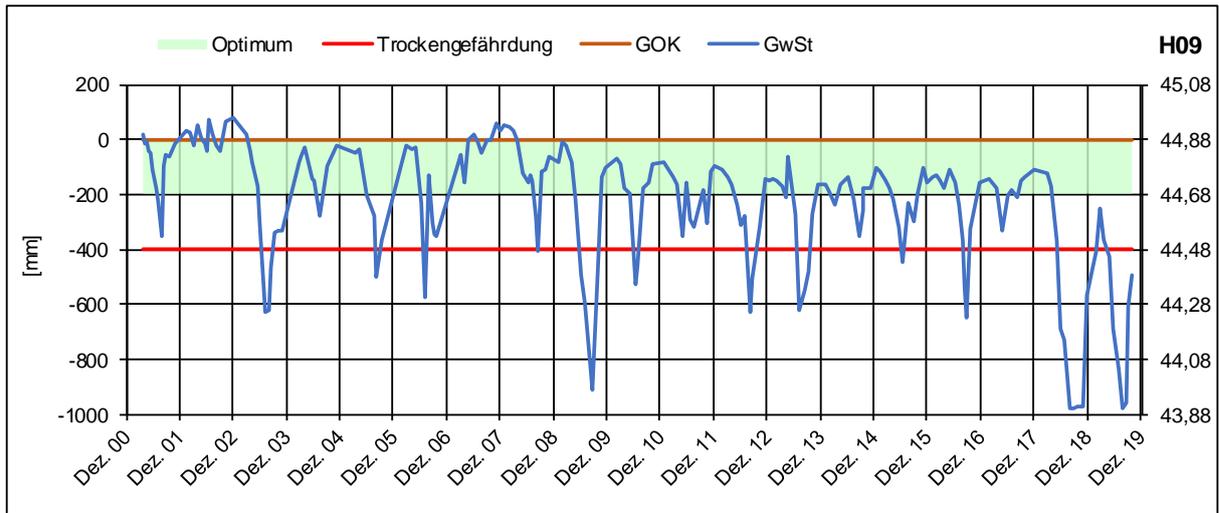


Abb. 53: Ganglinien an Pegeln der H-Region (H09)

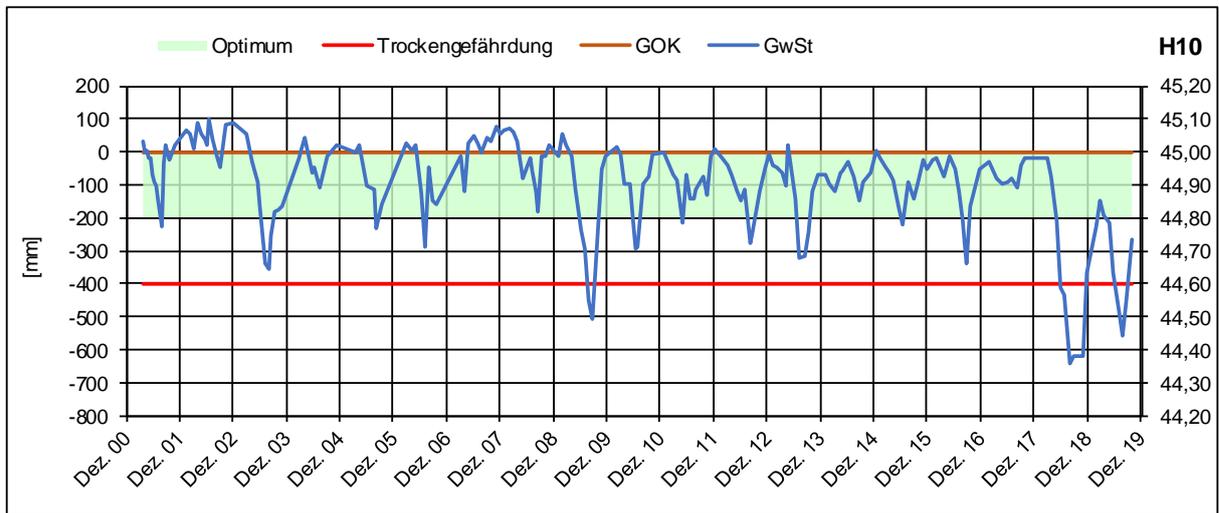


Abb. 54: Ganglinien an Pegeln der H-Region (H10)

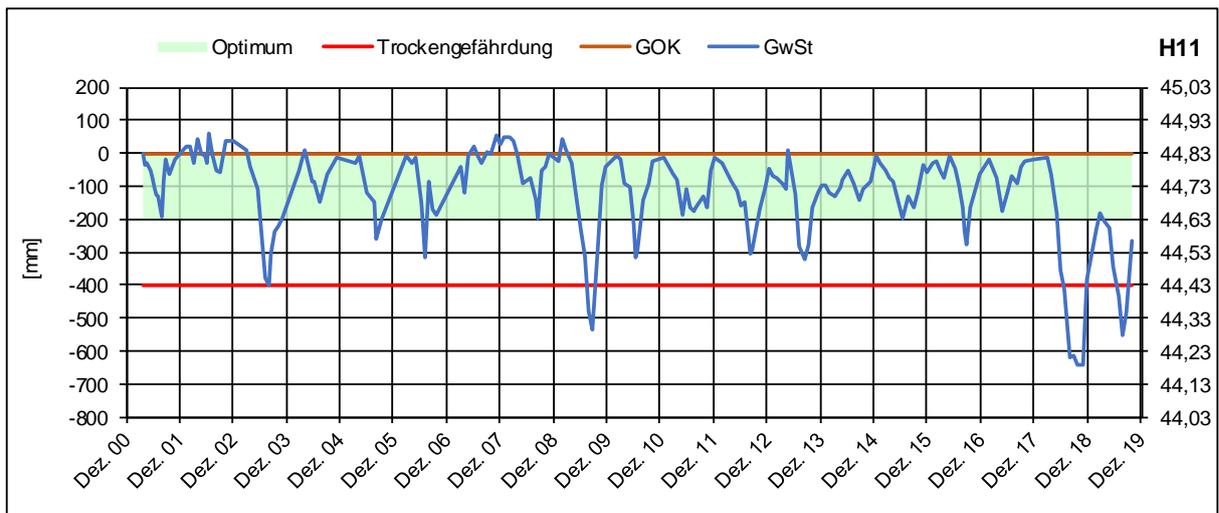


Abb. 55: Ganglinien an Pegeln der H-Region (H11)

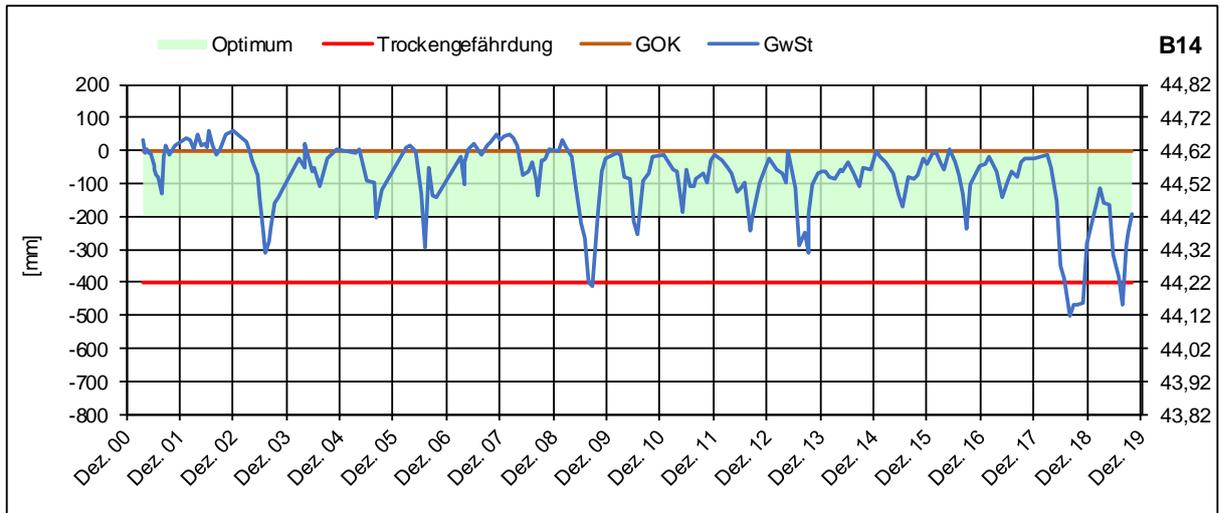


Abb. 56: Ganglinien an Pegeln der B-Region (B14)

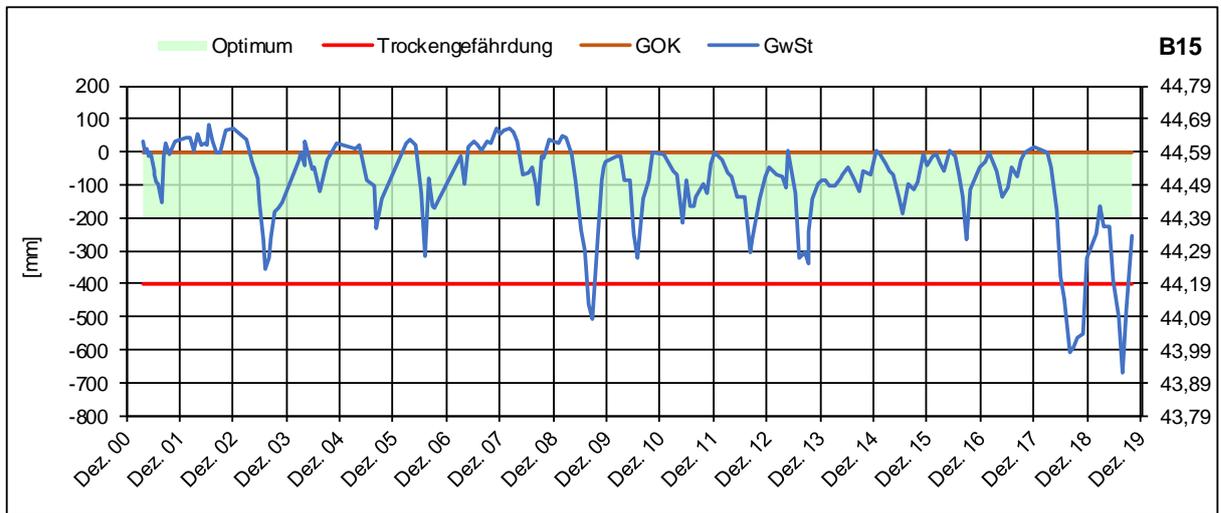


Abb. 57: Ganglinien an Pegeln der B-Region (B15)

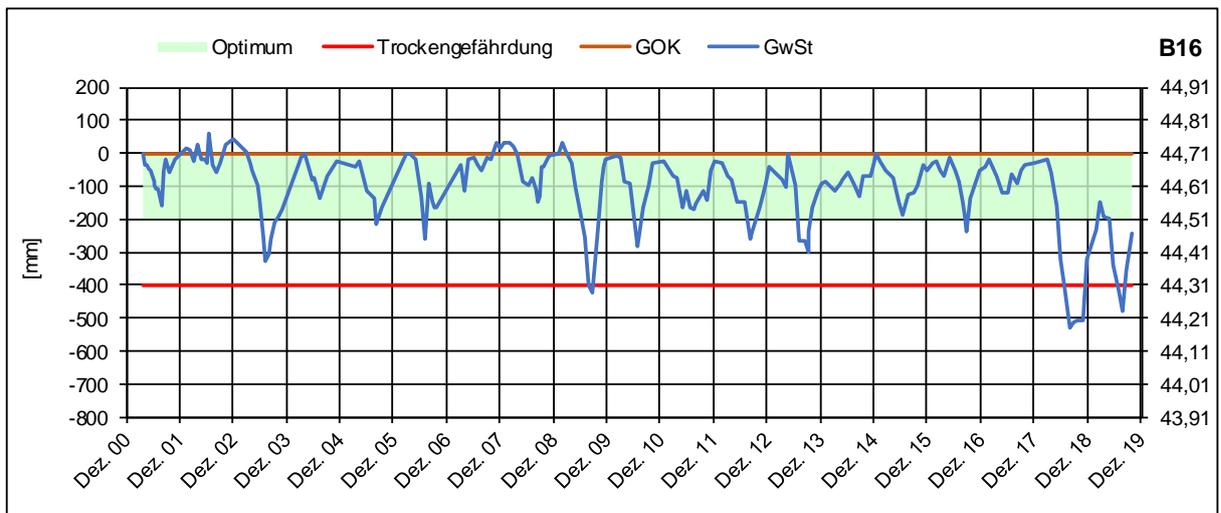


Abb. 58: Ganglinien an Pegeln der B-Region (B16)

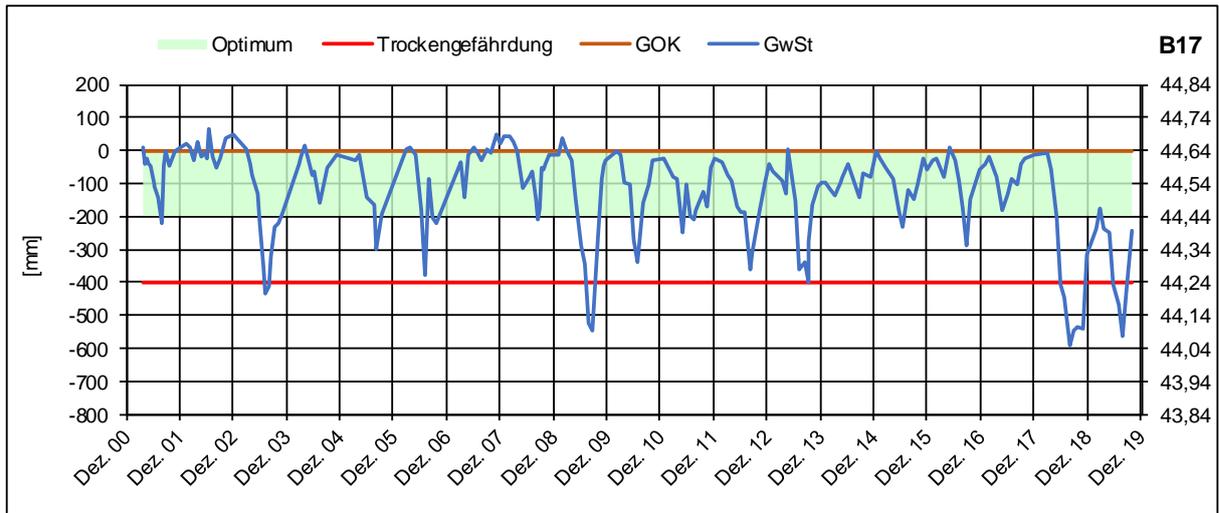


Abb. 59: Ganglinien an Pegeln der B-Region (B17)

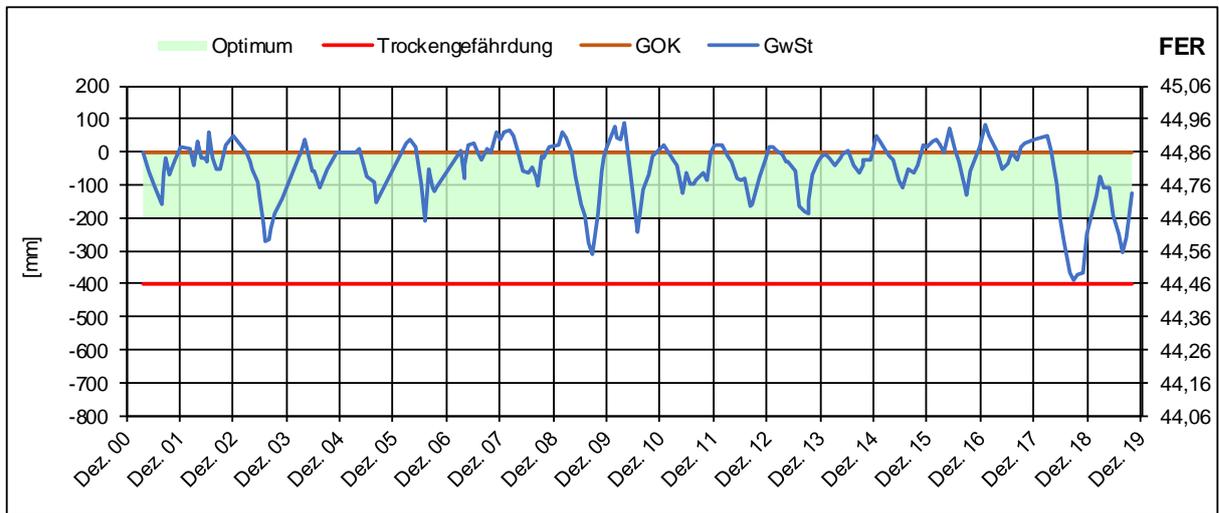


Abb. 60: Ganglinien an Pegeln in Moormitte (FER)

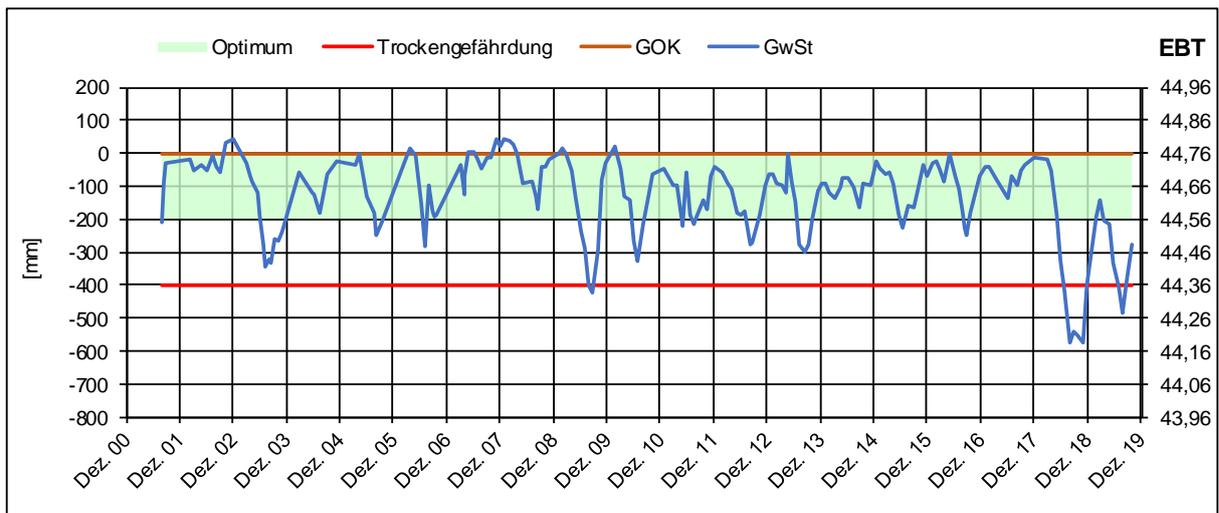


Abb. 61: Ganglinien an Pegeln in Moormitte (EBT)

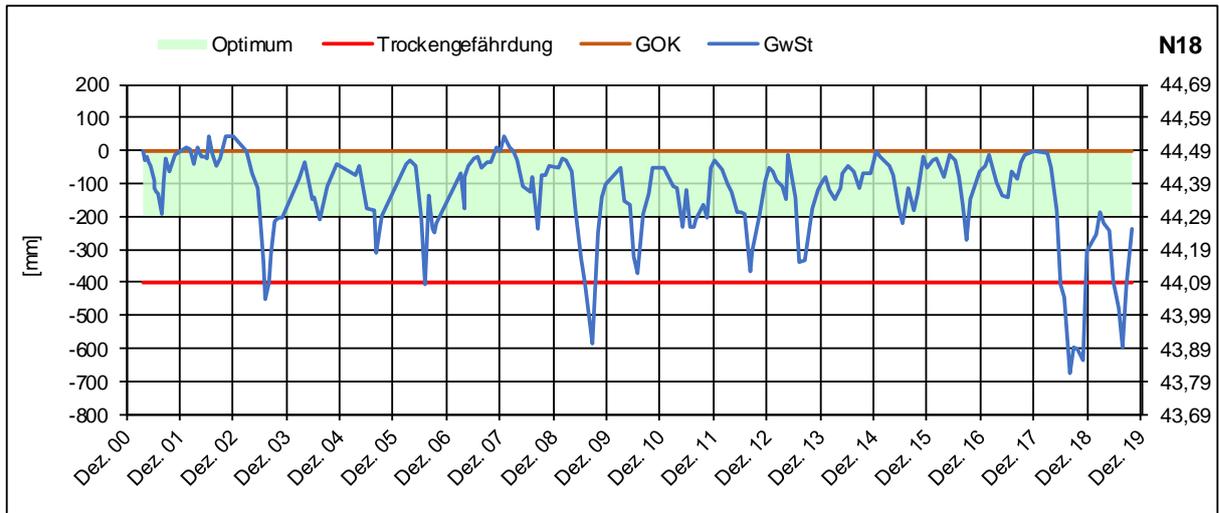


Abb. 62: Ganglinien an Pegeln in der N-Region (N18)

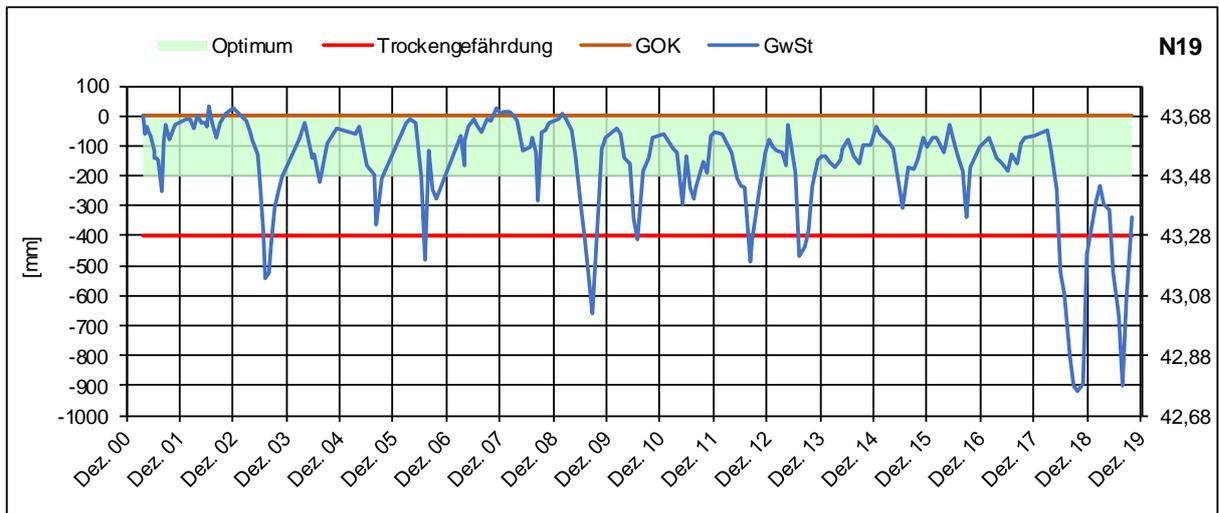


Abb. 63: Ganglinien an Pegeln in der N-Region (N19)

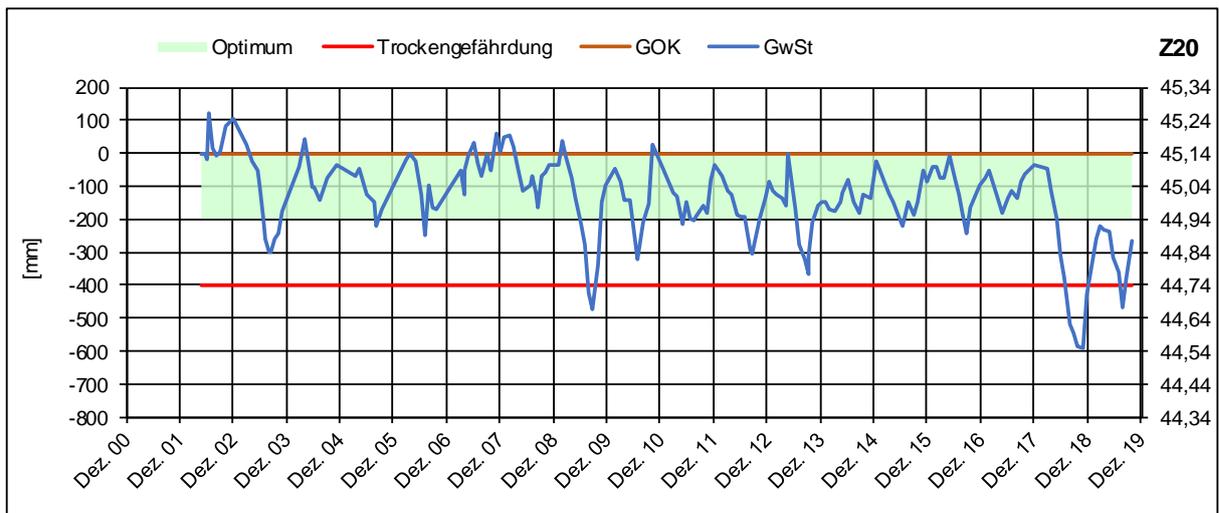


Abb. 64: Ganglinien an Pegeln in der Z-Region (Z20)

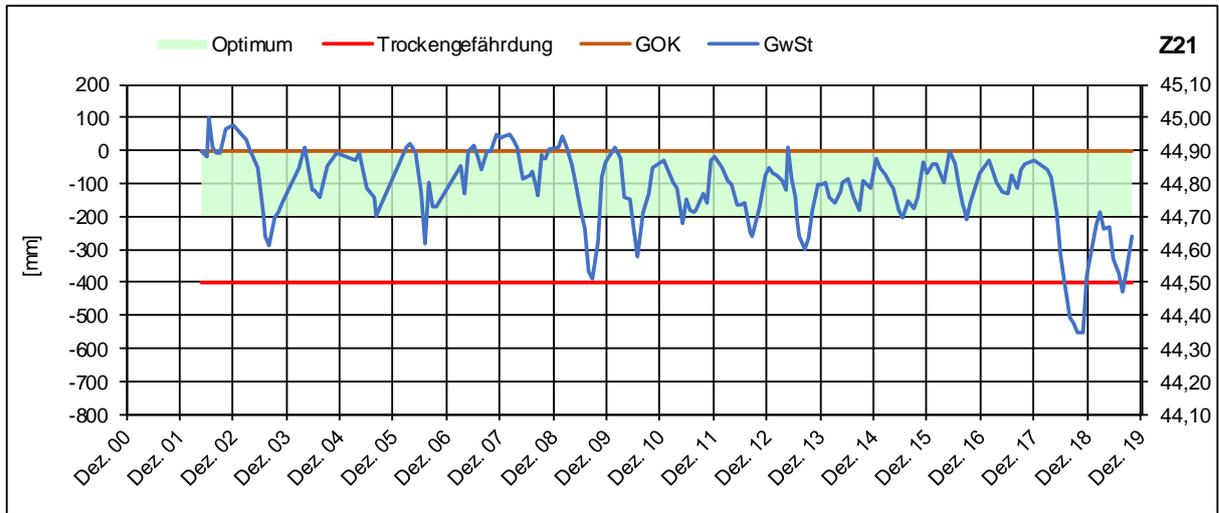


Abb. 65: Ganglinien an Pegeln in der Z-Region (Z21)

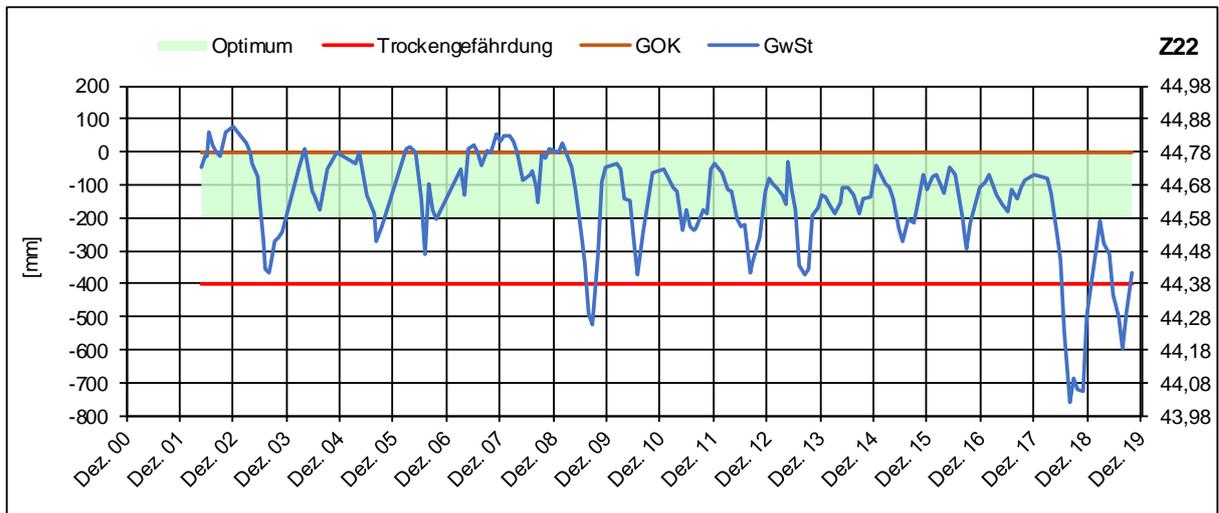


Abb. 66: Ganglinien an Pegeln in der Z-Region (Z22)

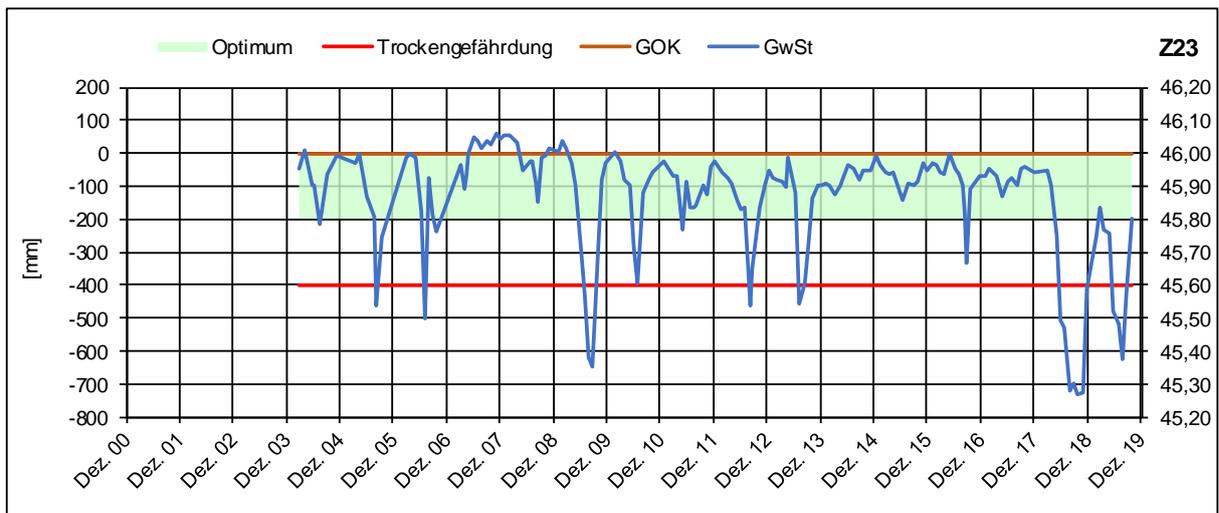


Abb. 67: Ganglinien an Pegeln in der Z-Region (Z23)

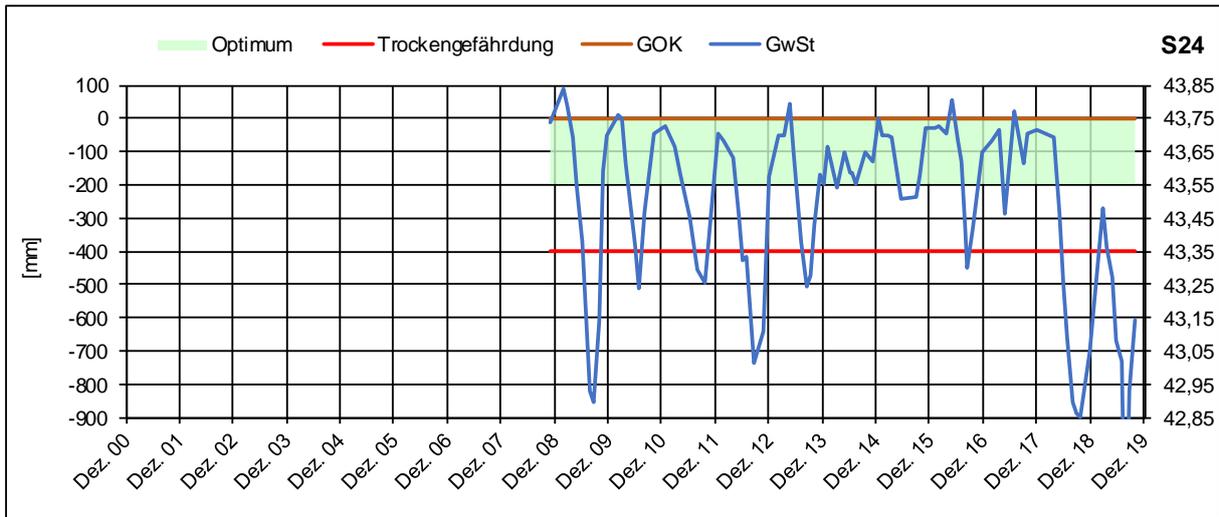


Abb. 68: Ganglinien an Pegeln in der S-Region (S24)

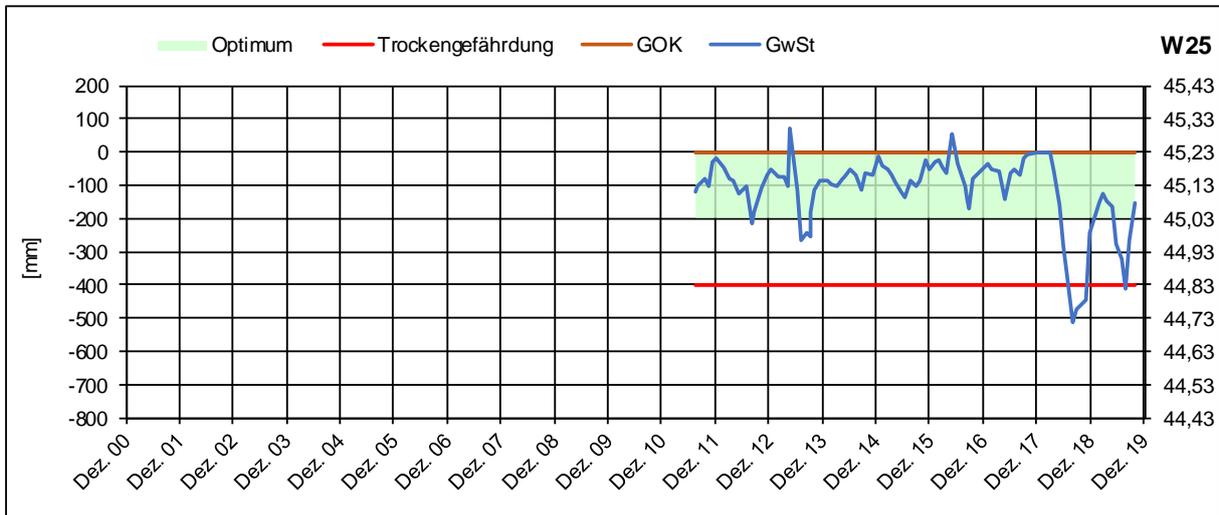


Abb. 69: Ganglinien an Pegeln in der westlichen Region (W25)

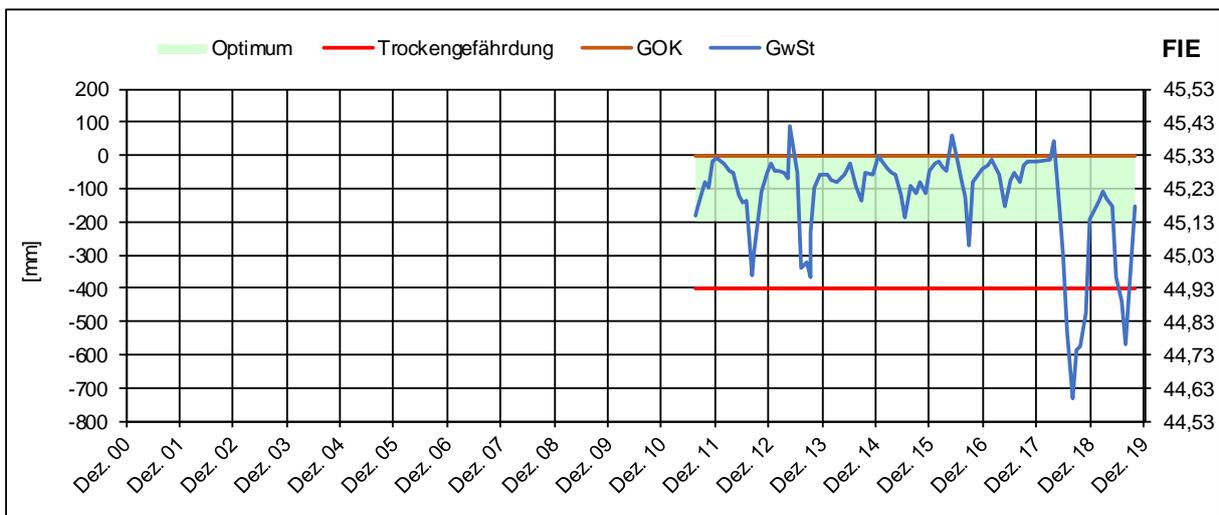


Abb. 70: Ganglinien an Pegeln in der westlichen Region (FIE)

3.3.2 Die Grundwassermessstellen K12 und K13

Bereits 2001 fiel auf, dass sich die Pegel K12 und K13 sehr ähnlich verhalten. Beide stehen in alten, tief ausgekuhlten Torfstichen mit geringen Restschichten von Alt-Torf und guter oberflächlicher Moorregeneration. Die Erkundung im Jahr 2001 durch H. Scherzer ergab bei K12 bis 1,10 m „jungen“ Torf, eine lockere Torfmasse, die sich nach dem Torfstich gebildet hat, der hier 200-300 Jahre zurückliegen kann.

Beim Pegel K13 wurde auch ein Wasserpolster innerhalb des „jungen“ Torfes festgestellt (siehe Heft 1; Gärtner/Scherzer, 2002).

Beide Pegel lagen 2001 in locker bewaldeten Bereichen. Bei K12 entwickelte sich inzwischen ein lichter Kiefernmoorwald mit einem Höhenzuwachs von ca. 2,50 m (Abb. 71). Bei K13 wurde nach Westen hin entkusselt.



Abb. 71: Umfeld am Messpegel K12 beim Einbau am 28.04.2001 (links) und 15.09.2019 (rechts)

Die Pegelstange von K12 wurde am 25.05.2002 ausgetauscht, um einen Datenlogger einzusetzen. Dieser war bis zur Ablesung am 12.10.2007 intakt. Eine Kontrolle 2009 ergab jedoch technischen Ausfall. Von diesem Zeitpunkt an wurde er wieder manuell abgelesen. Die Aufzeichnungen mit dem Datenlogger bei K12 sind in rot und die manuell durchgeführten Messungen sind in blau dargestellt (Abb. 72).

Als Ergebnis der vergleichenden Darstellung (Abb. 74) bestätigt sich die bereits 2001 getroffene Erkenntnis, dass sich die Grundwasserstände der Pegel K12 und K13 sehr ähnlich verhalten.

Die Periode mit Datenlogger bei K12 deckt die winterlichen Messlücken bei K13 ab und zeigt, dass im Winter längere Zeit ein höheres Gewässer-Niveau besteht als gelegentliche Handmessungen vermuten lassen. Ab 2007 wurde deshalb auch im Winter monatlich gemessen.

Beide Pegel laufen ab 2010 auf einem ca. 100 mm tieferen Niveau - offenbar infolge Sackung der Mooeroberfläche (alter Schwingrasen) im Trockensommer 2009. Die Tendenz war 2009-2017 geringfügig positiv. Der Gesamttrend 2001-2019 deutlich negativ.

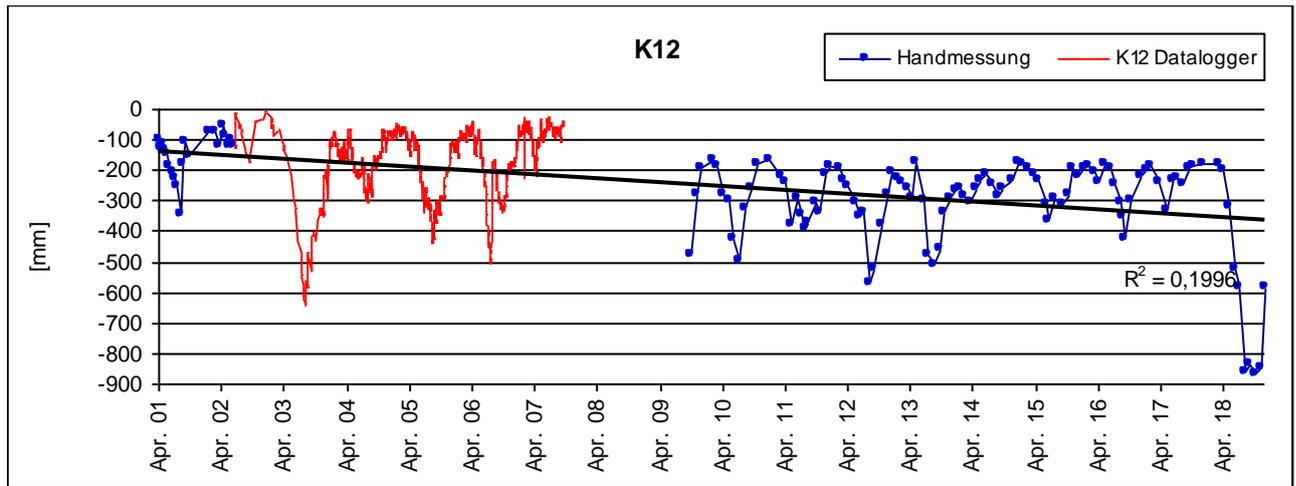


Abb. 72: Grundwasserstand Pegel K12 (rot: Datenloggermessung) und K13 (blau: Handmessung)

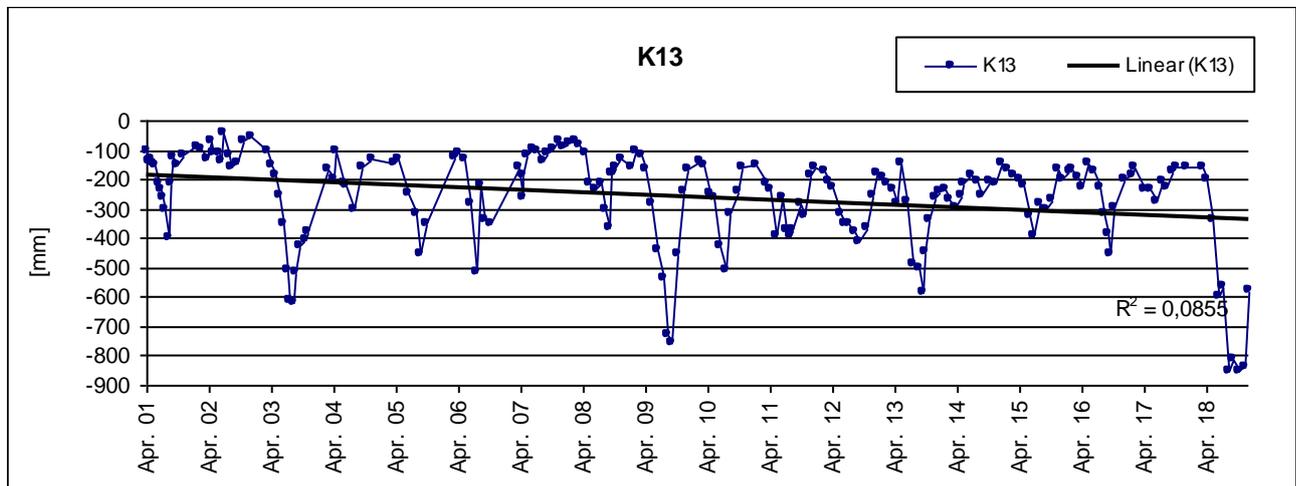


Abb. 73: Grundwasserstand Pegel K13 (Handmessung)

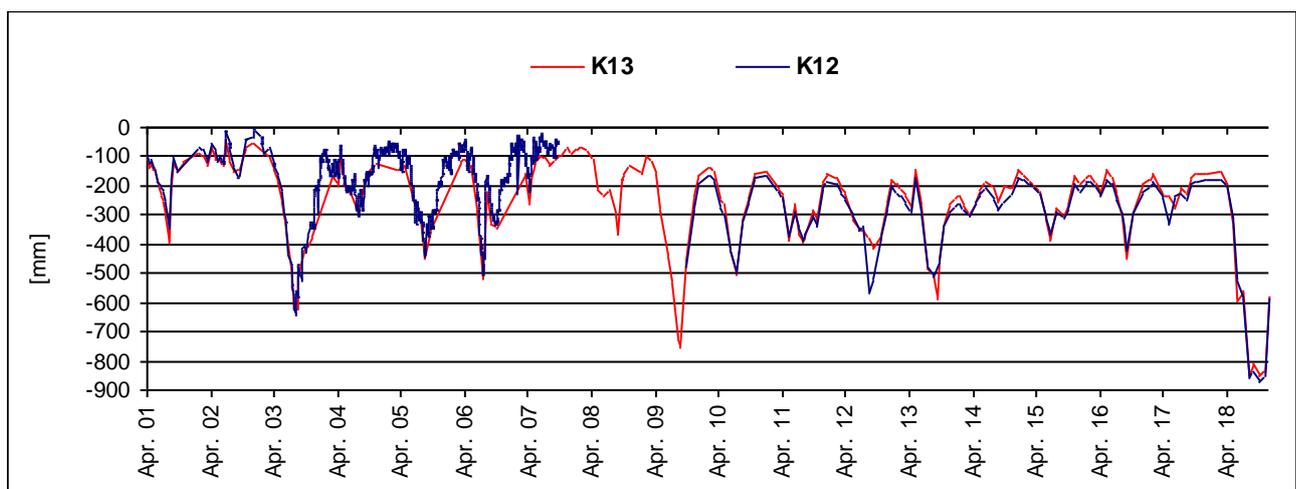


Abb. 74: Vergleich Grundwasserstand der Pegel K12 und K13 2001-2018

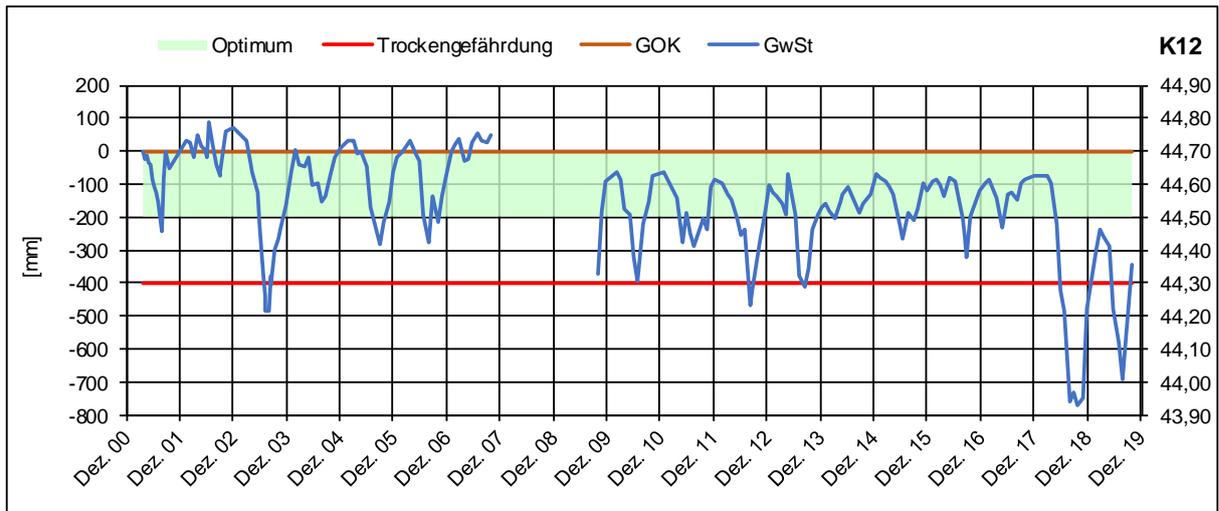


Abb. 75: Ganglinien an Pegeln der K-Region (K12)

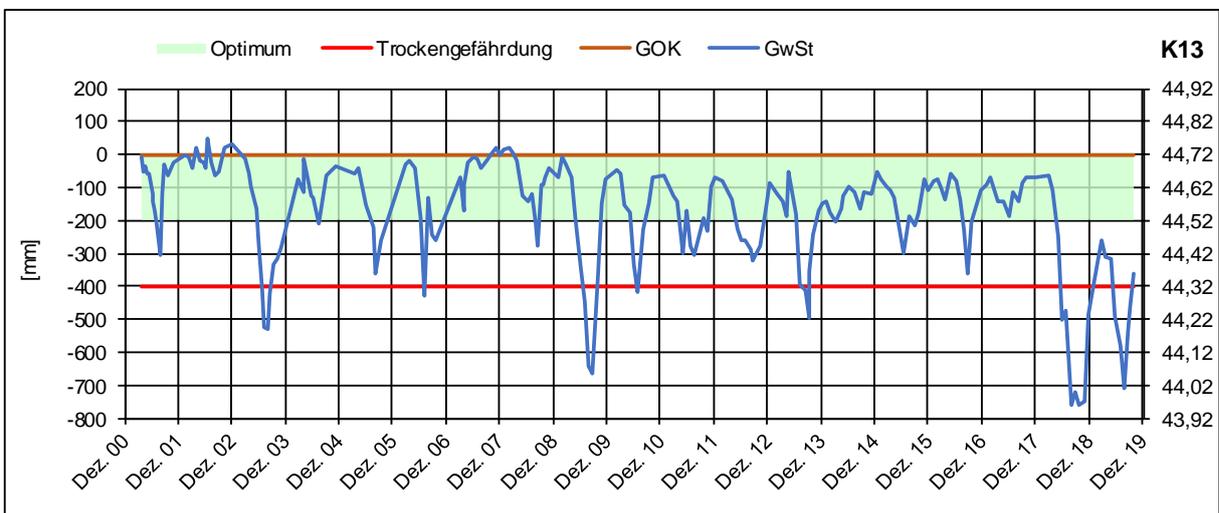


Abb. 76: Ganglinien an Pegeln der K-Region (K13)

3.3.3 Pegel D01, B14 und N18 (Darstellung nach Sandner NLWKN)

Anschaulicher werden die Ganglinien, wenn man die Pegelschwankungen zeitlich gestreckt als Oberfläche eines wasserhaltigen Geländekörpers darstellt.

Ausgewählt wurden 3 Pegel aus hydrologisch deutlich getrennten Regionen mit günstigen Konditionen. D01 südöstlich der Wasserscheide, B14 am Rande der B-Region im nordöstlichen Moorbereich, N18 am Ostrand der Torfstichrinne mit EBT.

Grün markiert sind die oberen 0,2 m unter GOK, wo das Torfmoos bei Wasserstand bis an Geländeoberkante optimale Wachstumsbedingungen hat.

Eine Trockengefährdung ist bei mehr als -0,4 m Absenkung des Grundwasserstandes unter GOK zu erwarten.

Auch die Dicke der Torfschicht über dem mineralischen Untergrund kann dargestellt werden.

Die Pegelschwankungen sind bei N18 mit 0,8 m Torf wesentlich stärker als bei D01 mit 1,5 m und bei B14 mit 1,15 m Torf.

Im Trockensommer 2003 wird die Marke der Trockengefährdung nur bei N18 erreicht, 2009 deutlich unterschritten.

N18 weist nach diesem Wasserverlust bis 2015 abgesunkene, stark schwankende Wasserstände mit schlechteren Bedingungen für Mooswachstum auf.

Ab 2014 ergeben sich dann wieder günstige Wasserstände. In den Jahren 2018 und 2019 findet jeweils ab Mai überall ein starkes Absinken der Grundwasserstände statt.

Die nachfolgenden Graphiken zeigen die oben erwähnten wesentlichen Parameter für die drei Pegelstandorte D01, B14 und N18 jeweils für die Epoche 2001 bis Ende 2009 und für die Epoche 2010 bis zum Ende des hydrologischen Jahres 2019“.

Legende:

	Grundwasserstand des Hochmoores (GwSt)
	Optimum Mooswachstum
	mineralischer Untergrund
	Trockengefährdung

Hydrologische Studien im Naturschutzgebiet Helstorfer Moor (Heft 3)

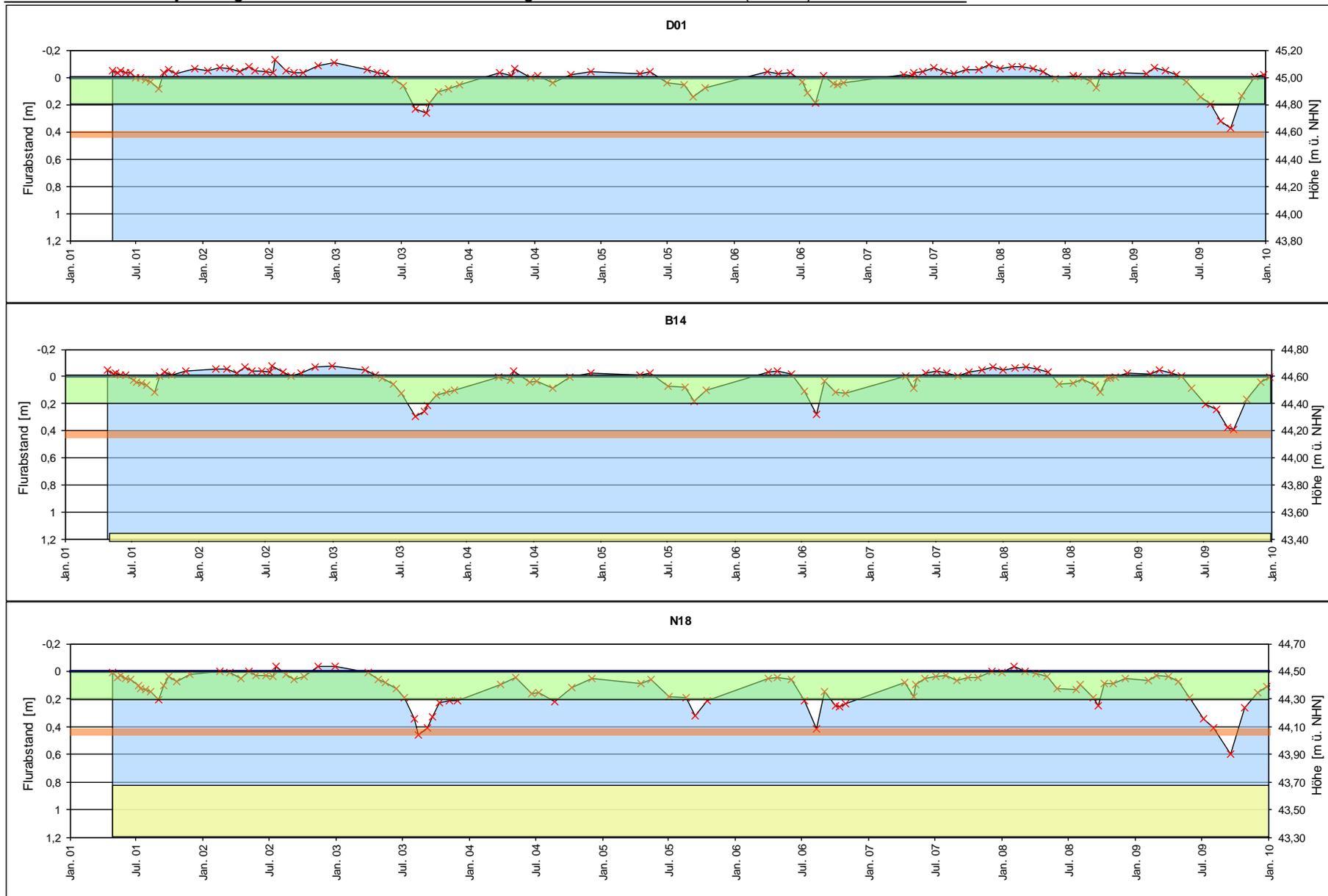


Abb. 77: Pegel D01, B14, N18 GwSt 2001-2010

Hydrologische Studien im Naturschutzgebiet Helstorfer Moor (Heft 3)

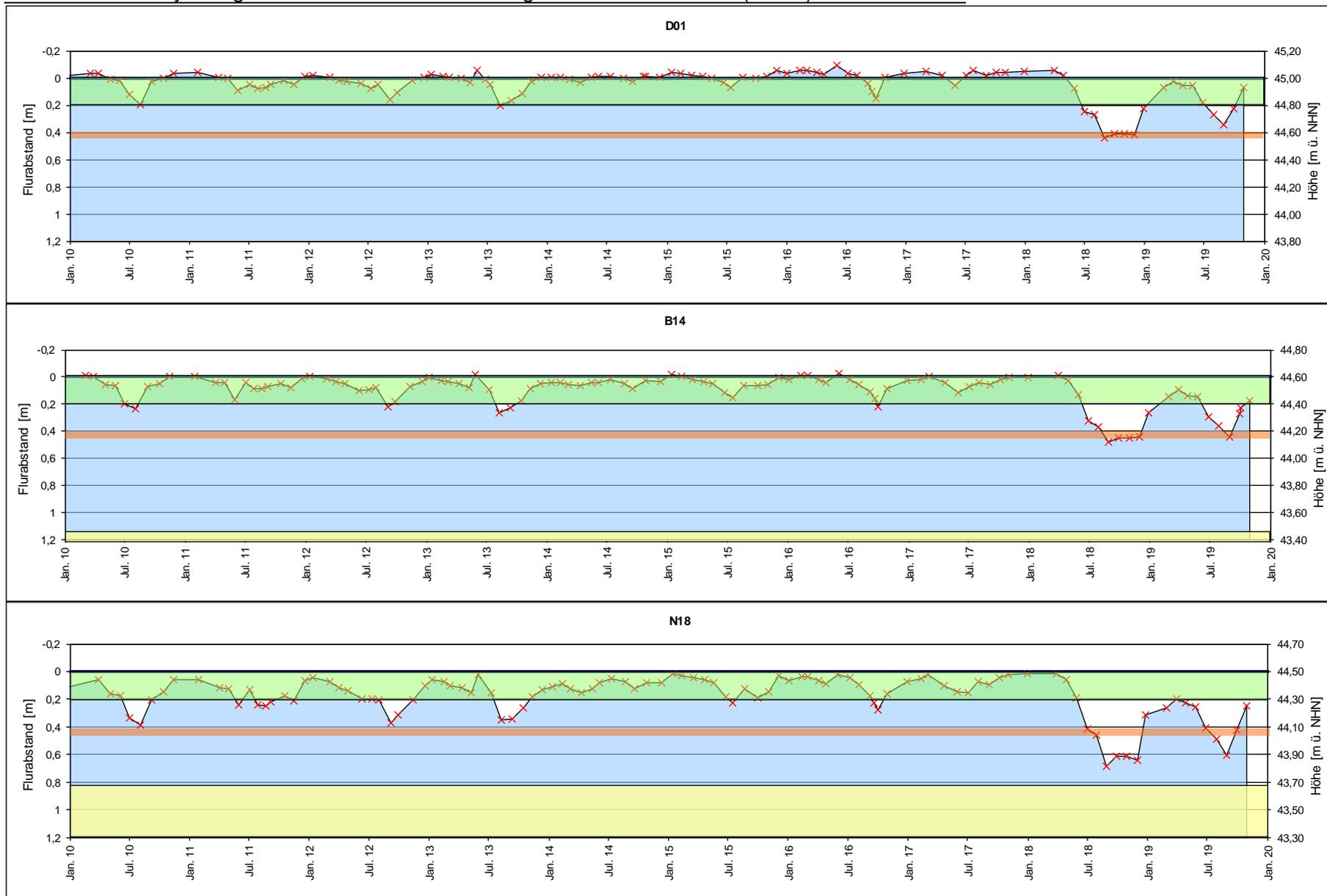


Abb. 78: Pegel D01, B14, N18 GwSt 2010-2019

3.3.4 Gewässer- und Moosabstand 2012-2019

Auf Anregung von M. Bechtold (Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig) wurde im März 2012 begonnen, zusätzlich zu den Grundwasserständen, direkt neben dem Pegelrohr die Oberfläche der anstehenden Vegetation, meist Torfmoosrasen, zu messen. Diese Moor-Oberfläche wird im Folgenden als „Moos“ bezeichnet. Sie unterscheidet sich wesentlich von der „GOK“ (Gelände-Oberkante), die zutreffend als Geländeniveau bezeichnet werden kann und bei unebenem Gelände gemittelt wird.

Im Handtorfstich bestehen dicht nebeneinander verschieden hohe Oberflächen (Fahrdamm, nur oberflächlich abgetorfte Flächen, Torfbank, tiefe Torfkuhle), so dass die GOK recht willkürlich festgelegt werden muss. Nur die POK (Pegel-Oberkante) ist bei fester Verankerung im mineralischen Untergrund ein Fixpunkt.

Die genaue Höhenvermessung über Normalhöhennull (NHN) erfolgte erst 2007 durch Dr. Meyer (Firma Heidt und Peters) und durch H. Scherzer 2015, wobei sich eine gute Übereinstimmung der Messwerte ergab. Die Messung zur Höhenbestimmung der POK über NHN erfolgte direkt auf dem Pegelrohr. Die Höhe der GOK wurde als eine mittlere Geländeoberfläche ermittelt und auf der Basis des Bezugspunktes POK berechnet (s. Tabelle im Abschnitt 3.1). Die Messung des Gewässer- und Moosabstands erfolgte jeweils von der Pegeloberkante. Bei flutenden Torfmoosen sind beide Werte gleich.

Die Moos-Oberflächen neben den Pegeln erwiesen sich im Laufe der 8 Messjahre bezüglich ihrer Höhenlage als recht variabel. Dabei ergibt sich an den verschiedenen Pegeln das vollständige Spektrum zwischen synchroner Bewegung **parallel** zum Moorwasserstand (s. Pegel EBT) und langanhaltend planem Niveau **unabhängig** vom Grundwasserstand (s. Pegel FIE).

Die Oberflächenbewegungen im Moor werden als „Oszillation“ oder als „Mooratmung“ bezeichnet. Damit sind die vom Wasserstand abhängigen Auf- und Ab-Bewegungen der Mooroberfläche gemeint.

Schwingrasen führen nicht nur beim Betreten Schaukelbewegungen aus, sondern folgen auch den langfristigen, klimabedingten Grundwasserschwankungen. Sie sind im Moor auf ehemalige Torfkuhlen verbreitet. Oft lässt sich unter der schwankenden Oberfläche ein **Wasserkissen** nachweisen, auf dem der Torfmoosrasen schwimmt. Für den notwendigen Auftrieb sorgt die aktive Luftfüllung in lebenden Wurzeln von Wollgräsern und Schnabelried.

Der Schwingrasen über Torfstichen ist oft randlich (an der „Torfbank“) fixiert und dadurch eingeschränkt beweglich. In sehr alten Torfstichen, wie sie im Moorrandbereich überwiegen, kann das Wasserkissen mit junger Torfmasse ausgefüllt sein. In Trockenphasen kann es zum langzeitigen Aufsitzen mit Verwurzelung und Fixierung kommen.

Bei erneuter Erhöhung des Wasserstandes droht die Überstauung, die Bulttorfmoose (wie z.B. Sphagnum magellanicum) schädigen würde. Oft reißen die oberen Schichten aber ab, schwimmen auf und bilden einen neuen beweglichen Schwingrasen.

Im Sommer und Herbst 2018 sackten bei anhaltender Trockenheit mit den stark sinkenden Wasserständen auch die Moosoberflächen an allen Pegeln ungewöhnlich stark ab. Erst Regen im Dezember 2018 und März 2019 sorgten für einen vorübergehenden Anstieg der Wasserstände und geringem Anstieg der Moosoberflächen. Bis September 2019 ergab sich ein erneuter Abschwung.

Jüngere Schwingrasen wie bei den Pegeln FER und EBT folgen dem Grundwasserstand fast synchron bis zu 44 cm. Schwingrasen auf gut erhaltenem Wasserkissen z.B. Z20 bewegen sich 30 cm.

Alte Schwingrasen wie bei D00 und B16 15 bis 20 cm. Sogar Moosrasen, die in Normaljahren keine Oszillation zeigten – wie zum Beispiel beim Pegel H08 und Fieberklee - sind etwas abgesenkt.

Vorher schnell wachsende Bulten wie bei D03 und H11 stellen das Höhenwachstum ein und werden flacher. Die vorher beweglichen Schwingrasen schmiegen sich der älteren, durch Torfstich modellierten Oberfläche an. Die alten nutzungsbedingten Strukturen mit tiefen Kühlen und höheren Bänken werden wieder sichtbar.

Besonders deutlich wird dies an einer durch Windwurf freigelegten Kuhle nahe dem Pegel B14 (Abb. 8). Die durchwuzelte Jungtorfschicht wurde von den umgewehten Bäumen senkrecht aufgestellt. Darunter kommt eine sorgfältig ausgeformte, rechteckige Torfstichbank zum Vorschein. Das Mindest-Alter des Torfstiches konnte anhand der Kiefern auf 60 Jahre bestimmt werden. Die offen gebliebenen Nachbarkühlen sind auf dem Luftbild von 1960 sichtbar. Zu dieser Zeit war die jetzt aufgedeckte Kuhle bereits überwachsen und ist somit wesentlich älter.

Ob es sich bei der erheblichen Absenkung der Oberflächen um eine irreversible „Sackung“ oder eine ungewöhnliche „Oszillation“ handelt, die in nasseren Jahren wieder ausgeglichen wird, werden Messungen in den Folgejahren zeigen. Im Folgetrockenjahr 2019 haben sich die Moosoberflächen gegenüber 2018 wenig bewegt.

In den 8 Beobachtungsjahren zeichnen sich im Rückblick drei Mooswachstumsphasen ab:

- 2012-2013: Erholungsphase nach Trockenheit im Jahr 2009
- 2014-2017: Verstärktes Mooswachstum beginnend im feuchten Sommer 2014 bis hin zum Winter 2017
- 2018-2019: zwei langanhaltende Trockenperioden mit reduziertem Mooswachstum und Sackungserscheinungen durch Grundwassertiefstand

Diese an den Pegeln direkt beobachteten Verläufe wurden an einigen Pegeln durch

- die zunehmende Bewaldung mit Hemmung des Mooswachstums (K12),
- durch Wühleingriffen von Wildschweinen direkt am Pegelrohr (z.B. W25) und
- auch durch gut gemeinte Pflegeeingriffe (B17) gestört.

Das verstärkte Mooswachstum war an einigen Pegeln dadurch besonders deutlich, dass sich Moosbulten formierten und sogar die Pegeloberkanten überwallte (H11). An einigen Pegeln war ein Wechsel des Torfmooses hin zum Bulttorfmoos *Sph. magellanicum* festzustellen (D03).

Im Folgenden werden die Schwankungen des Grundwasserstandes und der Moosoberfläche an den einzelnen Pegel mit Bezug zur Pegeloberkante dargestellt und kommentiert.

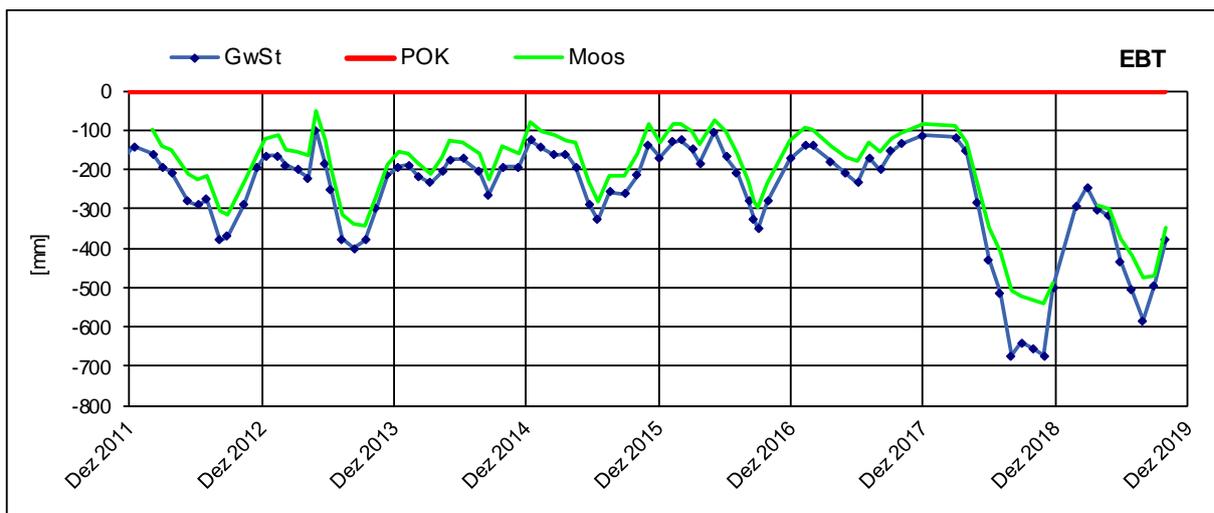


Abb. 79: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel EBT

Am Pegel EBT (Ebert'sche Eisenstange) ergeben die Messungen eine synchrone Bewegung von Moos- und Wasseroberfläche (GwST). An der Geländeoberfläche wächst ein Torfmoos-Wollgras-Schnabelried-Schwingrasen mit einigen kleinen Kiefern, der beim Betreten stark schwankt. Im

Jahresverlauf beträgt die Oszillation bis 44 cm. Er schwimmt auf einem etwa 50 cm dicken „Wasserkissen“. Der Abstand Grundwasser – Moos-Oberfläche ist stetig + 5 cm.

Die Pegelstange EBT markiert auch eine Vegetationsaufnahme von 1987. Der Vergleich alter Daten zum aktuellen Bewuchs zeigt eine Massenausbreitung des Weißen Schnabelrieds.



Abb. 80: Umgebung des Pegels FER am 30. März 2019 (Vergleichsfoto 1)



Abb. 81: Umgebung des Pegels FER am 06. August 2019 (Vergleichsfoto 2)

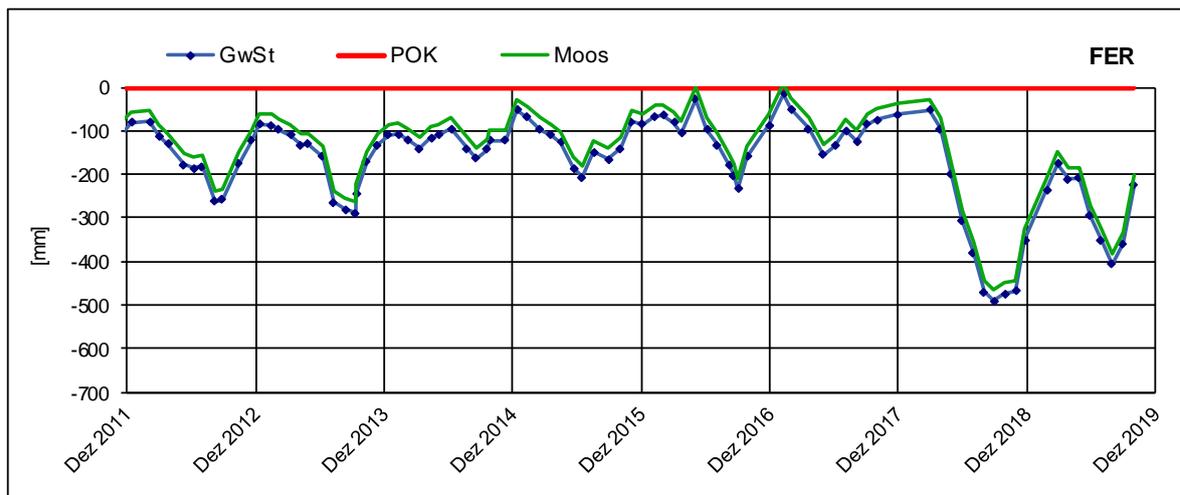


Abb. 82: Gewässerstand am Messpegel FER

FER steht in der Mitte eines offenen Hochmoortümpels mit **flutendem** Torfmoos und Schwingrasen-Umgebung, die wie bei Ebert von Weißem Schnabelried (LRT 7150) dominiert ist. Auch hier bewegt sich die Vegetationsdecke um 44 cm.

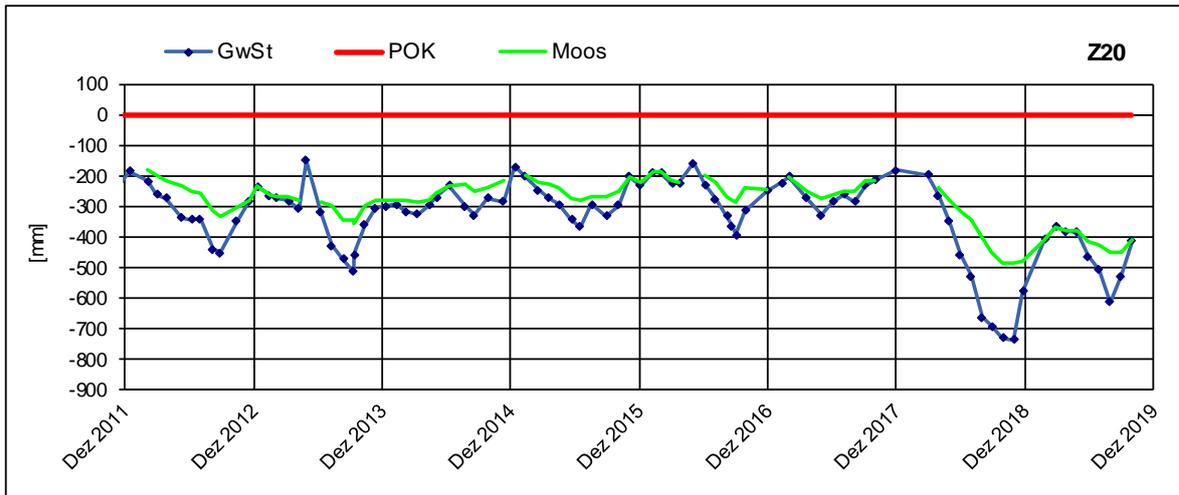


Abb. 83: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel Z20

Z20 steht in einer Rinne mit bewaldeter Umgebung und zeigt eine schwach wachsende, oszillierende Torfmoosdecke über einem dicken Wasserkissen. In den Jahren 2018 und 2019 lag die bewegte Moosoberfläche etwa - 25 cm tiefer als in den Vorjahren.

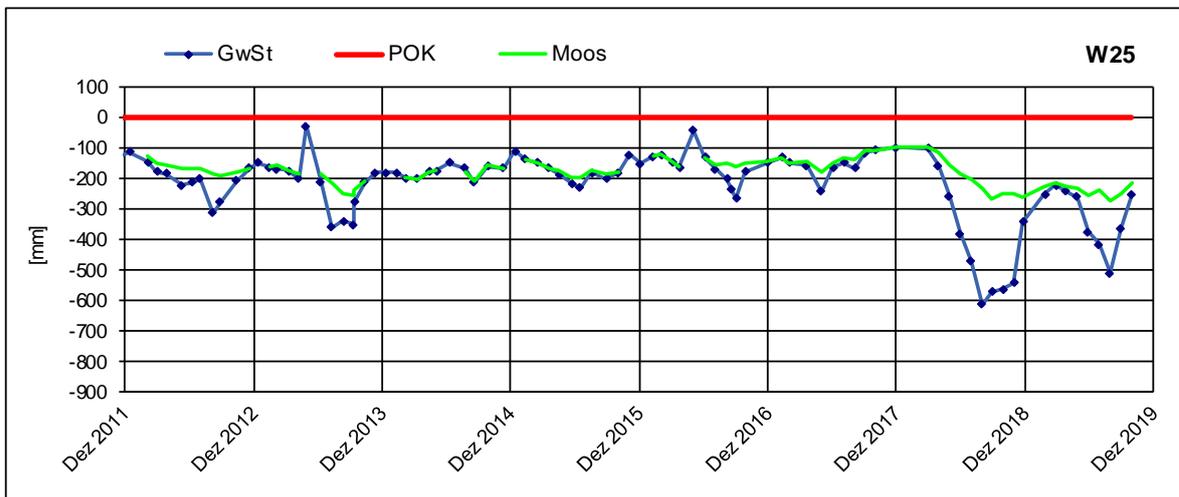


Abb. 84: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel W25

Der Wollgras - Schwingrasen um W25 wurde von Wildschweinen zerstört, die selektiv die Wollgräser herausreißen und die Speicherknolle verzehren. Hier wächst lange nur flutendes Torfmoos (*S. cuspidatum*).

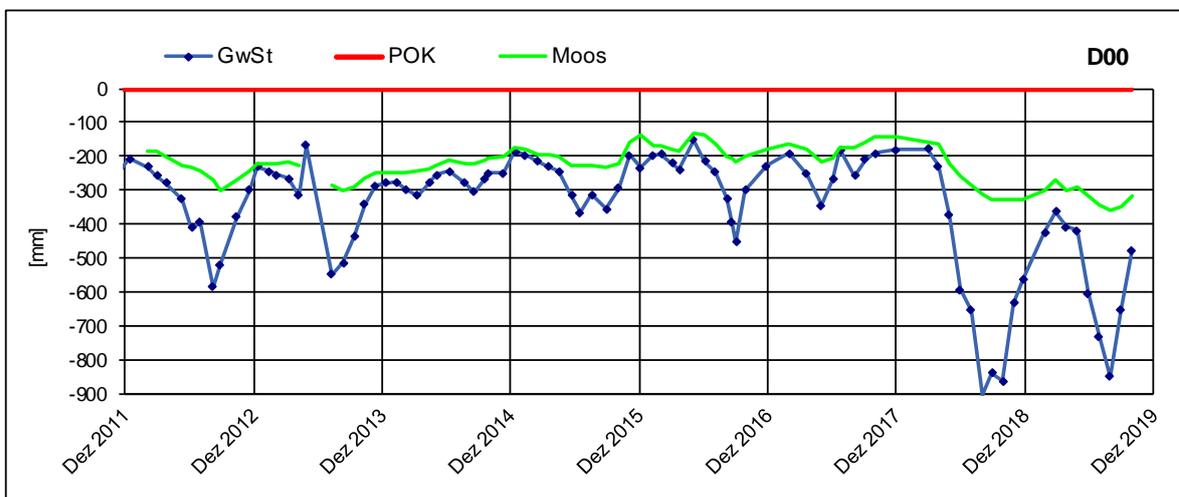


Abb. 85: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel D00

Der Moosrasen bei D00 reagiert noch deutlich auf GW-Schwankungen. Obwohl der Torfstich sehr alt ist, ist ein Wasserkissen vorhanden. Die Oszillation wird durch Verwurzelung und Auflast etwas gehindert, so dass kurzfristige Überstauungen vorkommen. Das Mooswachstum hat eine positive Tendenz. Große Bulte von *Sphagnum magellanicum* wachsen in der Nachbarschaft. In den Jahren 2018/2019 findet sich eine starke Oszillation.

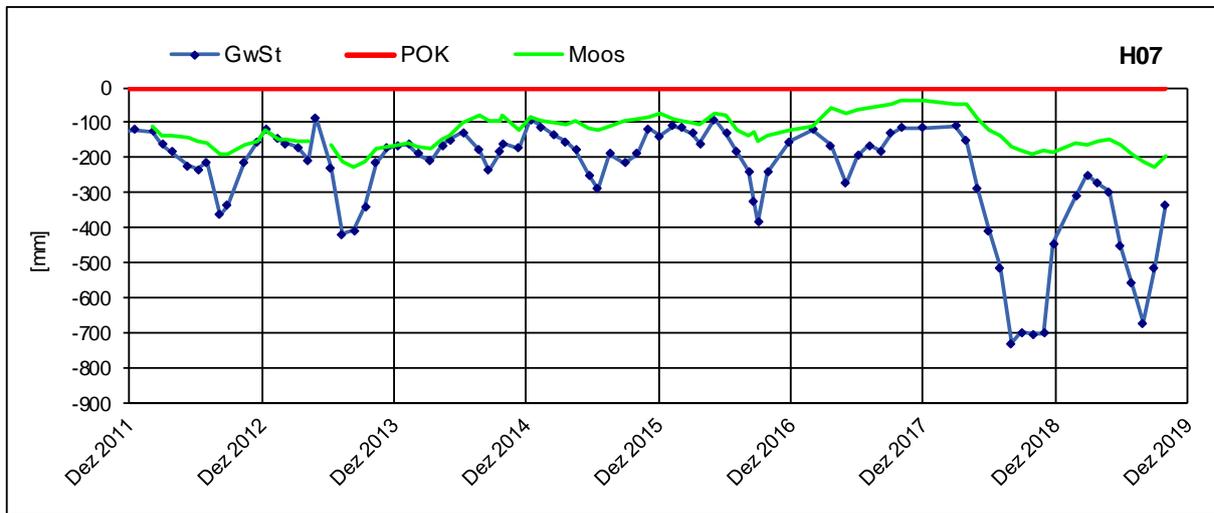


Abb. 86: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel H07

Bei H07 bestand bis Sommer 2014 eine dünne schwankende Moosoberfläche. Seither ist ein deutlich besseres Mooswachstum zu beobachten mit Ausbildung eines jungen Bults (2017), der dem Gewässerstand nicht mehr folgt. 2018/2019 wieder erhebliche Oszillation.

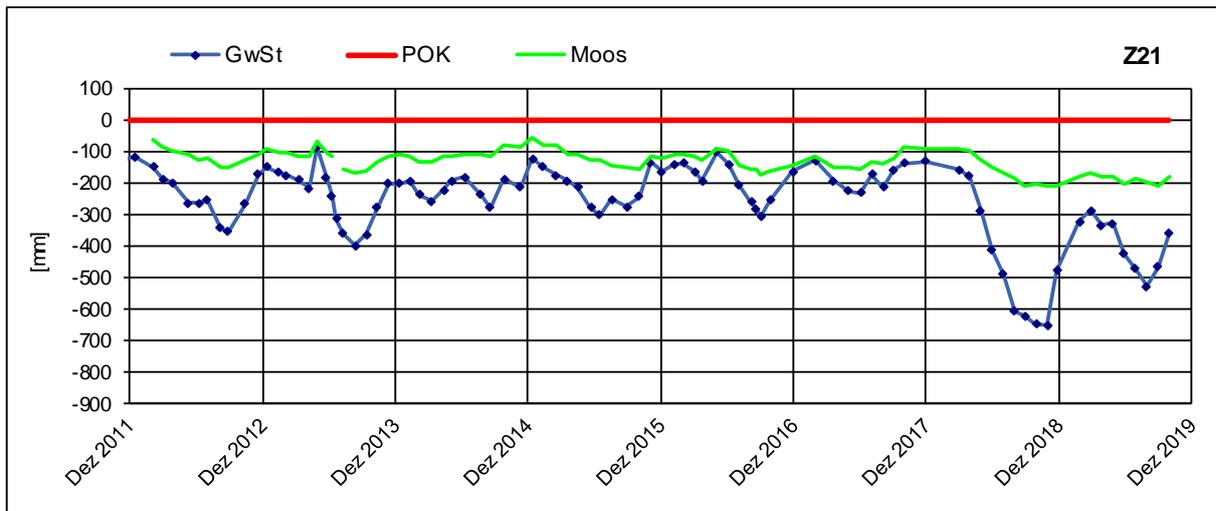


Abb. 87: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel Z21

Z21 wurde 2002 am Rande eines Torfstichs mit dickem Schwingrasen eingebaut. Die Moosoberfläche folgt noch deutlich den Grundwasser-Schwankungen (s. auch Gärtner/Scherzer 2007). Die Oszillation wird 2018/2019 durch die Torfbank begrenzt. Weiter im alten Torfstich ist sie deutlich stärker.

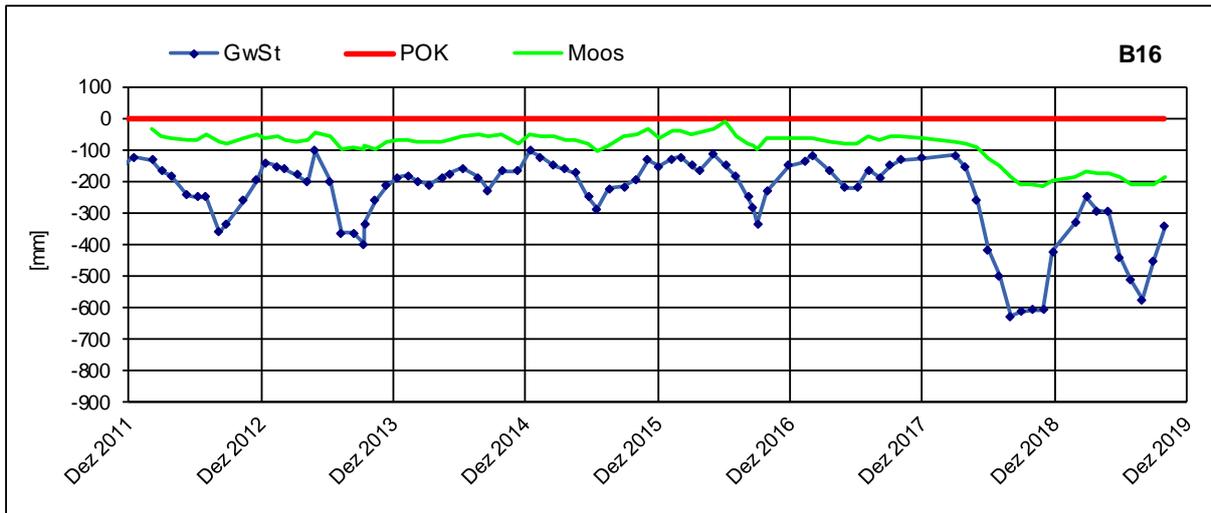


Abb. 88: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel B16

B16 steht in einem dicken, aber noch schwankenden Torfmoos-Schwingrasen mit überwiegend *Sph. magellanicum*. Deutliche Oszillation (2018/19) bei noch vorhandenem Wasserkissen.

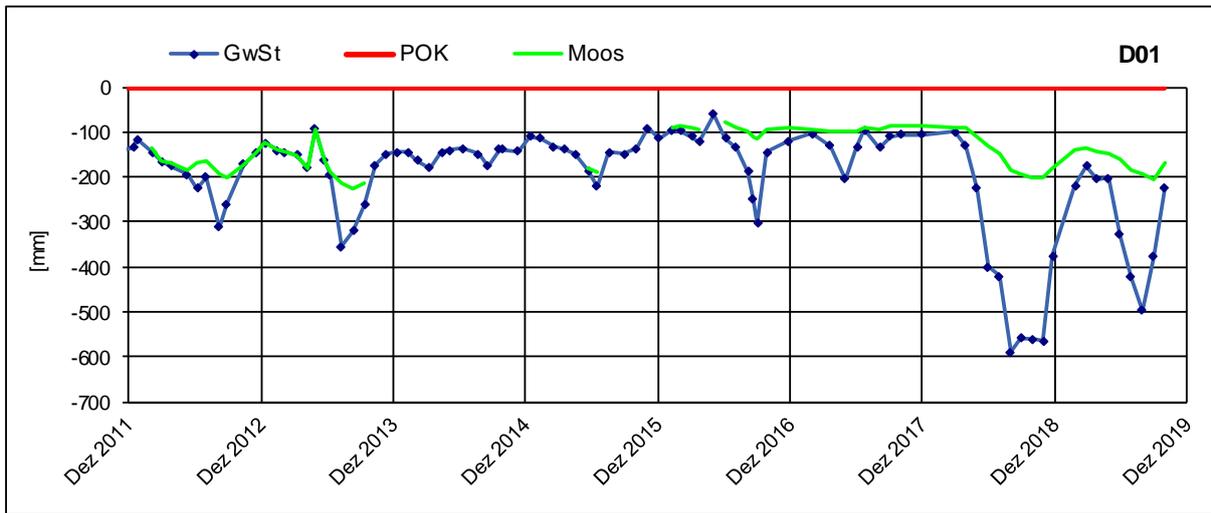


Abb. 89: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel D01

Pegel D01 steht in einem alten Torfstichgelände mit viel Wollgras mit unregelmäßiger Torfmoosbedeckung. Erst seit 2016 hat sich unmittelbar neben dem Pegelrohr ein dauerhafter Torfmoosrasen etabliert, der 2018/19 deutlich oszilliert..

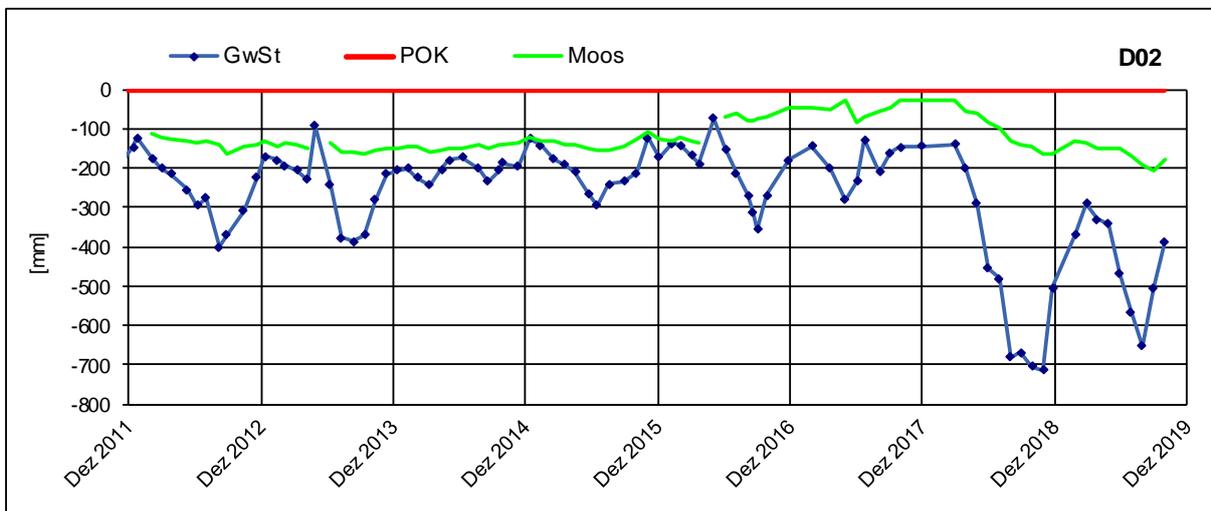


Abb. 90: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel D02

D02 steht in einem wüchsigen Torfmoosrasen mit geringer Oszillation, der 2016/2017 fast bis zur POK aufgewachsen ist. Infolge der niedrigen Wasserstände 2018/19 sackt der Moosrasen zunehmend ab.

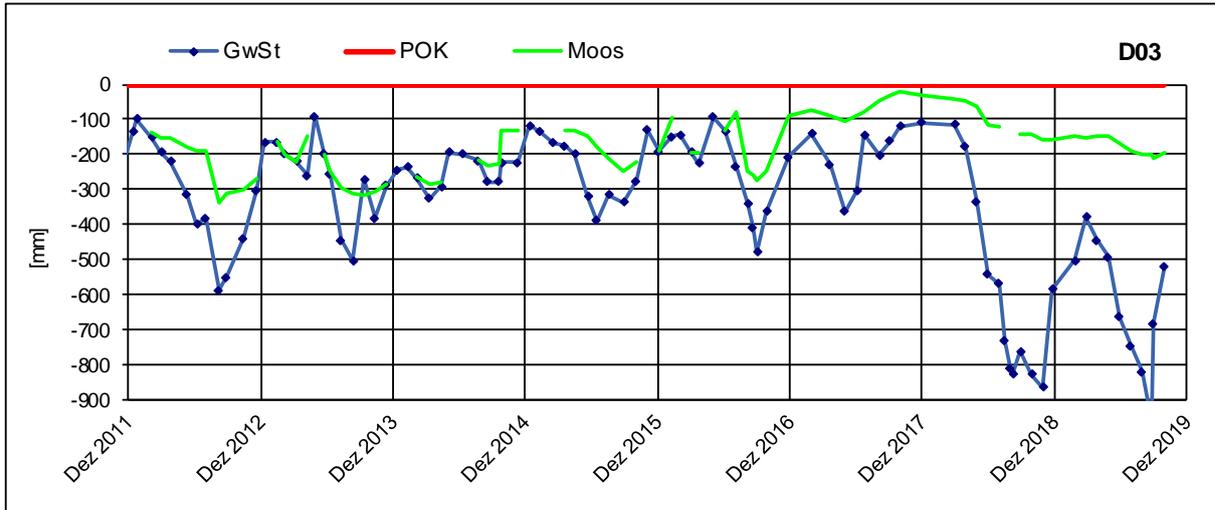


Abb. 91: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel D03

Bei D03 weist die Moosoberfläche in Anpassung an die erheblichen Wasserstands-Schwankungen eine deutliche Oszillation auf. Auch hier ist 2017 ein Wachstumsschub des Moosrasens zu sehen verbunden mit der Ansiedlung des Bultmooses *Sph. magellanicum*. Deutliche Sackung 2018/2019 (18 cm).

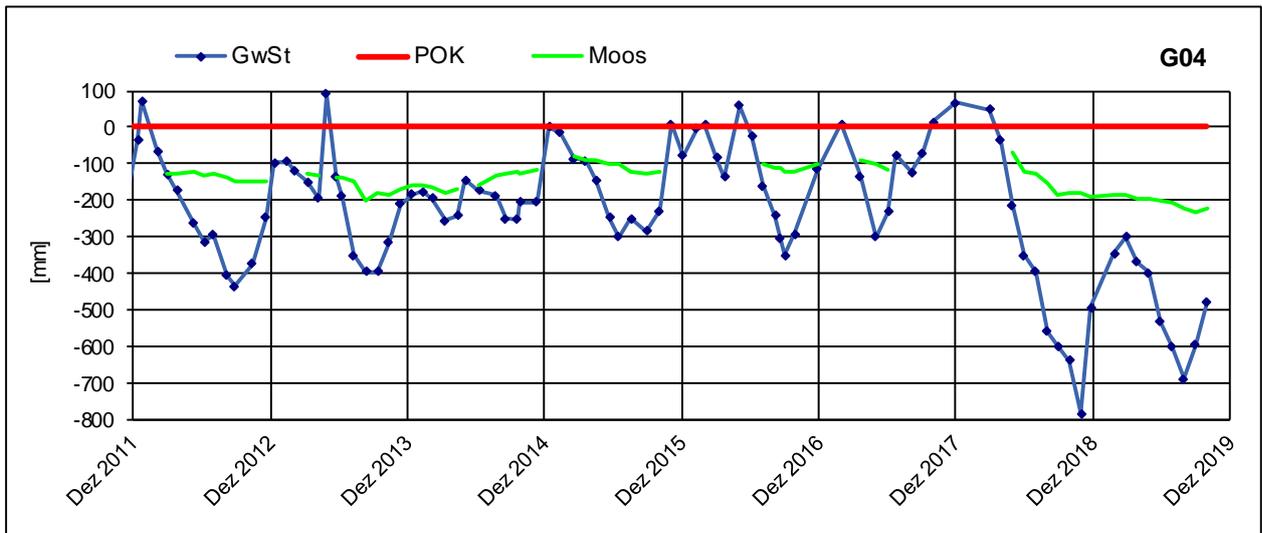


Abb. 92: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel G04

G04 steht in einer Torfkuhle mit besonders starken Wasserstands-Schwankungen. Dieses Pegelrohr ist nach Starkregen und bei Hochwasser regelmäßig überflutet. Die hier wachsenden Wollgräser und Torfmoose vertragen zeitweilige Überstauungen.

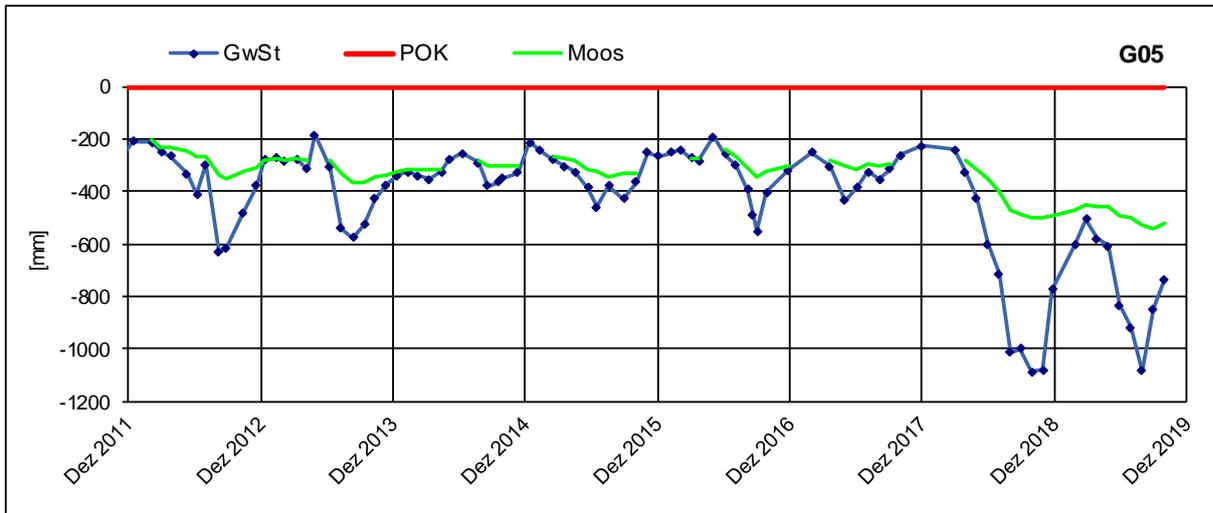


Abb. 93: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel G05

Bei G05 bestand beim Pegelbau 2001 noch ein 60 cm dickes Wasserkissen unter einer Moos-Schwingrasendecke. Durch Austrocknung des Standorts ragt das Pegelrohr bis 54 cm über die Mooroberfläche. Das Torfmoos ist im Waldschatten schwach wüchsig.

Die Mooroberfläche folgt noch deutlich den Grundwasser-Schwankungen und ist 2018/19 um etwa 25 cm gesackt.

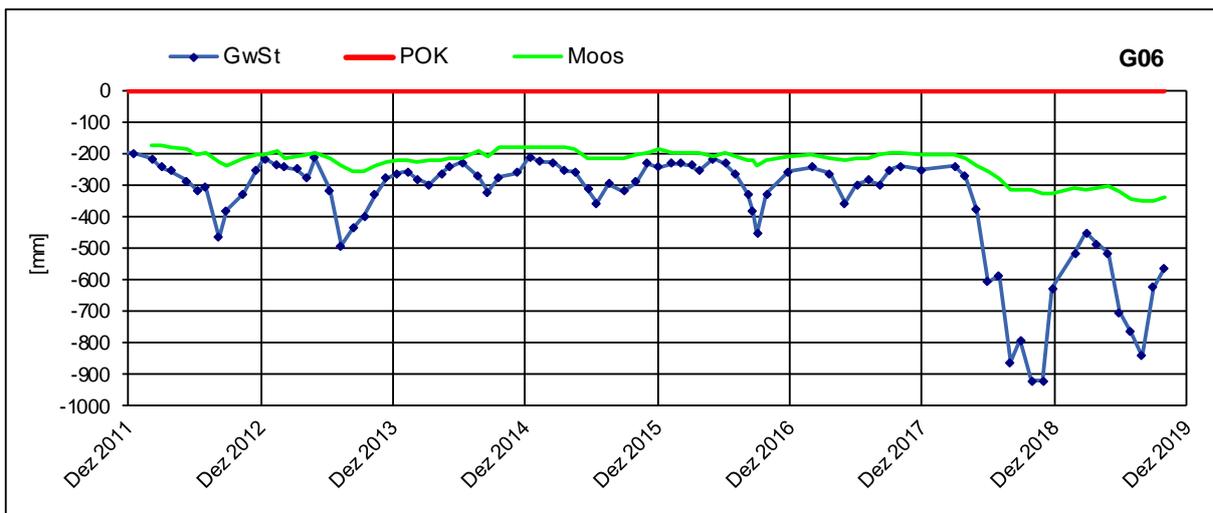


Abb. 94: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel G06

An Pegel G06 ist zu beobachten, dass durch Absenkung des Wasserstands nach dem Trockenjahr 2009 die Moosdecke um 10 cm gesackt ist. Auf diesem tieferen Niveau folgt sie wieder der GW-Oberfläche. Eine weitere Sackung um etwa 15 cm folgt in den Jahren 2018/19.

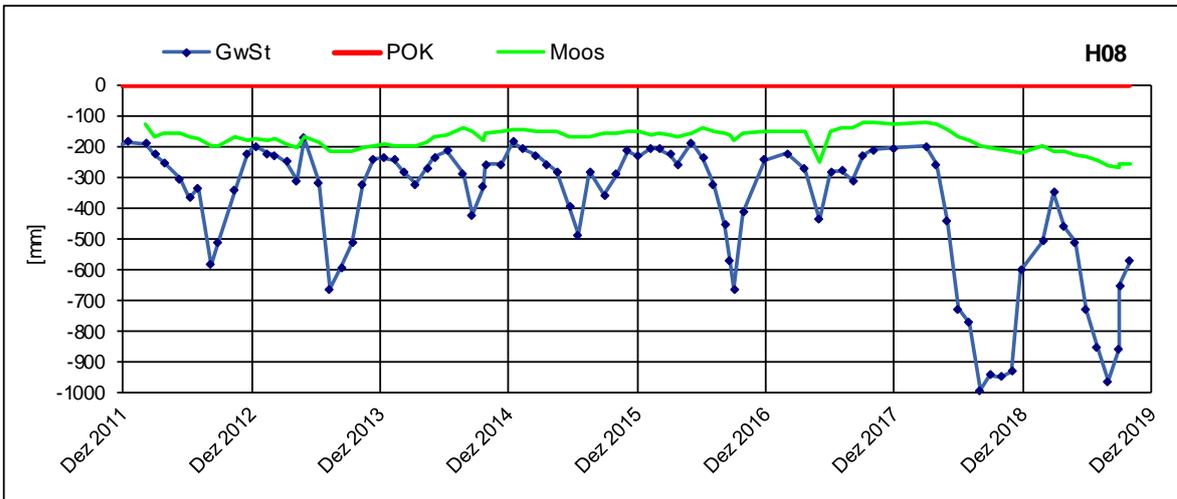


Abb. 95: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel H08

Der Moosrasen bei H08 hat trotz starker sommerlicher Austrocknung eine beachtliche Stabilität. Er wächst im Schutze eines besser trockenresistenten Glockenheide-Rasens. In Trockenjahren 2018/19 findet eine deutliche Sackung statt.

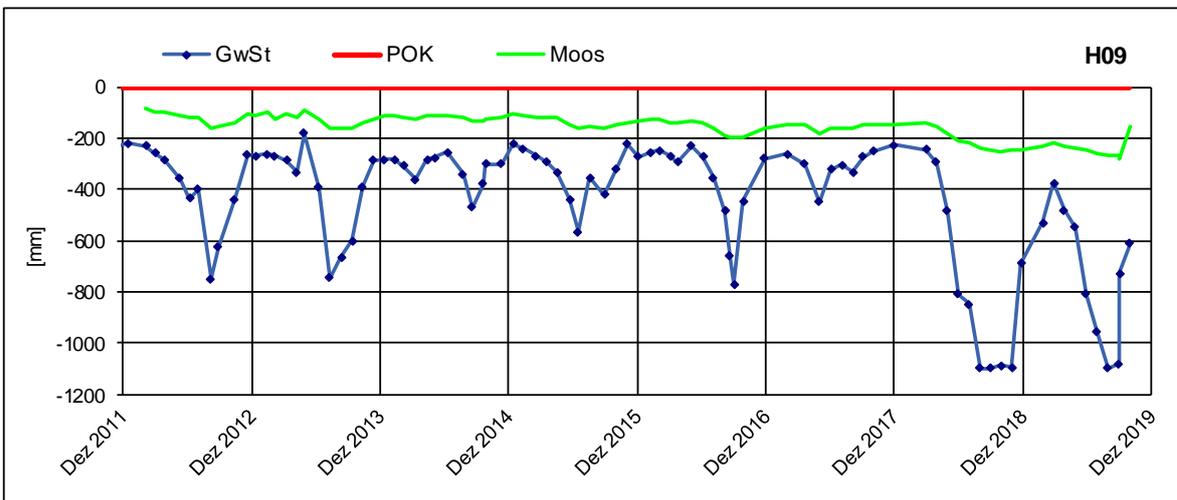


Abb. 96: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel H09

H09 steht in einem Torfmoos-Bult, der trotz starker sommerlicher Austrocknung bisher nur leichte Absenkungen gezeigt hat. Seit 2015 aber eine Sackungstendenz, die sich in den Jahren 2018/19 verstärkt.

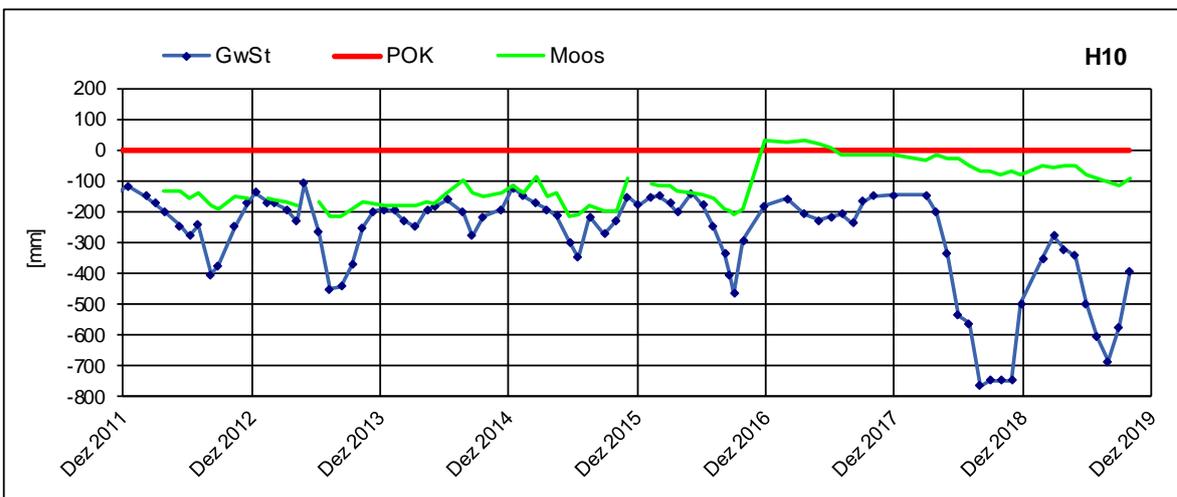


Abb. 97: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel H10

H10 zeigt bis 2016 eine schwache Moosdecke mit Oszillation. Seit 2016 wächst neben der Pegelstange ein Bult auf, der die POK zeitweilig überragte. Schon 2017 zeigt sich eine allmähliche Abflachung, die sich 2018/19 verstärkt.

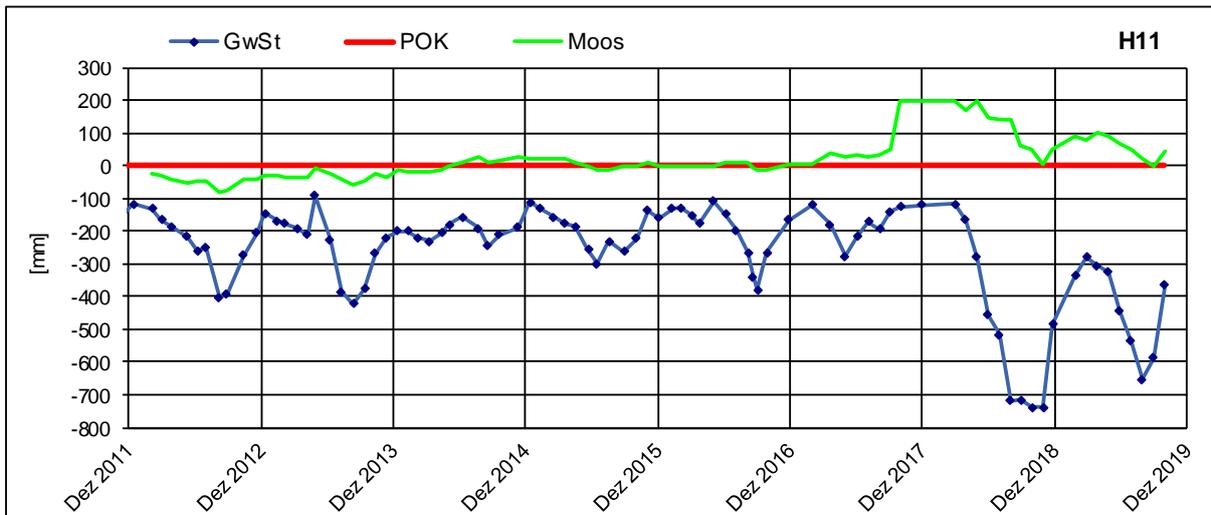


Abb. 98: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel H11

Um H11 wächst seit etwa 10 Jahren ein ausgedehnter Torfmoos-Bult (Sphagnum palustre), der die POK 2017 um 20 cm überragte. 2018 und 2019 erhebliche Abflachung des Bults bis zur Höhe der POK. Wie zu erwarten findet im Herbst wieder ein Ansteigen des Bults statt.

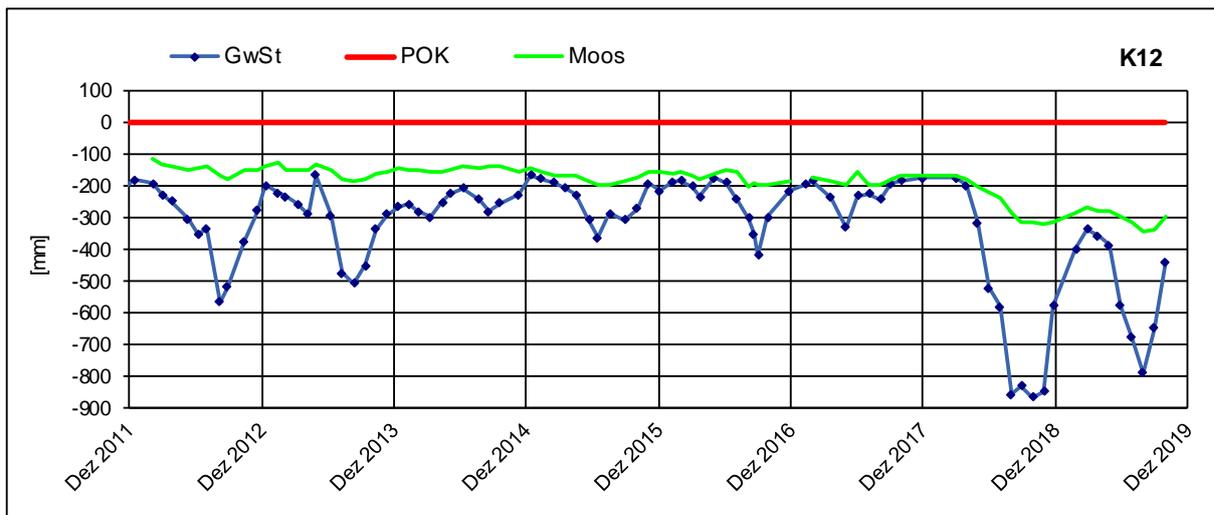


Abb. 99: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel K12

Bei K12 ist das Mooswachstum bei zunehmender Bewaldung allmählich deutlich gehemmt. In den trockenen Jahren 2018/19 zeigt sich auch hier eine deutliche Sackung (s. Abschnitt 3.3.2).

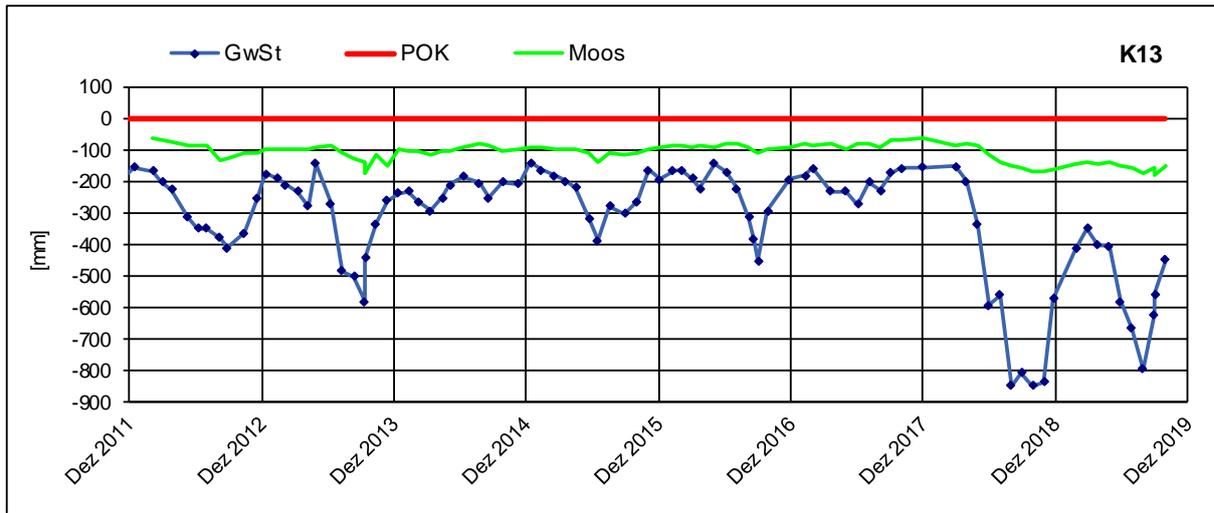


Abb. 100: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel K13

Das Mooswachstum ist sehr stabil. K13 steht im Zentrum eines Torfmoosbultes (*Sphagnum fallax*) mit sehr geringer Oszillation und wenig Sackung in 2018/19.

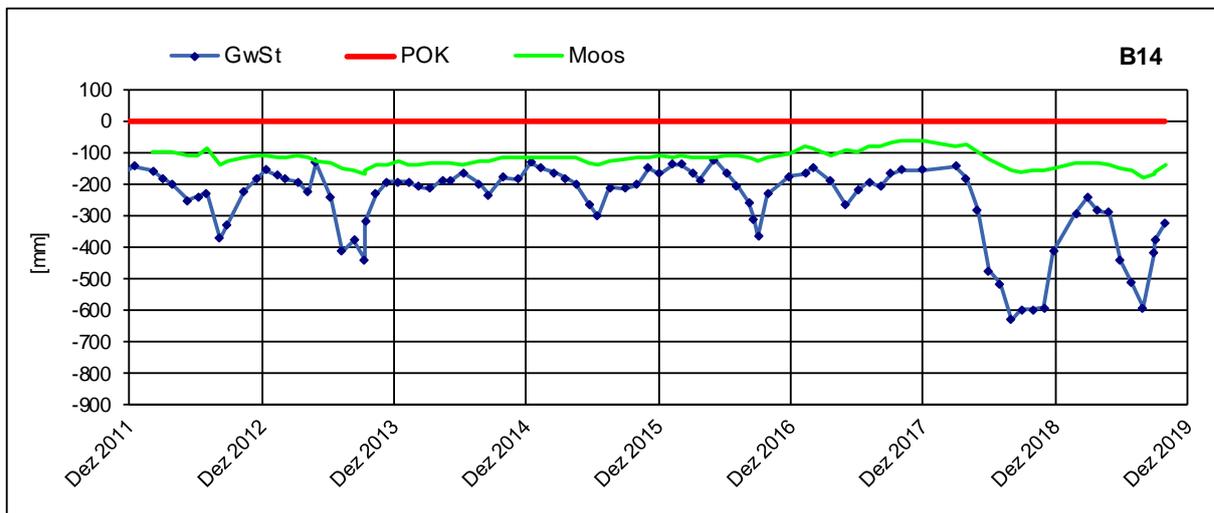


Abb. 101: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel B14

Auch der Torfmoosrasen um B14 ist stabil. Geringe Oszillation und wenig Sackung 2018/19.

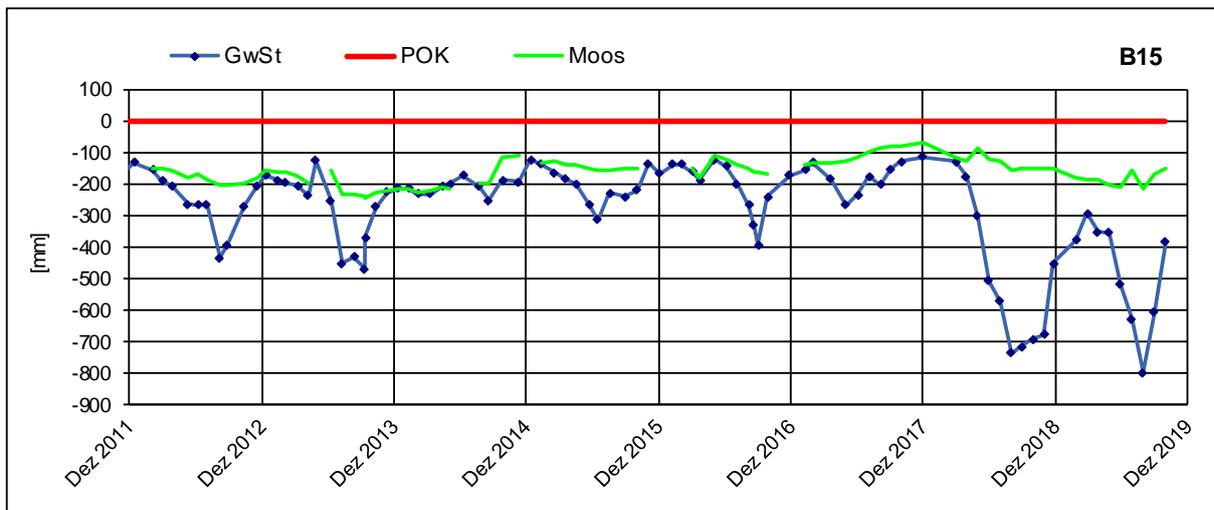


Abb. 102: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel B15

Das Mooswachstum um B15 ist recht unregelmäßig, Wollgräser dominieren. Mäßige Sackung.

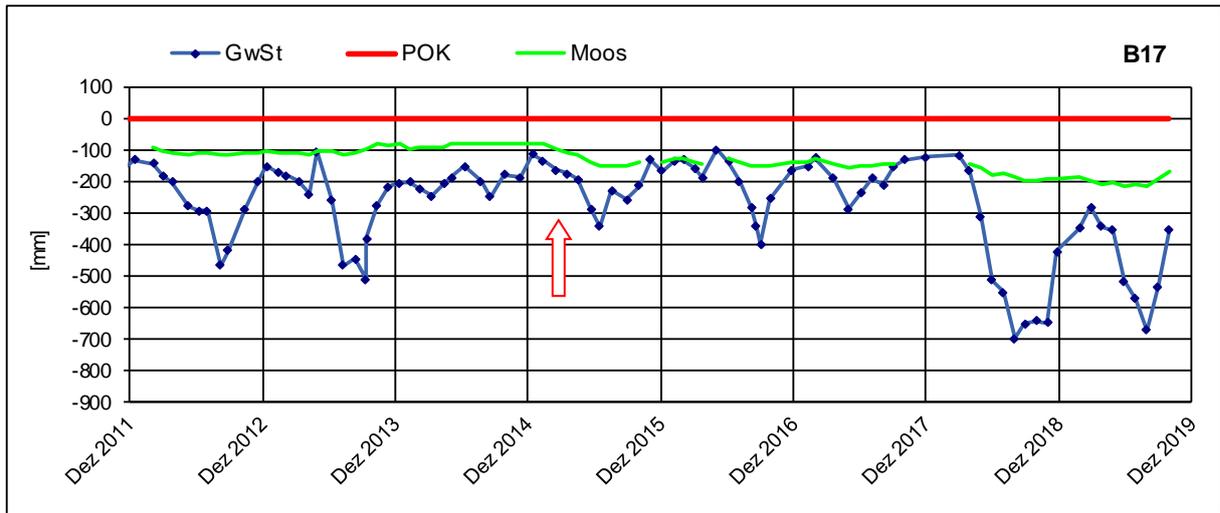


Abb. 103: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel B17

B17 war bis 2015 von einem lichten Birkengebüsch eingehüllt, unter dem ein Moosrasen (*S. fallax*) gedieh. Nach Entfernung der Birken im März 2015 (s. Pfeil) Zusammenbruch des Moosrasens mit zögerlicher Regeneration aber geringer Sackung 2018/19.

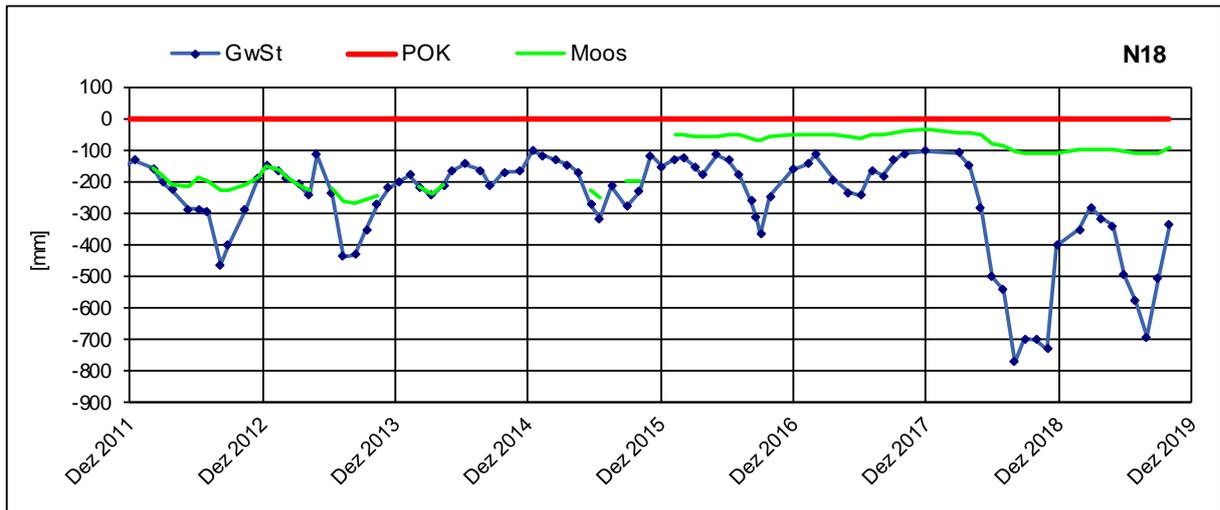


Abb. 104: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel N18

In der Schlenke neben N18 unregelmäßiges Mooswachstum bis 2015. Seit 2016 Besiedlung eines alten abgestorbenen Bults neben dem Pegel mit wüchsigem Torfmoos ohne Oszillation.

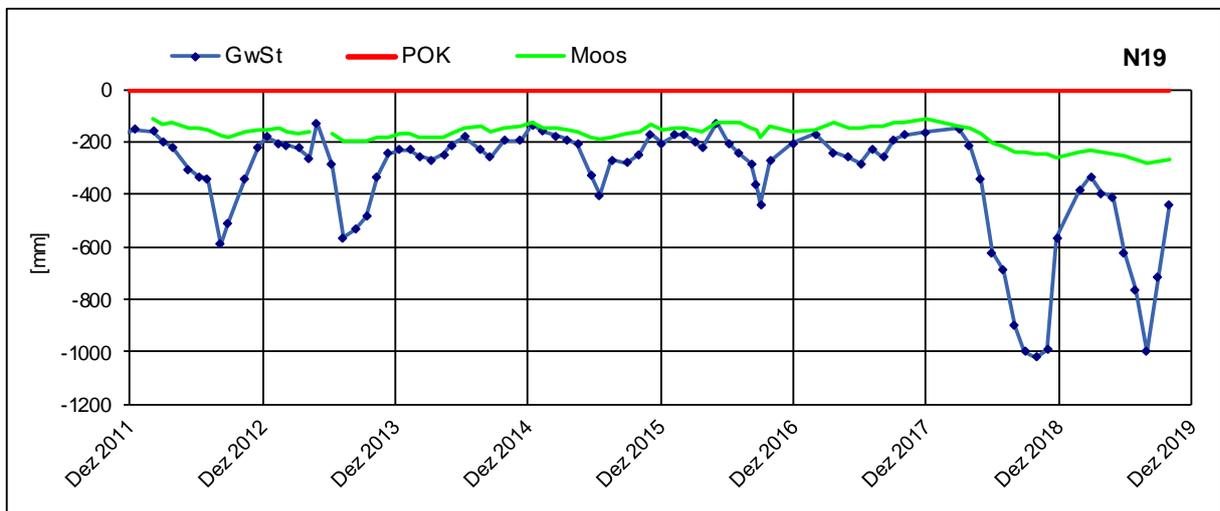


Abb. 105: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel N19

Neben N19 findet sich gleichmäßig gutes Torfmoos-Wachstum und erkennbare Oszillation mit deutlicher Sackung 2018/19.

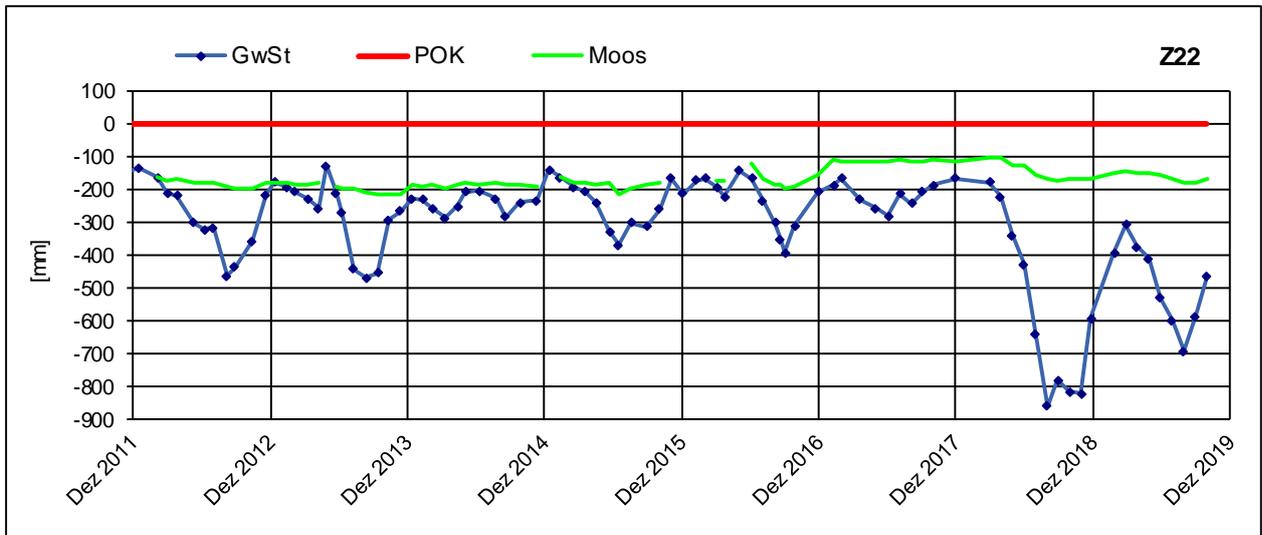


Abb. 106: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel Z22

Bei Z22 findet sich weitgehend eine fixierte Moosdecke und eine geringe Sackung 2018/19.

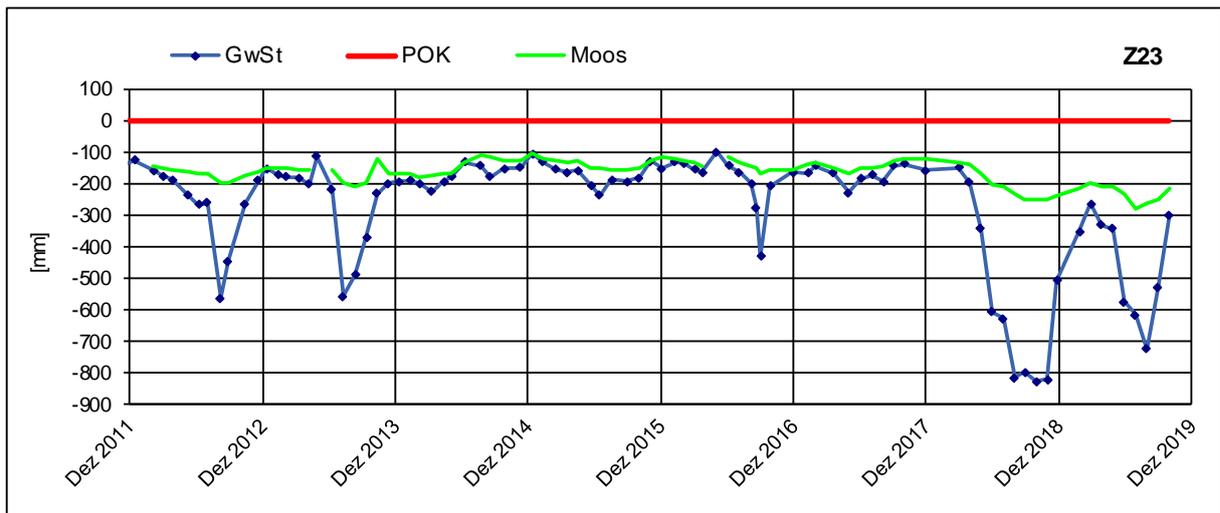


Abb. 107: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel Z23

Der Pegel Z23 steht als einziger auf einer „Heile-Haut-Fläche“ (2,30 m Torfstärke, davon 2 m Weißtorf). Die bewaldete Moorfläche ist von einem schwachwüchsigen Torfmoosrasen bedeckt, der deutlich oszilliert und auf diesem **schwamm-sumpfigen** Untergrund viel Windwurf zeigt. In den Jahren 2018/19 ist eine deutliche Sackung gegeben.

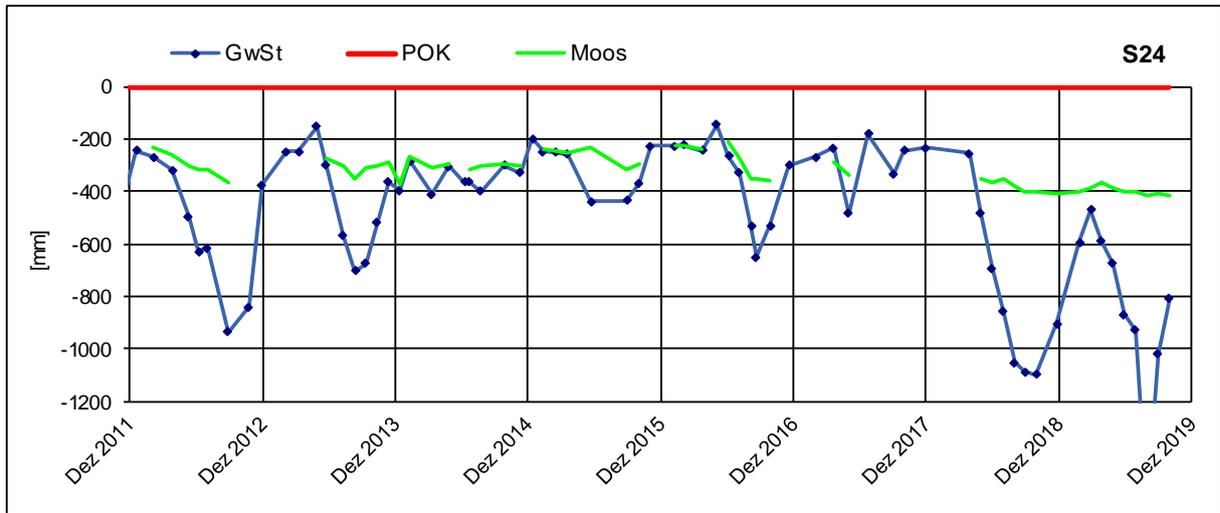


Abb. 108: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel S24

Bei S24 finden sich deutliche Schwankungen der Mooeroberfläche und unster Moosbewuchs. Eine Oszillation ist kaum erkennbar und die Moosoberfläche zeigt 2018/19 nur eine geringe Sackung.

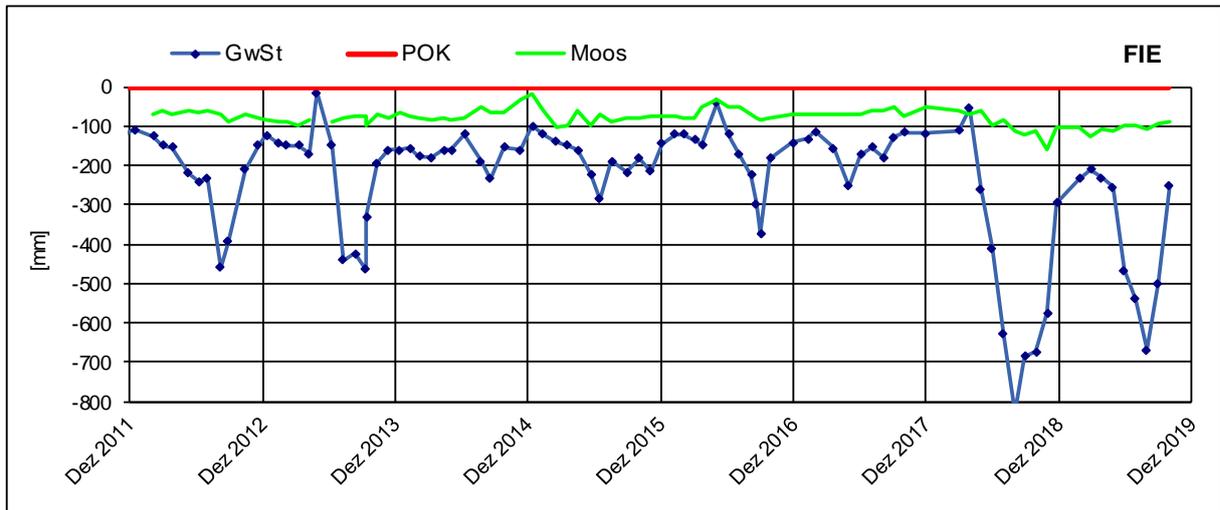


Abb. 109: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel FIE

Am Pegel FIE (Fieberklee) wächst ein Torfmoosrasen (*Sphagnum fallax*), der über die acht Kontrolljahre recht stabil war. Er folgt nicht den Grundwasserschwankungen und weist 2018/19 nur eine geringe Sackung auf.

3.4. Zwischenauswertung Mooswachstum

Einen Blick in die Vergangenheit der Moosrasen neben den GWMS gewährt die Zusammenstellung der Bohrprofile von 2001/2002.

Harald Scherzer hat die damals mit einem russischen Kammerbohrer gewonnenen Torfprofile sehr sorgfältig untersucht und bewertet (s. Abb. 35: Bohrprofile ausgewählter Messpegel, Abschnitt 2.6.4).

Unter lebendem Torfmoos in den obersten 10 cm hat er bis in 50 cm Tiefe grüne Jungtorfe mit geringem Zersetzungsgrad (H1 – H2), darunter grünbraune Jungtorfe mit H3-H4 beschrieben.

Unter der Jungtorfdecke war häufig ein Wasserpolster nachzuweisen (Schwingrasen!). Weiter in der Tiefe folgten dann braune und schwarze Alttorfe oder Mudde, darunter Sand.

Auch diese Protokolle zeigen, dass in den Torfkühen eine lebhaft Torfneubildung meist unter Schwingrasen erfolgte.

In den Jahren von 2012 bis 2017 waren die Voraussetzungen für eine Torfneubildung gut, da das Torfmoos an den meisten Pegeln gut gedieh und in die Höhe wuchs.

Ausnahmen waren stärker beschattete Standorte und Pegel mit häufiger Austrocknung.

3.4.1 Moosoptimum

Der Grundwasserstand im Moor gehört zu den wichtigsten Parametern für die Verteilung der Torfmoose (Hölzer 2010). Manche Arten wie *Sphagnum cuspidatum* nehmen die nassesten Standorte ein und wachsen flutend in den Schlenken. *S. fallax* hat sein Wachstums-Optimum bei 10 cm über der Wasserlinie. Andere Moose wie *S. rubellum* und *S. magellanicum* bevorzugen Standorte auf Bulten. Dort ist der Wasserstand oberflächennah ohne Überflutungsgefahr.

In den Abbildungen des Abschnitt 3.3.1 ist das Optimum für Torfmooswachstum bei 0-0,2 m unter Geländeoberfläche (GOK) als grüner Bereich dargestellt. Unter diesen Bedingungen haben die meisten Torfmoose die günstigsten Wachstumsbedingungen.

Wenn der Wasserstand tiefer unter Flur liegt, so wächst Torfmoos nicht mehr so gut (Belting/Obracay 2016).

Bult-Torfmoose mit dichtem Polsterwachstum können hier noch gedeihen.

An den meisten Pegeln im Helstorfer Moor herrschen meistens gute Wachstumsbedingungen für Torfmoose. Nur in den trockenen Sommern 2003 und 2009 waren die Moorwasserstände in kritische Tiefe abgesunken.

2018 hat sich die Dürre bereits seit Mai entwickelt und hielt bis Anfang Dezember an.

3.4.2 Trockengefährdung der Torfmoose

Die Trockengefährdung der Torfmoose wird ab 0,4 m unter der Geländeoberfläche (GOK) angenommen (s. Abschnitt 3.3.3, braune Linie).

An den Grundwassermessstellen im Helstorfer Moor ereigneten sich Unterschreitungen dieser Grenzlinie vorwiegend in den Trockenjahren 2003 (10x) und 2009 (21x). 21 von 27 Pegeln (77,8%) zeigten im Sommer 2009 Werte unter 400 mm (0,4 m) unter GOK. Das war eine Verdoppelung gegenüber 2003. Die gefährliche Trockenperiode dauerte von Anfang August bis Ende September.

2018 waren alle Pegel außer FER von Mai bis November trockengefährdet.

2019 setzte sich die Dürre von März bis Ende September (25.09.2019) fort. Seither aber ausreichende Niederschläge.

Bei starkem Absinken des Moorwasserspiegels verbreitert sich die belüftete, stoffwechselaktive Akrotelm-Zone um mehrere Dezimeter mit entsprechender Torfzehrung. Die vermehrte Verstoffwechslung von abgestorbenen Torfmoosen zeigt sich auch durch verstärkte Torfschlamm-Bildung (z.B. in den Pegelrohren).

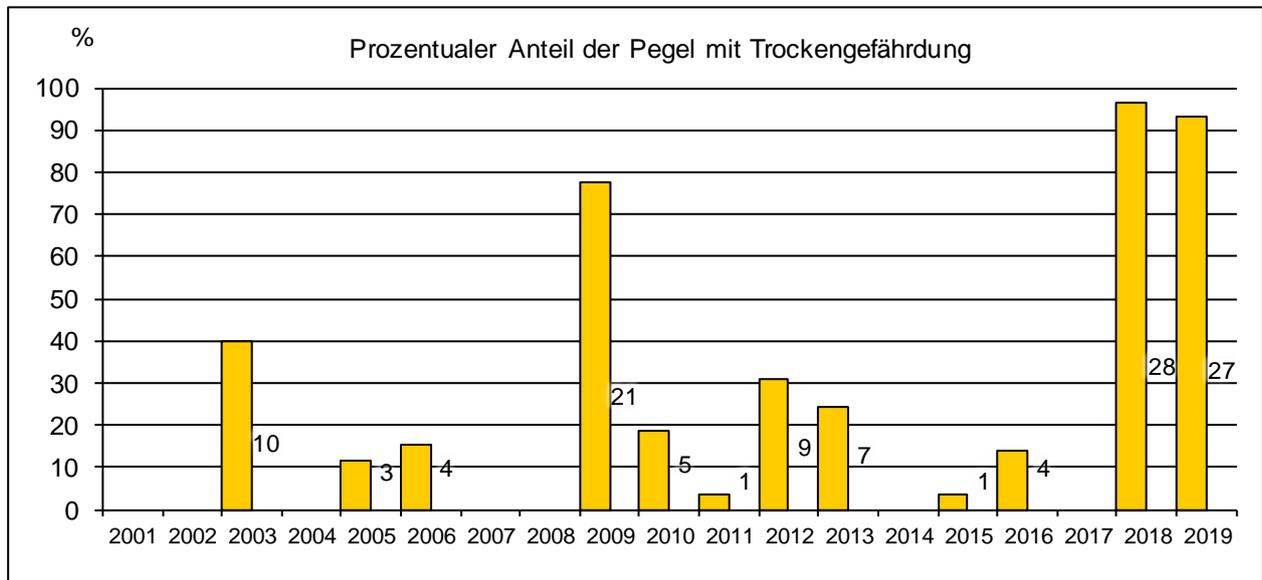


Abb. 110: Trockengefährdung im Helstorfer Moor

Die Karte der Trockengefährdung (Abb. 111) zeigt die Hydrologie mit großen und kleinen Gräben sowie den Wasserscheiden im Helstorfer Moor. Die Mächtigkeit der vorhandenen Torfschichten ist aus den dargestellten Höhenlinien erkennbar.

Die Trockengefährdung im Zeitraum 2001 bis 2017 ist für jeden einzelnen Pegel als Kreis mit unterschiedlichen Farben und mit Namen dargestellt. Der Kreisdurchmesser entspricht der jeweiligen Anzahl der Trockengefährdung.

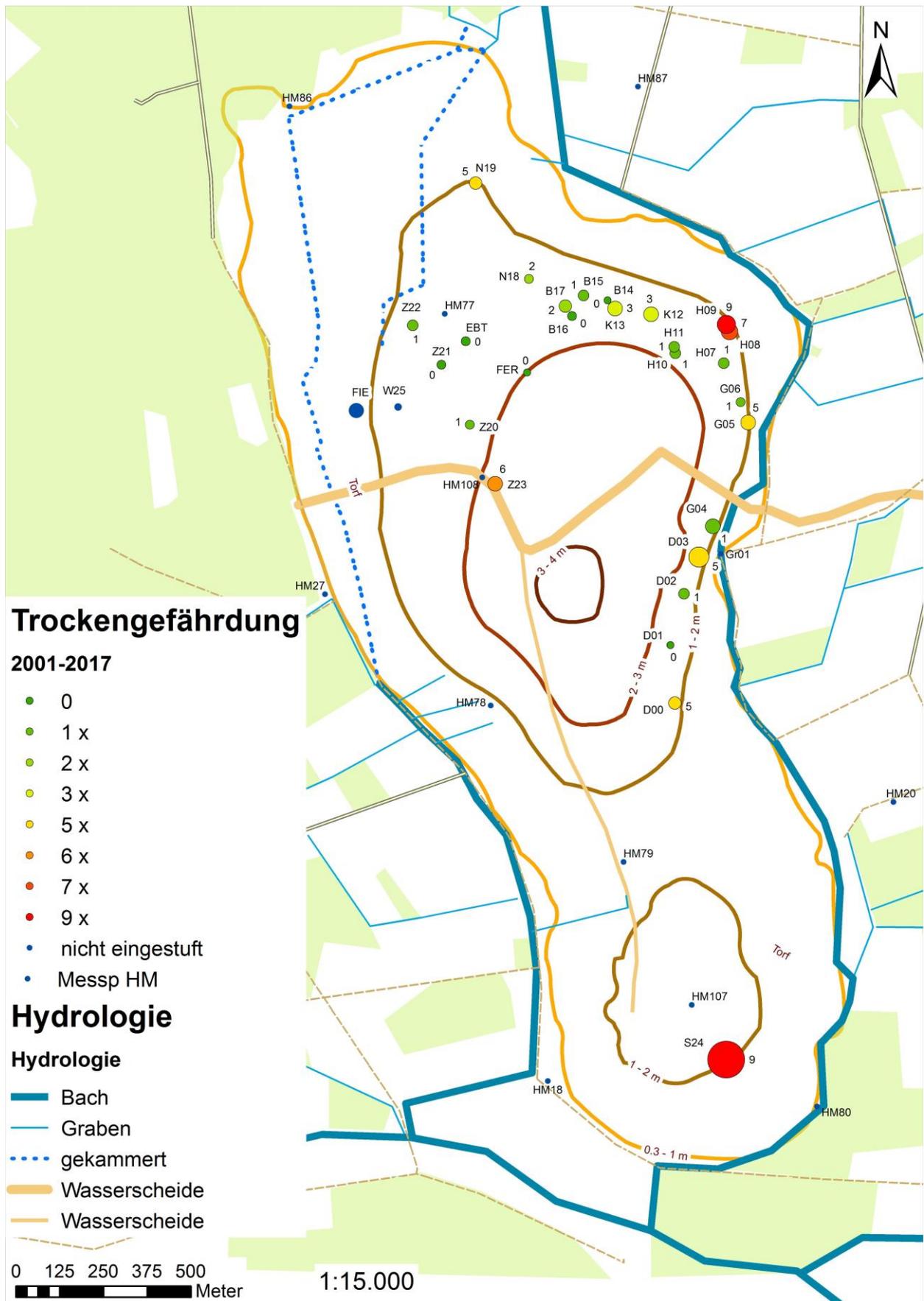


Abb. 111: Karte der Trockengefährdung im Helstorfer Moor

3.5. Zwischenauswertung Jahresmittelwerte 2001 – 2017

Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den Pegeln werden deutlicher, wenn Jahresmittelwerte miteinander verglichen werden. Die Mittelwerte der Grundwasserstände sind für das Wasserwirtschaftsjahr, auch hydrologisches Jahr genannt, berechnet (1. November bis 31. Oktober).

Auf den folgenden Seiten werden Gemeinsamkeiten verschiedener Messpegel in Beziehung gesetzt. Die Null-Linie in den Diagrammen kennzeichnet jeweils die Geländeoberkante (GOK). Zunächst erfolgt dies nach Regionen geordnet.

3.5.1 Messwert-Vergleich in den Regionen

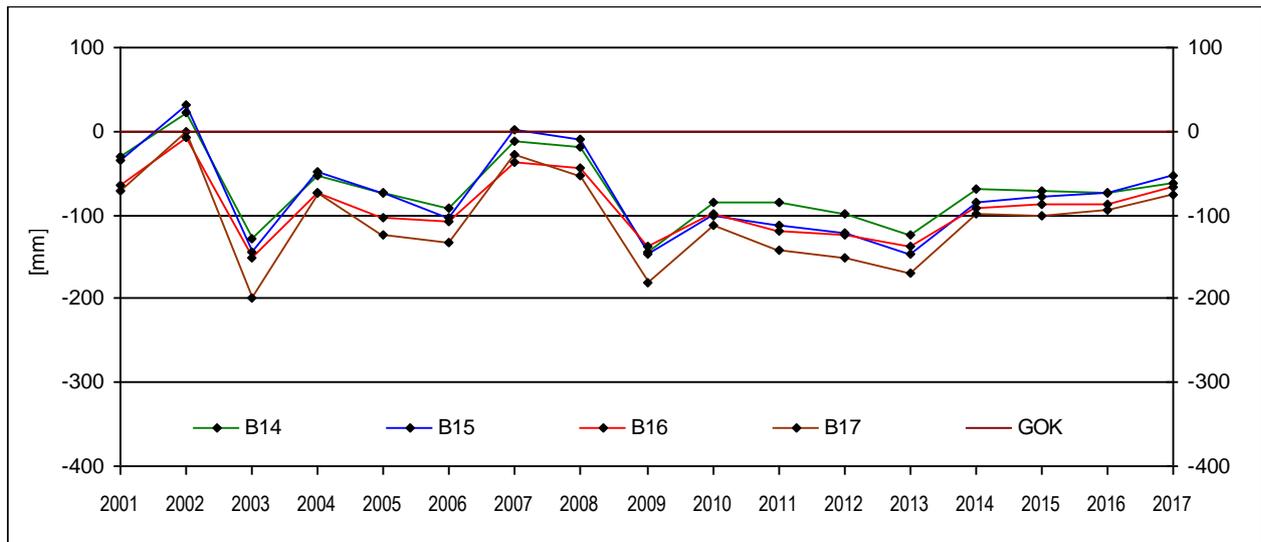


Abb. 112: Pegelvergleich B-Region

Die **B-Pegel** (Bautsch-Lichtung) liegen in einem Gebiet, in dem pflegerische Maßnahmen (Entkesselungen und Staumaßnahmen) stattfanden, sie laufen bemerkenswert gleichartig. Pegel B17, der 2003 und 2005 noch größere Schwankungen zeigte, hat sich angeglichen.

Alle Kurven zeigen hohe, flurnahe Wasserstände in den nassen Jahren 2002, 2007 und 2008, das Wasserwirtschaftsjahr 2017 weist dagegen nur einen wenig erhöhten Mittelwert auf.

Tiefe Wasserstände zeigt das „Dürrejahr“ 2003, und das hydrologische Jahr 2009, das im hannoverschen Raum besonders trocken war (s. Abschnitt 4.1).

2009 bis 2013 liegen die Wasserstände auf niedrigem Niveau. Seit 2014 wieder höheres Niveau, ähnlich wie 2001 und 2004. 2017 zeigt einen leichten Anstieg, der nicht an die Werte von 2002 und 2007/2008 heranreicht.

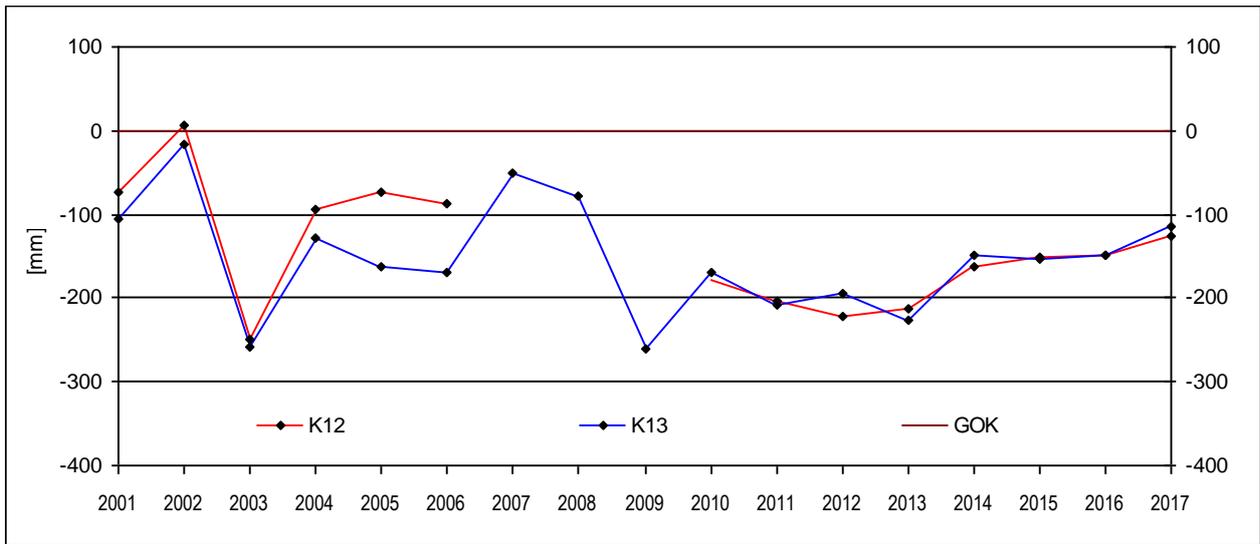


Abb. 113: Pegelvergleich K-Region

Die **K-Pegel** befinden sich nahe an der B-Region, jedoch meist in einem vom Lebensraumtyp Moorwälder (LRT 91D0*) dominierten Umfeld. K12 und K13 laufen in der Anfangs- und Endphase fast gleich. In K12 war von 2002 bis 2007 ein Datenlogger eingesetzt, der im Winter die höheren Pegelstände regelmäßig maß. Seit 2010 laufen beide Pegel (Handmessungen) fast gleich auf deutlich niedrigerem Niveau. Vermutlich Ergebnis einer Austrocknung im Trockensommer 2009. Ab 2014 wieder Pegelanstieg und auch 2017 erfolgt wieder ein deutlicher Anstieg.

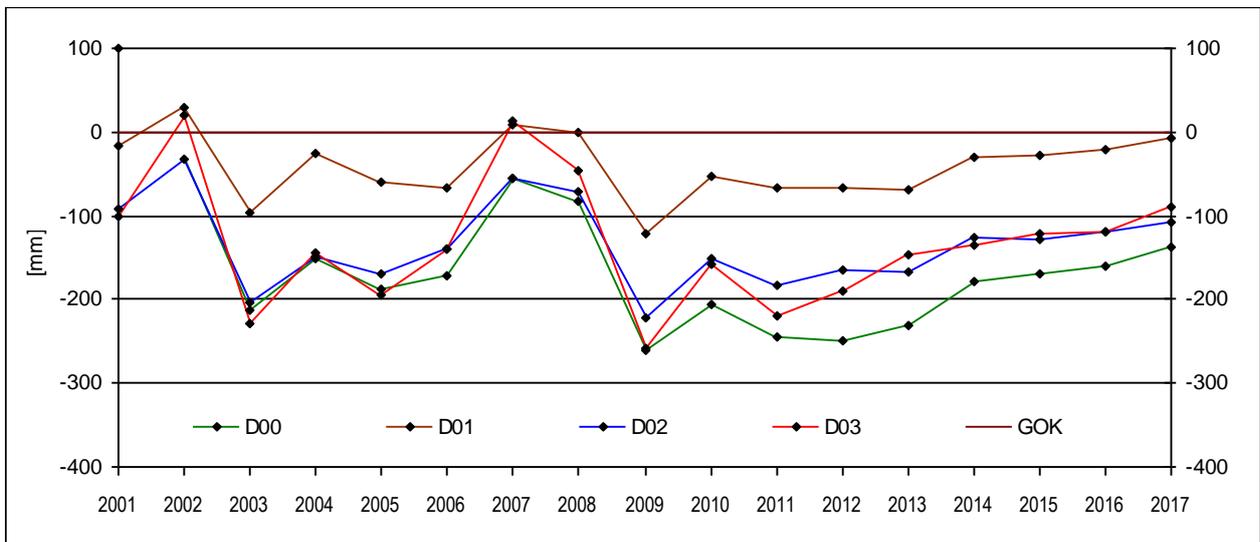


Abb. 114: Pegelvergleich D-Region

Die **D-Pegel (Dronia - Lichtungen)**, in deren Umfeld große Areale durch Moorwald gekennzeichnet sind, laufen deutlich getrennt, wenn auch gleichartig gerichtet.

D01 (obere rote Kurve) hat die am besten ausgeglichenen Werte und den Ausgangswert von 2001 seit 2016 wieder erreicht. D02 (blaue Kurve) läuft parallel mit ca. 100 mm Differenz.

Pegel D03, der in den ersten Jahren besonders große Schwankungen zeigte, hat sich seit 2012 deutlich „erholt“, nachdem am 08.12.2011 eine sorgfältige Dämmung eines Stichgrabens zum Randgraben erfolgte.

D00 ist seit Beginn ein stark schwankender Pegel. Er zeigt von 2010 bis 2014 einen „Durchhänger“, der auf hohe Evapotranspiration in der waldigen Umgebung hinweisen kann. Ab 2014 zeigt sich aber ein stetiger Anstieg. Auch hier kann die Dämmung vor dem Randgraben geholfen haben.

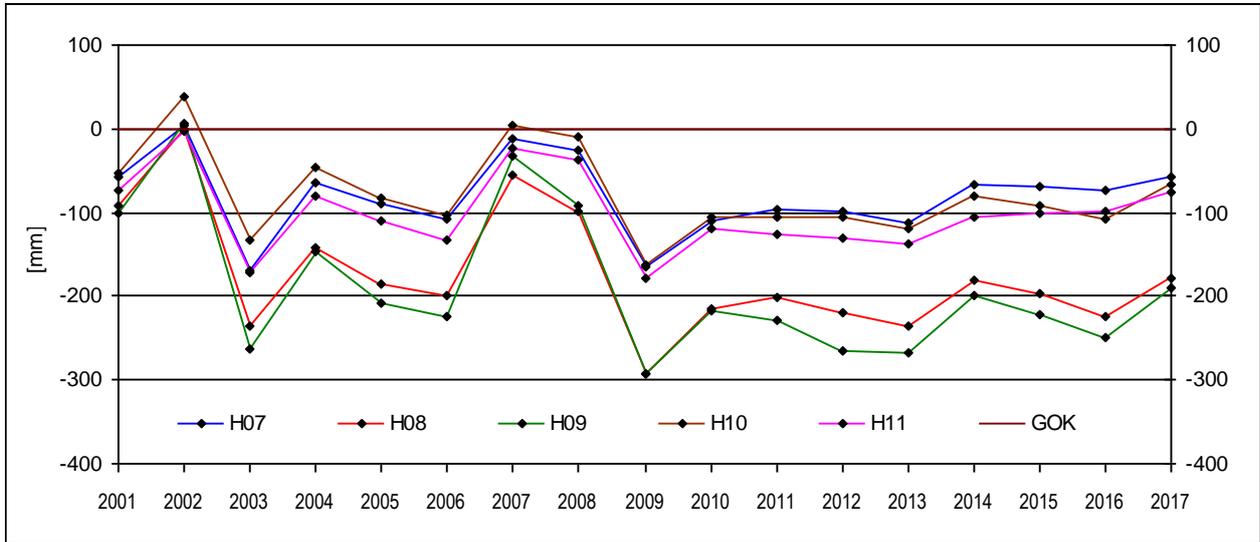


Abb. 115: Pegelvergleich H-Region

Die **H-Pegel (Hartmann – Lichtung)** auf der seit 2000 weitgehend entkusselten Hartmann-Lichtung teilen sich in zwei Gruppen. H07 am südlichen Rand sowie H10 und H11 am Nordrand haben relativ ausgeglichene Pegelwerte, dagegen sind bei H08 und H09, die näher am Ostrand der Lichtung liegen, besonders tiefe Sommerwerte festzustellen, die auch mit zunehmender Austrocknung einhergehen. Pegelverlust seit 2001 ca. -180 mm.

Ursache ist wahrscheinlich eine große Undichtigkeit der geringmächtigen Resttorfe in den randlichen Torfkühen. Die Fließrichtung des Oberflächenwassers dieser Torfstichrinnen geht hier nach Osten zum gründlich abgetorften Moorrand.

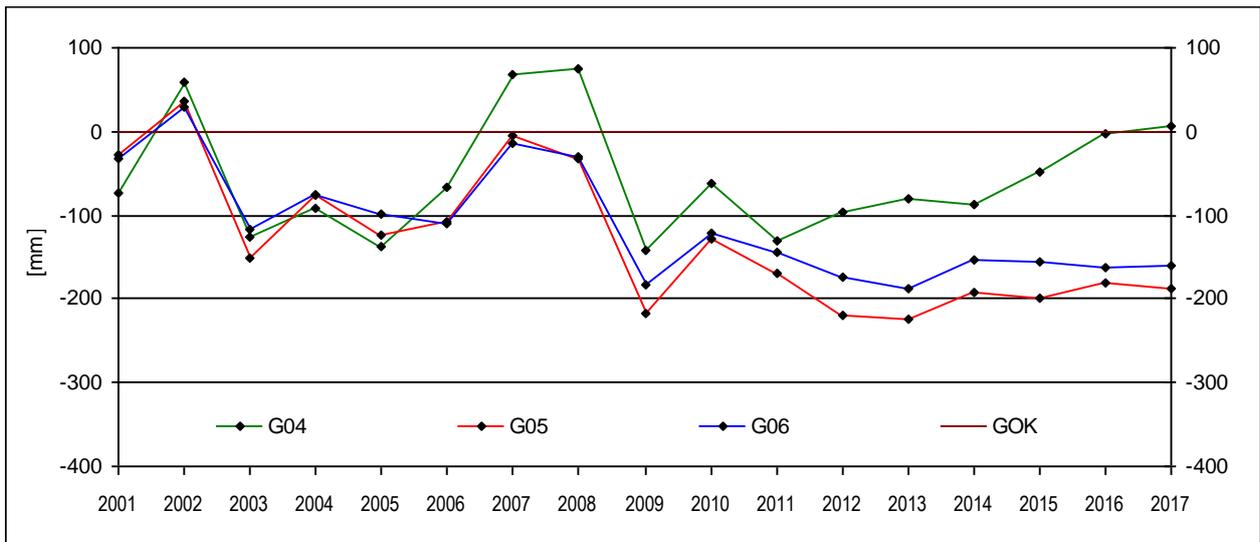


Abb. 116: Pegelvergleich G-Region

Die **G-Pegel** erscheinen in den ersten 5 Jahren zunächst recht unauffällig, weisen jedoch in den Folgejahren eine bemerkenswerte Divergenz auf.

G04 stellt sich ab 2006 auf ein erstaunlich hohes mittleres Wasserniveau ein, das 2007 und 2008 alle anderen Pegel weit übertrifft. Seit 2011 stetiger Anstieg der Werte.

Ursache ist hier starker Zufluss von angrenzenden bewaldeten, wenig abgetorften Moorflächen mit viel Weißtorf, die nach Niederschlagsspitzen bald viel Wasser an die randlichen Torfkuhlen (auch an die Kuhle mit Pegel G04) abgeben. Das Regenwasser staut sich am Moor-Rand, wo sich ein funktionierendes Randlagg entwickelt hat. Zwischen Moor und Randgraben ist hier ein offenbar schlecht durchlässiger Wall aus altem Grabenaushub zwischengeschaltet.

Dagegen leiden G05 und (in geringerem Maße) G06 unter zunehmender Austrocknung. Seit 2001 ca. 150 mm (10 mm pro Jahr). Zurückzuführen ist das auf verdeckte Abflüsse zum dicht daneben verlaufenden, tief eingeschnittenen Randgraben.

Diese Undichtigkeiten sollten aufgesucht und sorgfältig abgedichtet werden. Im Randgraben, der hier noch keine Felddrainagen aufnimmt, könnten Sohlschwellen den Wasserstand anheben.

Nord- und Süd-Region

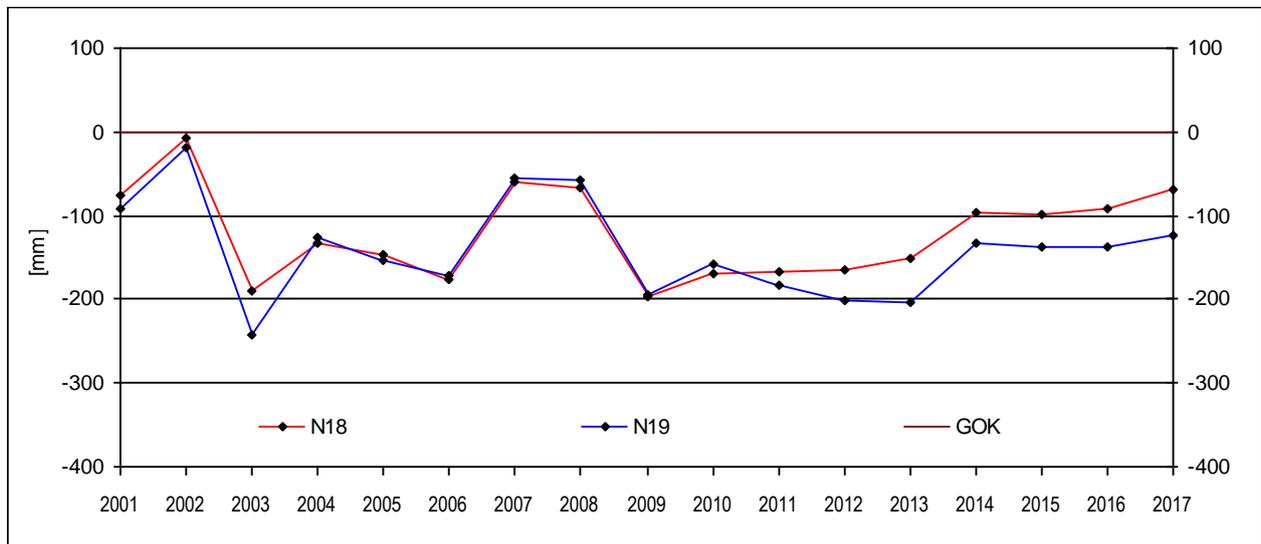


Abb. 117: Pegelvergleich N-Region

Bewaldete Flächen kennzeichnen das Umfeld der **Nord-Region**. Die Pegel N18 und N19 laufen bis 2010 fast gleich. Dann steigt N18 kontinuierlich an, während N19 von 2010 bis 2014 einen „Durchhänger“ hat.

Die Ursache für die verbesserte Wasserhaltung bei N18 kann auf eine Verdichtung des Abfuhrdamms hinweisen, die eine Folge der intensiven Holzentnahme durch den Eigentümer sein könnte. Der durch Fahrzeuge und Rückepferde gefestigte Damm hat auch ohne zusätzliches Material eine bessere Stauwirkung. Hier kann der vorgeschlagene Dammbau eine weitere Verbesserung der Wasserhaltung bewirken.

Zentral- und West-Region

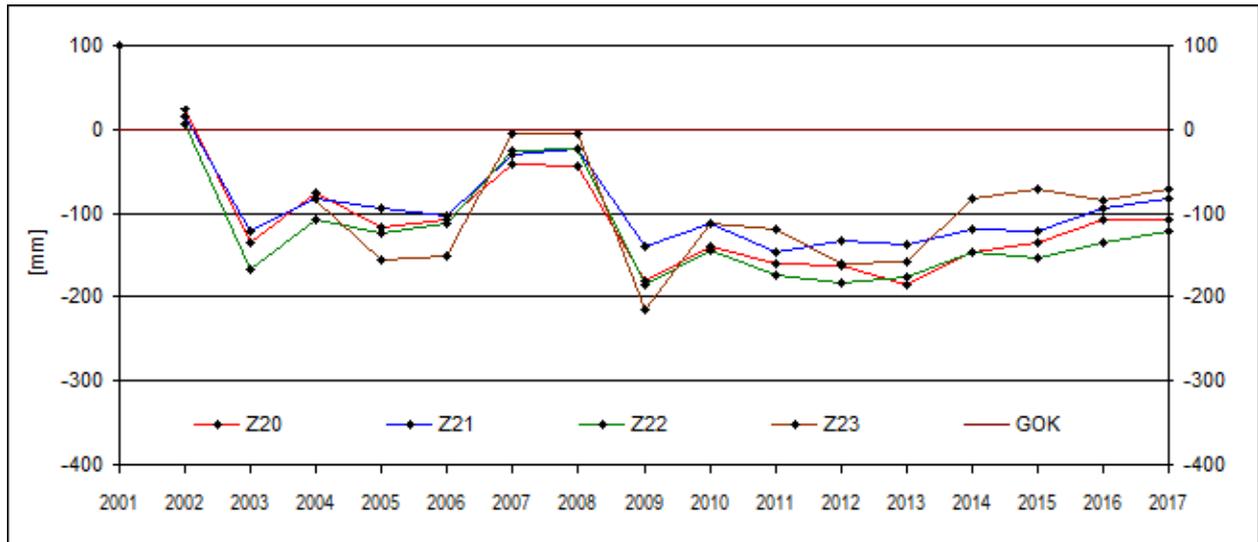


Abb. 118: Pegelvergleich Zentral-Region

Die **Zentral-Pegel** liegen an der Mittelachse des Moores und geben einen Einblick in unterschiedliche Regionen im Zentrum des Moores.

Z20 weist sowohl von 2004-2006 als auch 2010-2014 „Durchhänger“ mit jeweils tieferem Niveau auf. Dieser Zentralpegel leidet offenbar unter Austrocknung.

Z22 hat einen ähnlichen aber wesentlich besseren Verlauf dank Zuflüssen von höherliegenden Moorregionen.

Z21 zählt zu den stabileren Pegeln.

Z23 zeigt ab 2014 einen deutlichen Pegelanstieg, wobei die verbesserte Wasserhaltung durch Dammbau eine Rolle spielen kann. Nach Westen grenzt eine größere Region „mit heiler Haut“ an, die zeitweilig für ein erhöhtes Wasserangebot sorgt. Allerdings liegt Z 23 mit 46m NN besonders hoch - auf der Wasserscheide quer durchs Moor. Entsprechend können auch große Wasserabflüsse auftreten.

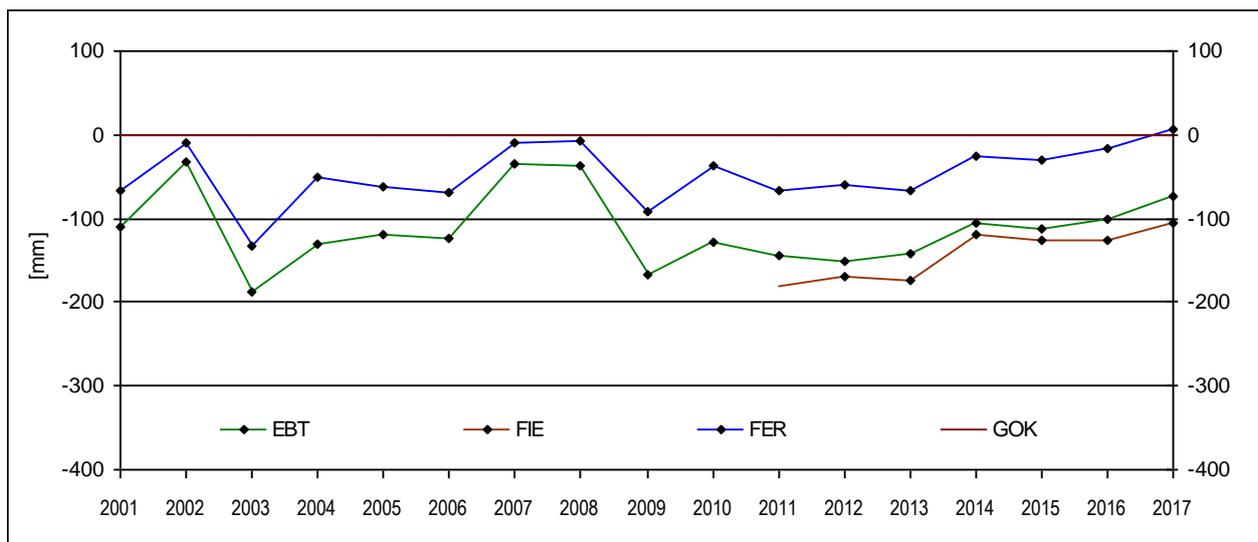


Abb. 119: Pegelvergleich EBT, FIE und FER

Die Messpegel **EBT** (Ebert'sche Eisenstange) und **FER** (Gärtner'sche Eisenstange) liegen in großen Schwingrasenmatten zentrumsnah.

EBT steht in einem betretbaren Schwingrasen mit viel Weißem Schnabelried, der dem Wasserstand synchron folgt.

FER steht dagegen in einer offenen Wasserfläche mit flutendem Torfmoos. Die Messwerte werden mit Fernglas abgelesen. Hier hat das Moor die stabilsten Wasserstände. Dieser Pegel liegt im zentralen Teil der B-Region in der gleichen langgestreckten Torfstichrinne wie B15 und B16, die bereits eine weniger ausgeglichene Wasserführung aufweisen.

Der **FIE-Pegel**, der allerdings erst seit 2011 besteht, hat eine parallele Wasserführung, obwohl weit entfernt am Westrand gelegen. Eine schmale Torfstichrinne verbindet die Regionen.

3.5.2 Vergleich der Messwerte aus unterschiedlichen Regionen

Die folgenden Abbildungen liefern eine Zusammenschau von Pegeln aus verschiedenen Regionen und zeigen den fast synchronen Verlauf von H07 und B14, den ausgeglichenen von FER und die dagegen sehr labilen Wasserstände von K13, der von B14 nur wenige Meter entfernt ist. Allerdings durch einen alten Fahrdamm getrennt.

Die erste Abbildung zeigt verwandte Verläufe von EBT, N18 und Z21. Z22 folgt auf niedrigerem Niveau.

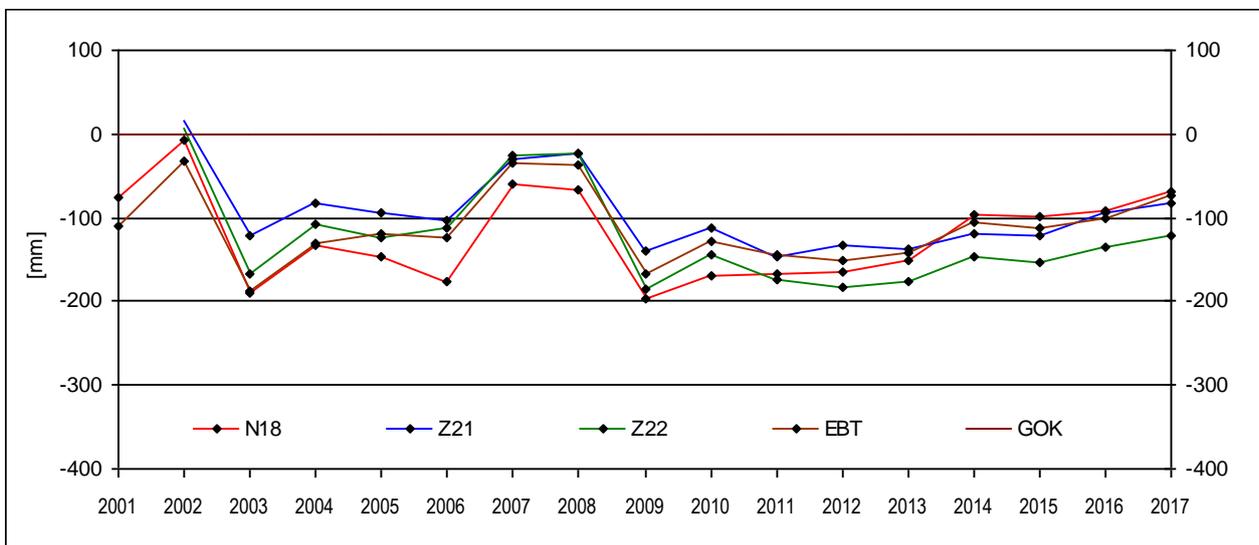


Abb. 120: Pegelvergleich N18, Z21, Z22 und EBT

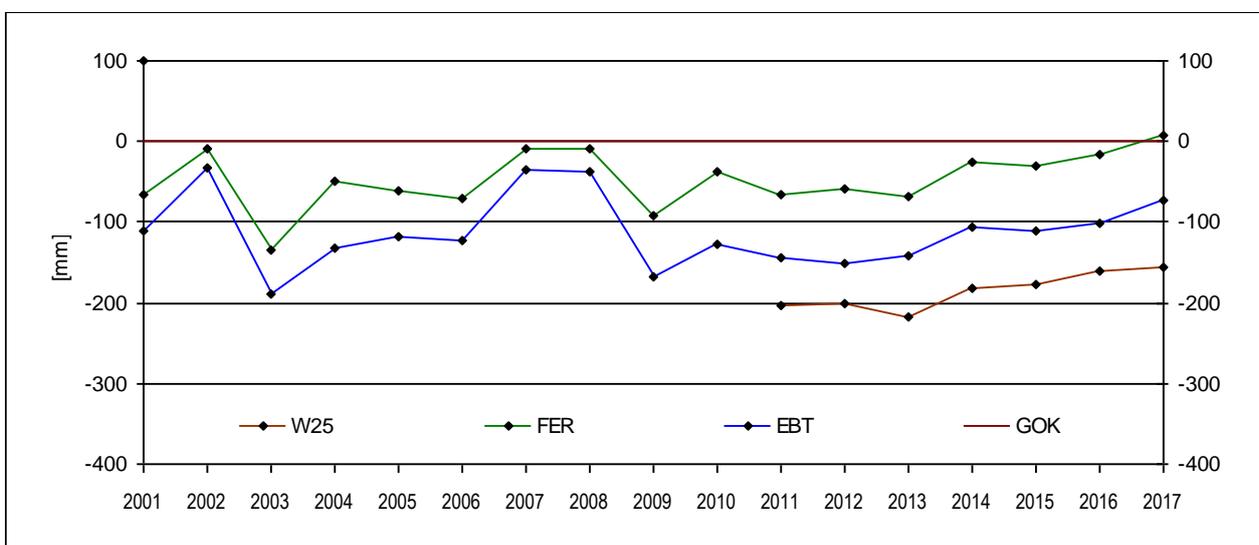


Abb. 121: Pegelvergleich W25, EBT und FER

Zwischen FER und W25 bestehen Gemeinsamkeiten im Kurvenverlauf. EBT hat offenbar größere Wasserstands-Schwankungen, jedoch über die ganze Messperiode stabil und fast parallel mit FER.

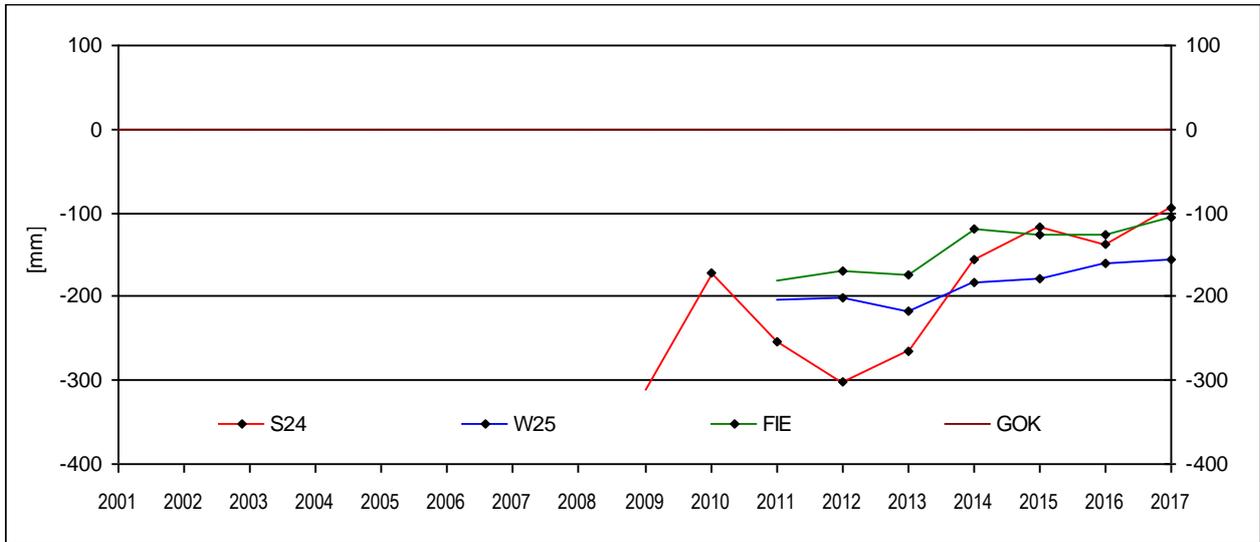


Abb. 122: Pegelvergleich S24, W25 und FIE

Die zuletzt eingesetzten Pegel S24, W25 und FIE ergänzen das Messprogramm durch Werte aus dem Süd- und Westbereich des Moores.

S24, im Moorwald des südlichen Moordrittels gelegen, zeigt besonders starke Pegelschwankungen und einen massiven „Durchhänger“ zwischen 2010 und 2014.

W25, im Westteil des Moores gelegen, zeigt einen ähnlichen Kurvenverlauf wie die meisten Pegel, was darauf hindeutet, dass auch hier eine langsame Erholung nach dem Trockenjahr 2009 erfolgt.

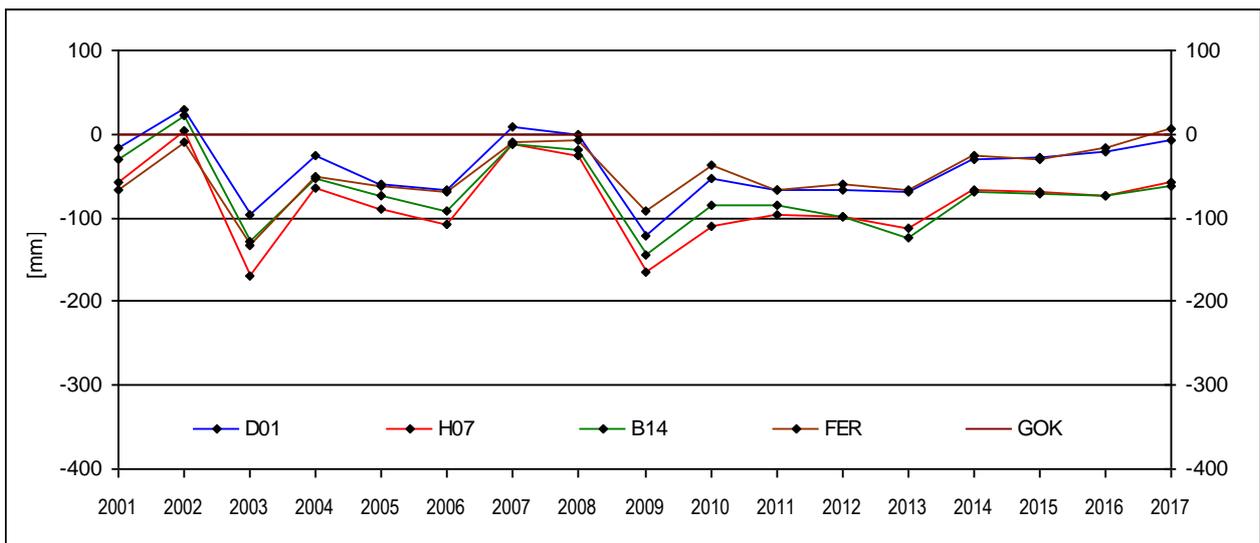


Abb. 123: Pegelvergleich D01, H07, B14 und FER

D01, H07, B14 und FER haben einen Gleichlauf auf ähnlichem Niveau. Das sind die vier bestlaufenden Pegel aus drei getrennten Regionen. (D01 liegt südlich der Wasserscheide).

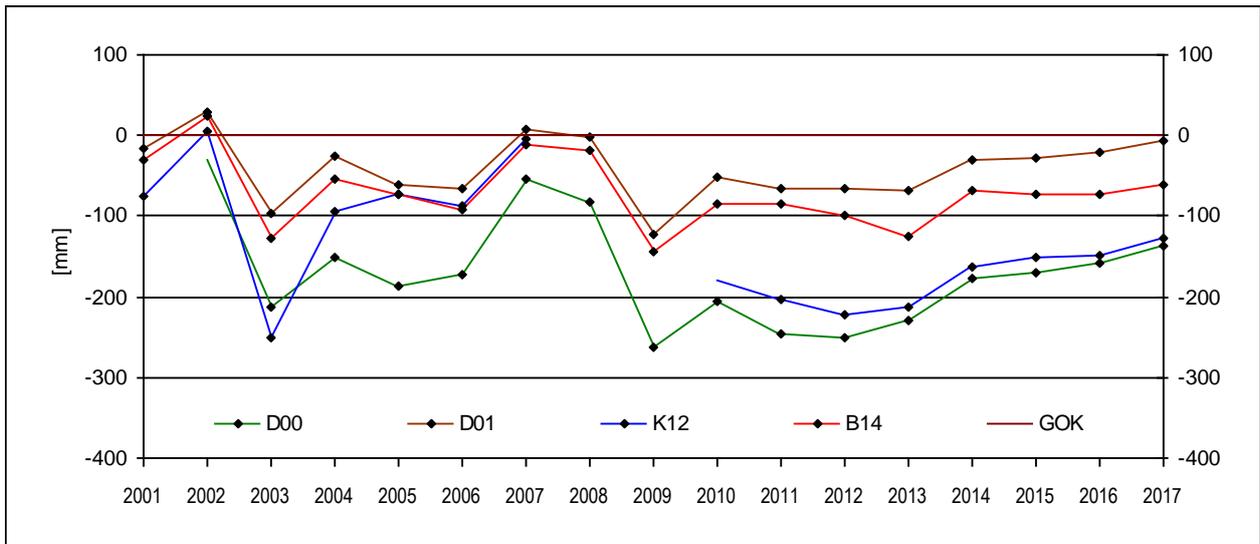


Abb. 124: Pegelvergleich D00, D01, K12 und B14

Bei D00 und K12, die von einander weit entfernt liegen (auch südlich und nördlich der Wasserscheide), haben sich seit 2010 fast identische Kurvenverläufe entwickelt. Sie laufen seither 120 mm tiefer als D01.

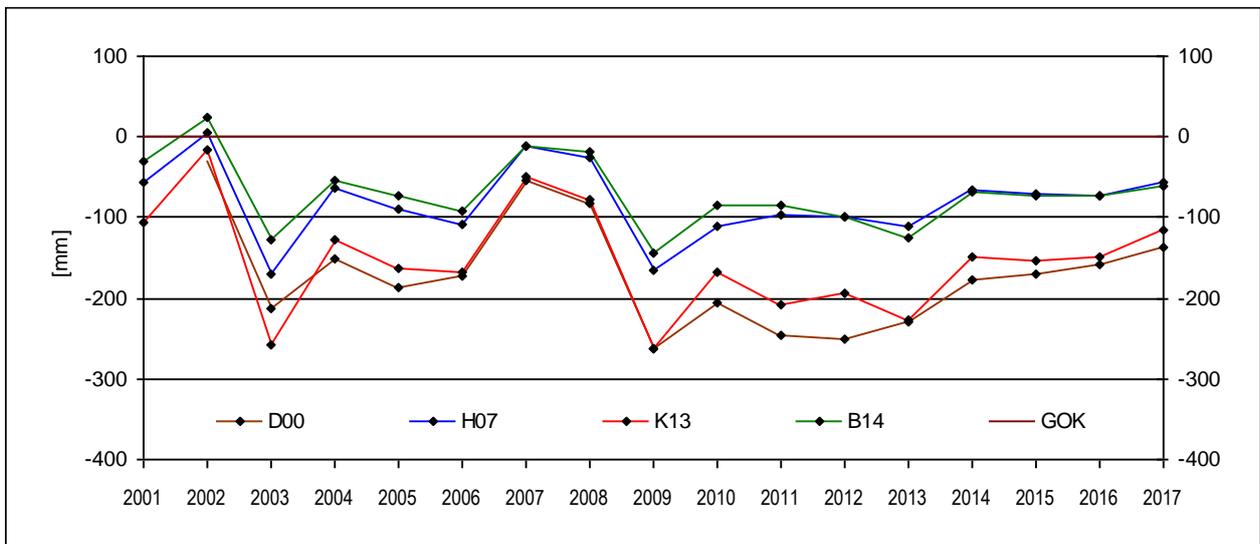


Abb. 125: Pegelvergleich D00, H07, K13 und B14

Auch zwischen D00 und K13 bestehen Gemeinsamkeiten in Form von stark erniedrigten Grundwasserständen seit 2009.

Zusammenfassung der Pegelvergleiche (2001-2017)

Das Moor reagiert auf eine breite Spanne von Wetterereignissen sehr flexibel.

Zahlreiche Jahre mit recht unterschiedlichen Klimadaten werden vom Moor als „Normaljahre“ registriert und einreguliert.

Anders reagiert das Moor auf „Regen-“ und „Trockenjahre“.

- Normaljahre: 2001, 2004-2006, 2010-2016
- Regenjahre: 2002 und 2007-2008, 2017 erst ab Ende Juni.
- Trockenjahre: 2003 und 2009

Auf Regenjahre reagiert das Moor positiv. Anhaltende Überschwemmungen bleiben aus, weil die Schwingmatten in Torfstich-Gebiete aufschwimmen.

Die Gebiete mit Weißtorflagern nehmen Wasser auf, das sich bei erhaltener Akrotelm-Katotelm-Zonierung über weite Torfmoor-Flächen verteilt. Wasser-Überschüsse werden an das Randlagg und schließlich an die Vorfluter abgeben (siehe G04). Weißtorf kann auch schwamm-sumpfig aufquellen (bei Z23).

In „Normaljahren“ regelt sich das Moor auch bei wechselhaften Niederschlägen gut ein.

Trockenjahre sind für das Moor gefährlich, weil irreversible Austrocknungs-Schäden, auftreten können. Trockenheitsbedingte „Sackungen“ der Mooeroberfläche treten gehäuft auf.

Erste Sackungserscheinungen sind nach dem trocken-heißen Sommer 2003 festzustellen. Nach 2009 lässt sich fast überall im Moor eine anhaltende Grundwasserabsenkung nachweisen. Irreversible Sackungen der Mooeroberfläche sind bisher vorwiegend an Messpegeln in Randgrabennähe festzustellen.

3.6. Zwischenauswertung Monatswerte (2001-2017)

Schwerpunkt der Studie sind die monatlichen Wasserstandsmessungen an 30 Messstellen. Diese zeigen an jedem Pegel eine individuelle jahreszeitliche Dynamik, deren Hauptantriebskräfte Niederschlag und Verdunstung sind.

Die Verdunstung (Evapotranspiration) ist vorwiegend in der Vegetationsperiode (Frühling über Sommer bis Herbst ca. 200 Tage) aktiv. Sie übertrifft dann zeitweilig die Niederschläge, so dass ein Spätsommertief der Wasserstände resultiert (s. Abb. 1: Gewässerstand im ersten Jahr 2001 der Studie).

Bereits der Jahrgang 2001 zeigt Tiefststände im August/September und einen Wiederanstieg im Oktober. Dieser ist am 1. November, beim Beginn des hydrologischen Jahrs noch nicht abgeschlossen, sondern zieht sich bis Januar/Februar hin.

Um die Jahresdynamik der Wasserstände abzubilden, eignet sich das Kalenderjahr besser. Jeder Pegel hat seine eigene Jahresdynamik, was die Größe der Schwankungen betrifft. Die Richtung der Ausschläge ist jedoch gleich. Es ist durchaus bemerkenswert, wie Pegel, deren Wasserstände im Spätsommer stark abgefallen waren, sich im Winter wieder auffüllen. Danach verhält sich das Moor wie ein Auffüllsystem mit zahlreichen Teilspeichern, die sich im Sommer unterschiedlich stark entleeren, sich im Winter aber wieder auffüllen.

Im Folgenden werden die Monatsmittelwerte des Gesamtzeitraums (2001 bis 2017) für jeden Pegel berechnet und miteinander verglichen.

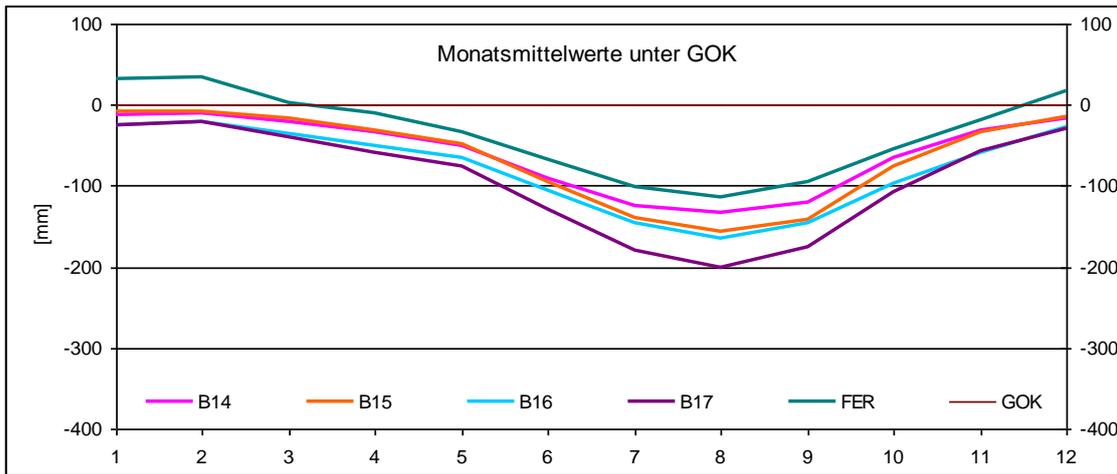


Abb. 126: Monatsmittel der Pegel in der B-Region

Die B-Region, zu der im Moorinneren auch FER, ein Lattenpegel an der Gärtner'schen Eisenstange gehört, zeigt an allen Pegeln einen gleichartigen Kurvenverlauf. Im Januar und Februar sind die Wasserstände am höchsten, dann sinken sie bis Mai allmählich und von Mai bis Juli stark ab. Im August wird ein Minimum erreicht.

Danach steigen die Wasserstände bis November steil an. Ende Dezember werden wieder Höchststände erreicht. Die Januar-Februar-Höchststände sind relativ zur Geländeoberkante (GOK) unterschiedlich, am höchsten bei FER. An diesem Pegel sind im Langzeitverlauf die Wasserstände angestiegen; Die Werte von B17 liegen etwas tiefer.

Die „Spannweite“ zwischen höchsten und tiefsten Monatsmittelwerten schwankt zwischen 130 mm (B14) und 180 mm (B17).

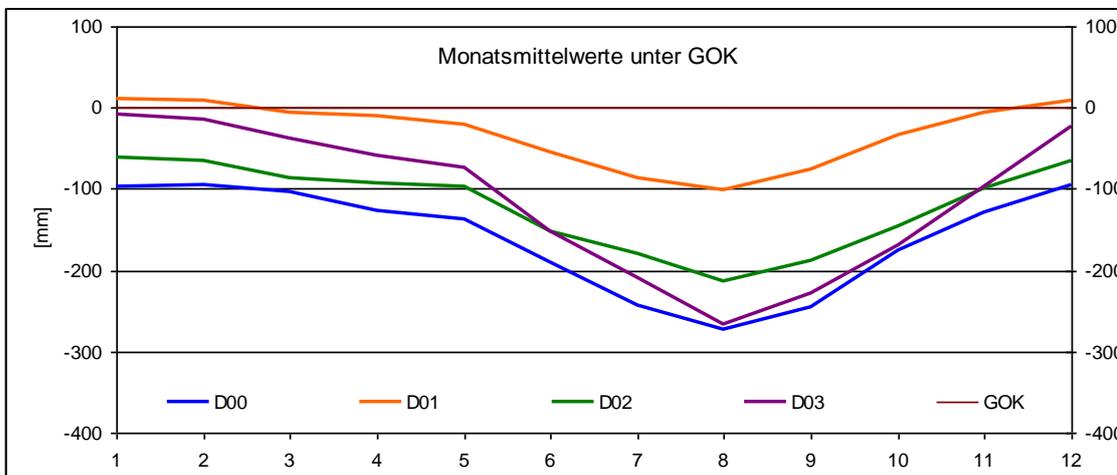


Abb. 127: Monatsmittel der Pegel in der D-Region

In der D-Region, die südlich der Wasserscheide liegt, ist D01 eindeutig der stabilste Pegel ohne Hinweis für eine Änderung der Wasserstände im Langzeitverlauf und mit geringer Spannweite (110 mm). Der Kurvenverlauf ist bei allen Pegeln wie in der B-Region (Tiefststand im August). Die Spannweite schwankt jedoch wesentlich stärker (zwischen 110 mm und 260 mm bei D03).

Bei D00 ist langfristig ein Absinken der Wasserstände zu erkennen.

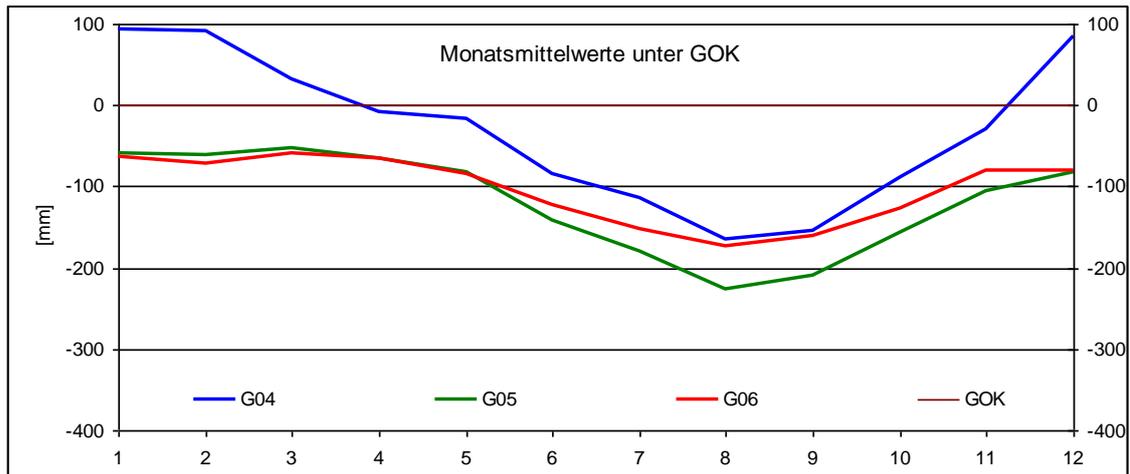


Abb. 128: Monatsmittel der Pegel in der G-Region

Bei den G-Pegeln, die beidseits der Wasserscheide liegen, ist G04 geprägt von besonders hohen Schwankungen (Spannweite 260mm) verbunden mit Überflutung des Pegels. Die Januar-Februar-Höchstwerte liegen 100 mm über GOK.

Dagegen zeigen G05 und G06 (nördlich der Wasserscheide) wesentlich geringere Spannweiten (G06 nur 120 mm, G05 180 mm). Das Januar-Februar-Niveau ist deutlich abgesenkt als Hinweis für eine langfristige Absenkung der Wasserstände.

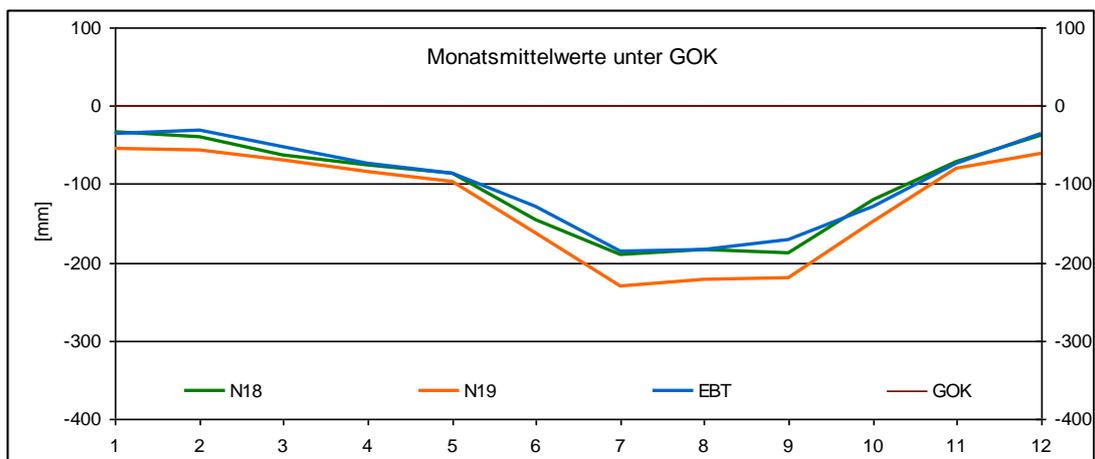


Abb. 129: Monatsmittel der Pegel in der N-Region

Die N-Pegel und EBT weisen im Gegensatz zu den bisher gezeigten Verläufen ein verbreitertes Minimum von Juli bis September auf. Die Spannweiten liegen im mittleren Bereich.

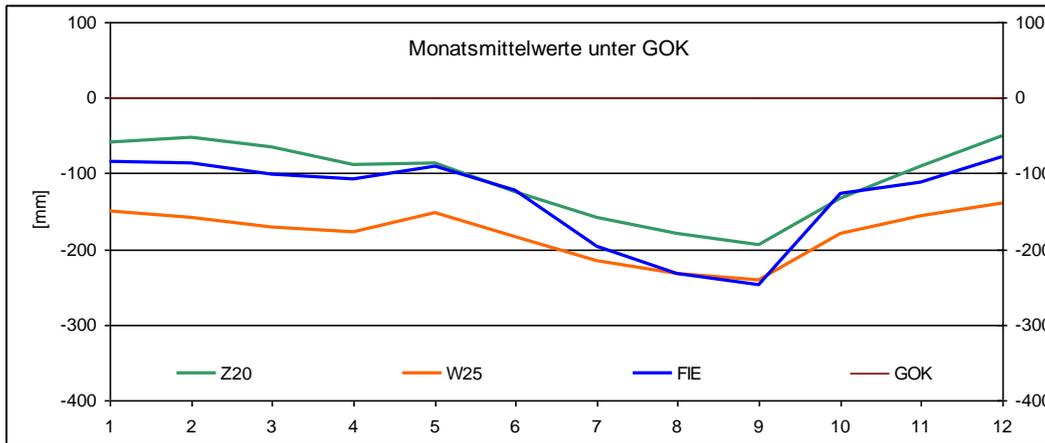


Abb. 130: Monatsmittel der Pegel in der West-Region

Z20, W25 und FIE zeigen im Monatsmittel einen leichten Anstieg im Mai dann ein starkes Gefälle bis Juli und ein weiteres Absinken bis zu Tiefstständen im September. Spannweiten zwischen 100 mm (W25) und 180 mm (FIE).

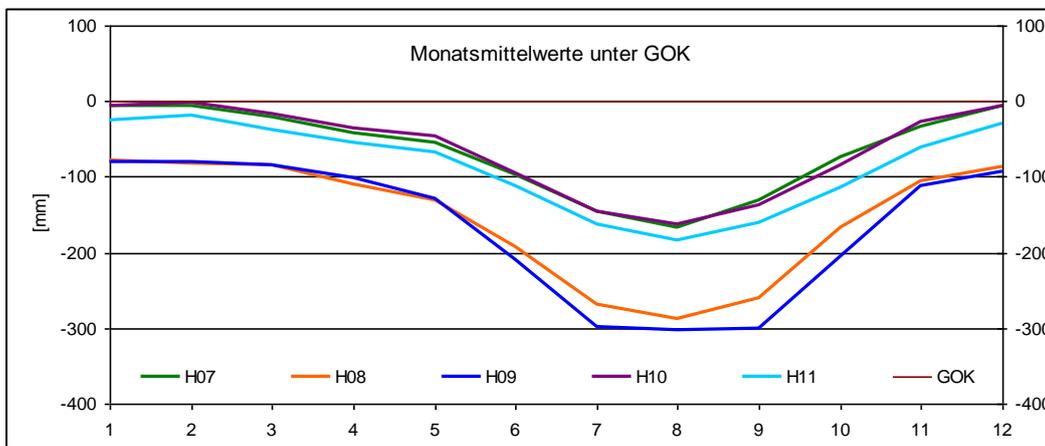


Abb. 131: Monatsmittel der Pegel in der H-Region

Bei den H-Pegeln sind 2 unterschiedliche Typen zu erkennen. H07 am südlichen Rand und H10, H11 am nördlichen Rand der Hartmann-Lichtung haben Verläufe wie in der B-Region mit Spannweiten um 180 mm ohne Absenkung.

Dagegen sind bei H08 und H09 am östlichen Rand der Lichtung bereits die Januar-März-Höchstwerte deutlich abgesenkt. Die sommerlichen Tiefststände liegen zwischen Juli und September. Deutliche langfristige Absenkung des Grundwasserniveaus.

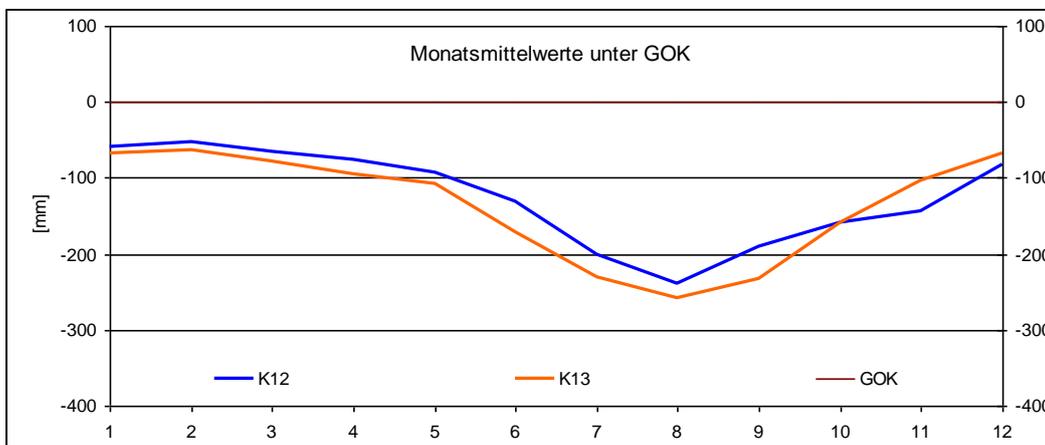


Abb. 132: Monatsmittel der Pegel in der K-Region

K12 und K13 laufen fast gleich, obwohl in unterschiedlichen Parzellen. Absenkung im langfristigen Verlauf.

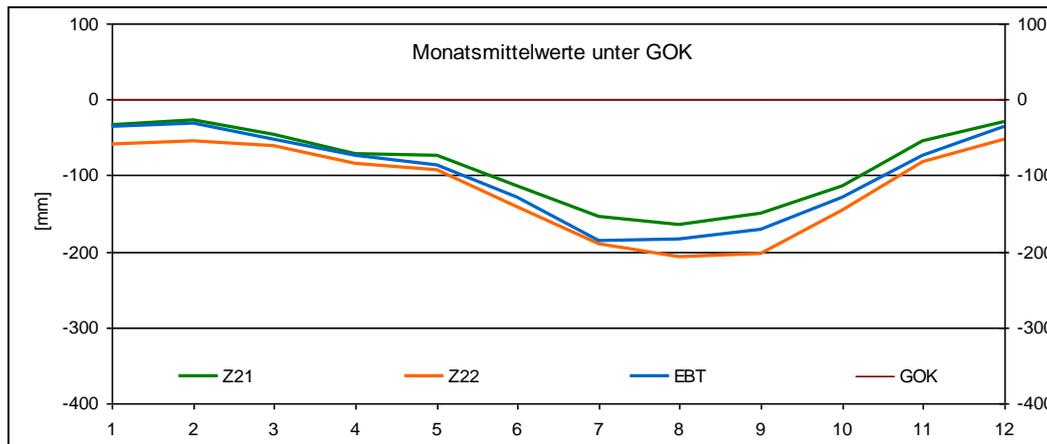


Abb. 133: Monatsmittel der Pegel in der Zentral-Region

Z21, Z22 und EBT liegen in Nachbarregionen im Zentrum des Moores. Sie haben ähnliche Verläufe. Jahrestiefstände zwischen Juli und September.

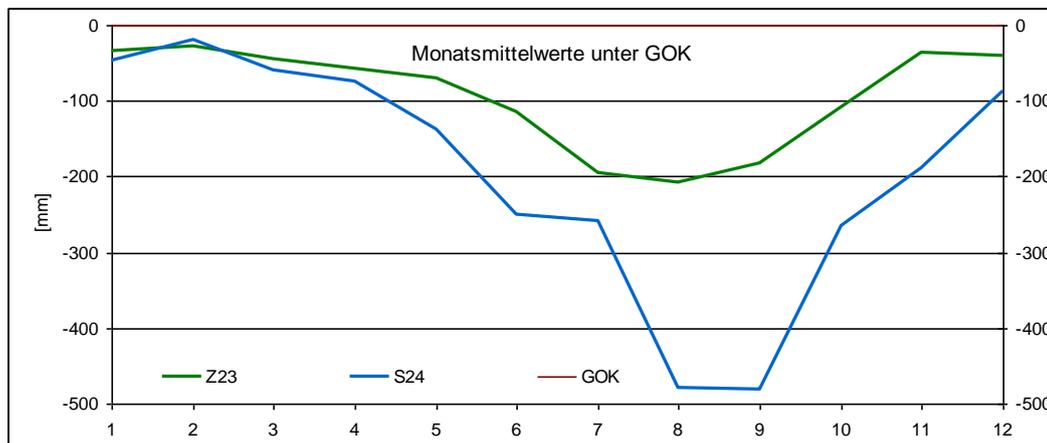


Abb. 134: Monatsmittel der Pegel in der Süd-Region

Z23 hat wie andere Z-Pegel ein breiteres Sommerminimum von Juli bis September. Pegel S24 ist „chaotisch“ mit einem tiefen Minimum im August-September und Schwankung von 460 mm.

Übersichtskarte Hydrologie mit Spannweiten der Pegel

Die Spannweiten aller oben dargestellten Pegel (monatliche Mittelwerte für 2001-2017) sind in Abb. 135 mit ihrer geographischen Verteilung dargestellt, wobei anschaulich erkennbar ist, dass Pegel mit größerer Spannweite meist randlich liegen. Deutlich bei S24, D00, D03, G04, G05, H08, H09, N19 und FIE.

Darüber hinaus sind die Wasserscheiden, die wichtigsten Quellbezirke, die Wasserläufe im Moor, die oberirdischen Abflüsse bei hohem Wasserstand sowie die aktiven und gekammerten Gräben dargestellt.

Die oberirdischen Abflüsse werden in Kapitel 6.2 Abfluss auf S.113 genauer beschrieben.

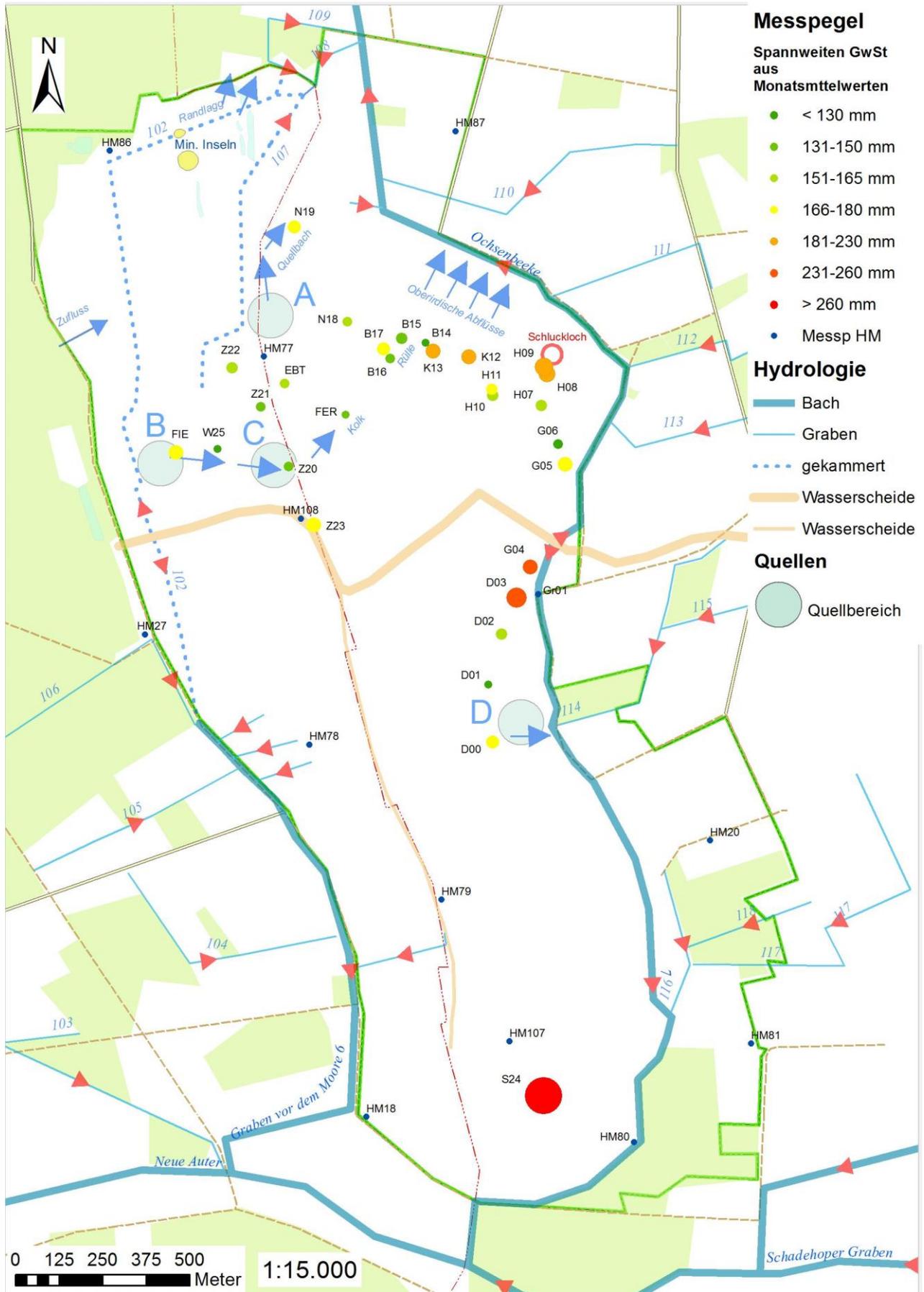


Abb. 135: Hydrologie des Helstorfer Moores mit Spannweiten der Pegel

3.7. Box-Plot Monatswerte D00, D01 und FER 2001-2019

Die Abbildungen zeigen die monatlichen Werte von drei Pegeln als sogenannter Box-Plot. Dieser wird in der Datenanalyse meist vor weiteren statistischen Verfahren eingesetzt, um eine erste Basis für die Analyse der Daten und von möglichen Ursachen z.B. für unterschiedliches Verhalten der Grundwasserstände als Hypothese zu erhalten.

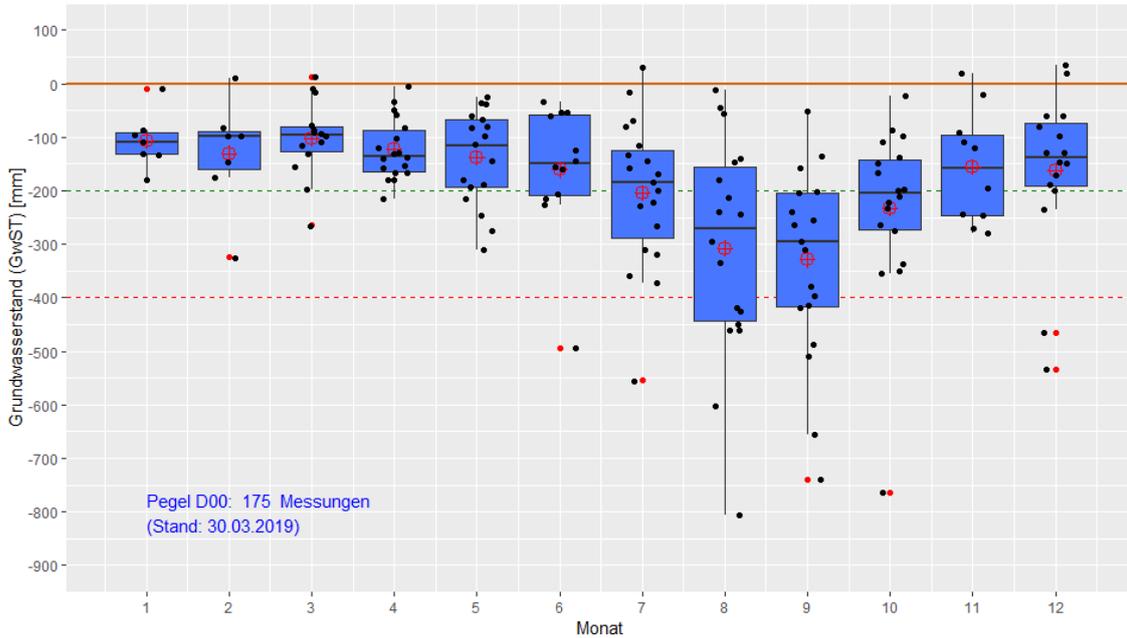


Abb. 136: Box-Plot Monatswerte Pegel D00

In der nachfolgenden Beispiel-Grafik werden die Besonderheiten dieser Darstellung und die Angaben der verschiedenen Parameter kurz erläutert.

Neben der Lage des Median – der in einer nach der Größe der Werte geordneten Liste genau in der Mitte liegt - und den Grenzen des ersten (Q_1 = untere Grenze der Box) und dritten Quartils (Q_3 = obere Grenze der Box) lassen sich auch die Streuungsmaße (Spannweite, Interquartilsabstand) sowie die Verteilung der Daten aus dem Box-Plot ablesen.

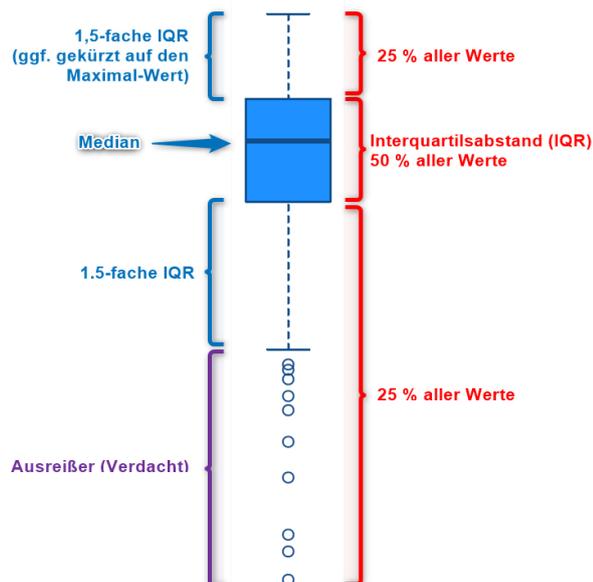


Abb. 137: Box-Plot Diagramm Parameter

Der Median (horizontale Linien in der Box) unterscheidet sich vom arithmetischen Mittel (Mean) und ist für jeden Monatswert als roter Kreis mit Kreuz eingetragen. Die obere und untere gestrichelten Linien („Whiskers“) kennzeichnen die äußeren Quartile und stellen verdächtige Ausreißer als Kreise dar, wenn das 1,5-fache des Interquartilsabstands überschritten wird.

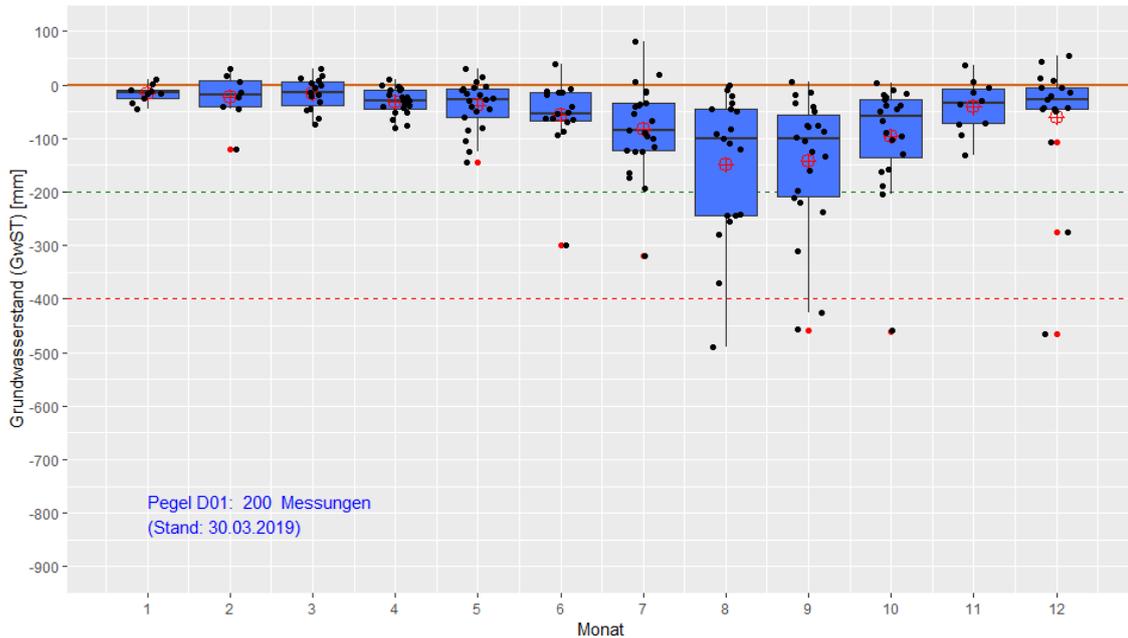


Abb. 138: Box-Plot Monatswerte Pegel D01

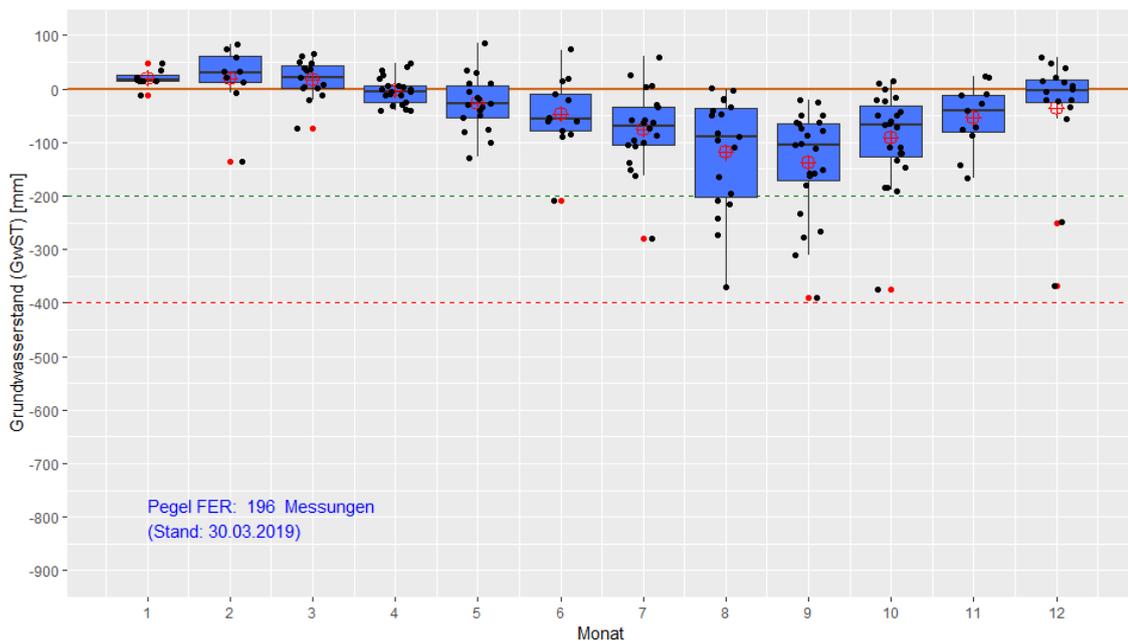


Abb. 139: Box-Plot Monatswerte Pegel D01

Die Messwerte jedes einzelnen Grundwasserstandes sind mit einer automatisierten Verteilung (jitter) der „Messwolke“ dargestellt, um die nah beieinander gelegenen Messpunkte nicht zu überlagern. Ausreißer sind in der Achse zusätzlich mit einem roten Punkt markiert.

Der Median ist robust (d.h. nicht anfällig) gegenüber extremen Ausreißern, das arithmetische Mittel nicht. Dies zeigt sich auch in den einzelnen „Monats-Boxen“, da der rote Kreis (Mean) von der horizontalen Linie (Median) wegen der größeren Spannweite (Ausreißer) in den Sommermonaten stärker abweicht.

4. Meteorologische Grundlagen

Niederschlag

Das Helstorfer Moor ist ein atlantisches Hochmoor und gehört damit zu den „Regenmooren“ (Abb. 5: Hochmoore (schwarz), und Niedermoore (grau) und Lage der Hannoverschen Moorgeest). Der Regen (Niederschlag) mit den aus der Luft eingetragenen Mineralsalzen ist danach die wichtigste Größe zur Entstehung und zum Erhalt des Moores.

Niederschlagsdaten direkt aus dem Moor sind nicht vorhanden. Verwendet werden traditionell Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2019) vom Flughafen Langenhagen. Diese Wetterdaten haben den Vorteil, dass sie seit langer Zeit aufgezeichnet werden und im Internet und aus der Sammlung von Dr. Dronia verfügbar sind.

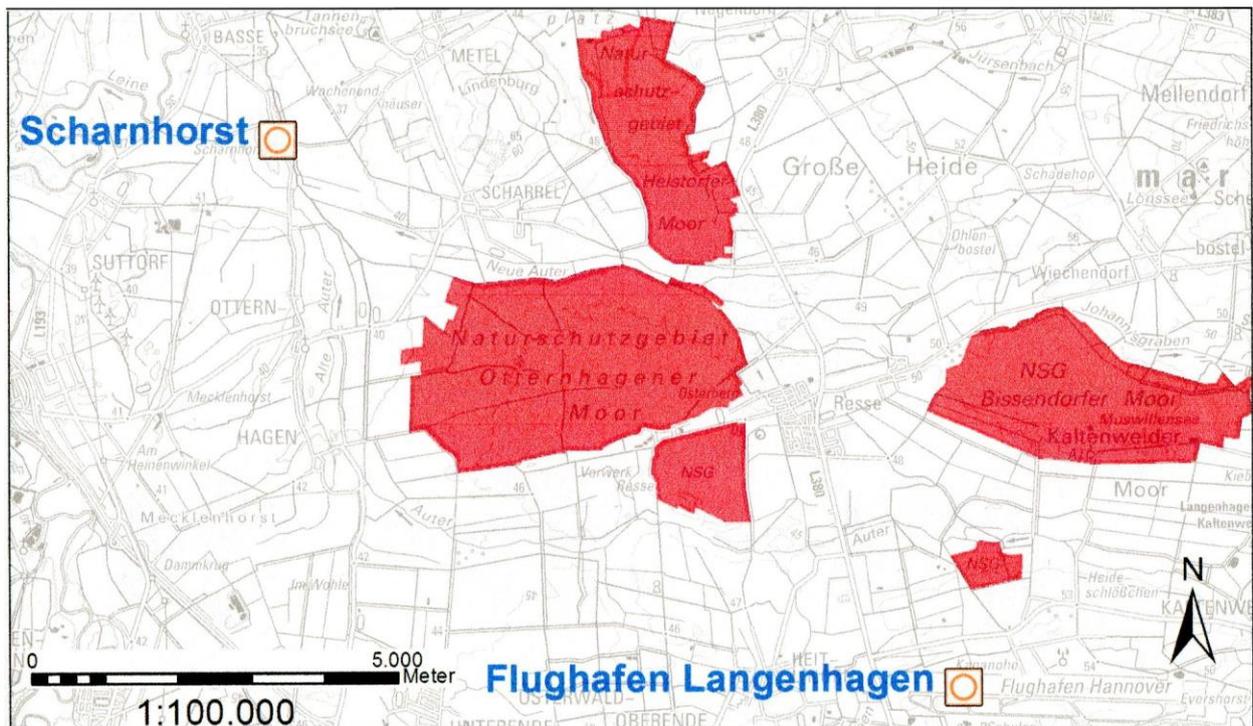


Abb. 140: Lage des Helstorfer Moores und der Wetterstationen

4.1. Niederschlagsübersicht 2001 bis 2019

Im Untersuchungszeitraum (2001 bis 2018) bestehen erhebliche Unterschiede in Menge und Verteilung der Niederschläge. Ein allgemeingültiges Muster für die Abfolge von nassen und trockenen Jahren ist nicht zu erkennen.

Um ein ähnlich trockenes Jahr wie 2018 zu finden, muss man bis 1959 zurückgehen.

Für den Jahresvergleich sind sowohl das **hydrologische Jahr (1. November bis 31. Oktober)**, als auch das **Kalenderjahr** von praktischer Bedeutung. Auch Halbjahreswerte z.B. April bis September, die den Schwerpunkt der Vegetationsperiode wiedergeben, sind wichtig.

Die hydrologischen Jahre 2002, 2007, 2008, 2010 und 2017 sind „Regenjahre“ und weisen Niederschlagswerten über 700 mm auf. Spitzenreiter ist 2007 mit 852 mm.

Auffällige „Trockenjahre“ sind 2009 mit 496 mm und 2018 mit 475,8 mm.

Die Halbjahreswerte (für April bis September – Vegetationsperiode) sind 2003 mit 240 mm und 2009 mit 228 besonders niedrig. 2018 war allerdings auch in der Vegetationszeit am trockensten (219 mm).

Bei Betrachtung der Kalenderjahre erscheinen 2002, 2007 und 2017 als Regenjahre. 2007 war die Regensumme mit 909 mm am höchsten, 2017 nur 822 mm.

Als Trockenjahr fällt vor allem 2018 mit nur 433 mm auf, zahlreiche andere Jahre wie 2003, 2005, 2006, 2011, 2013 und 2016 liegen deutlich unter dem langjährigen Mittel von 641 mm.

Allerdings liegt die DWD-Station 10 km südöstlich des Untersuchungsgebietes und ist möglicherweise von starkem Flugbetrieb beeinflusst.

Starkregenereignisse, die sich in den letzten Jahren häufen, können in 10 km Entfernung durchaus von Bedeutung sein.

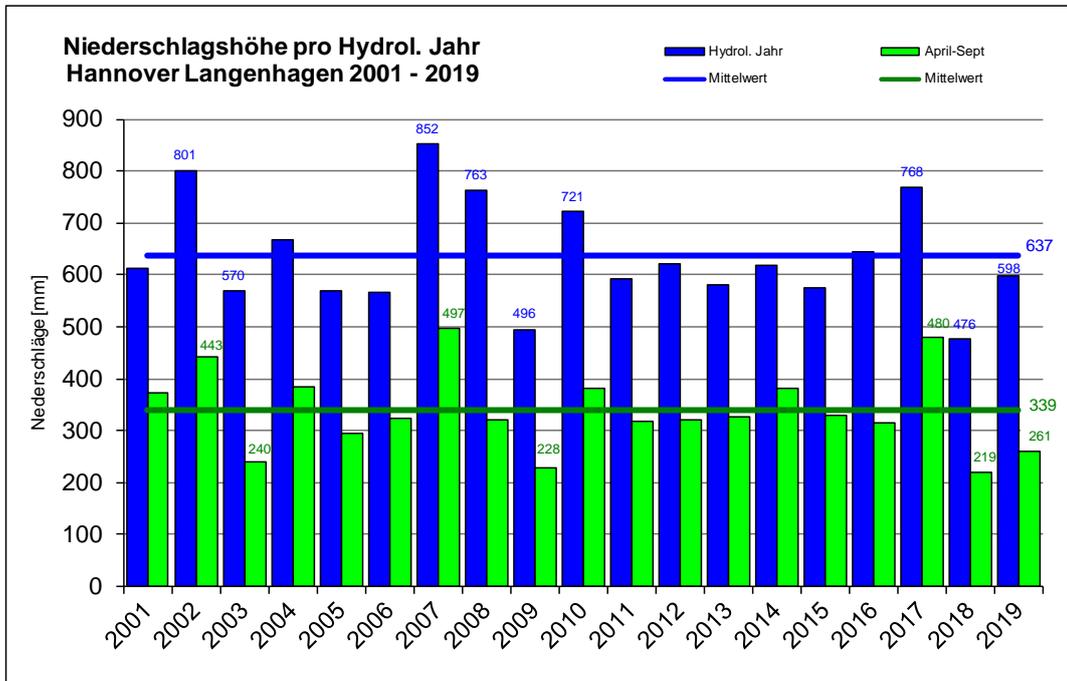


Abb. 141: Niederschläge Langenhagen 2001-2019 (Hydrologisches Jahr)

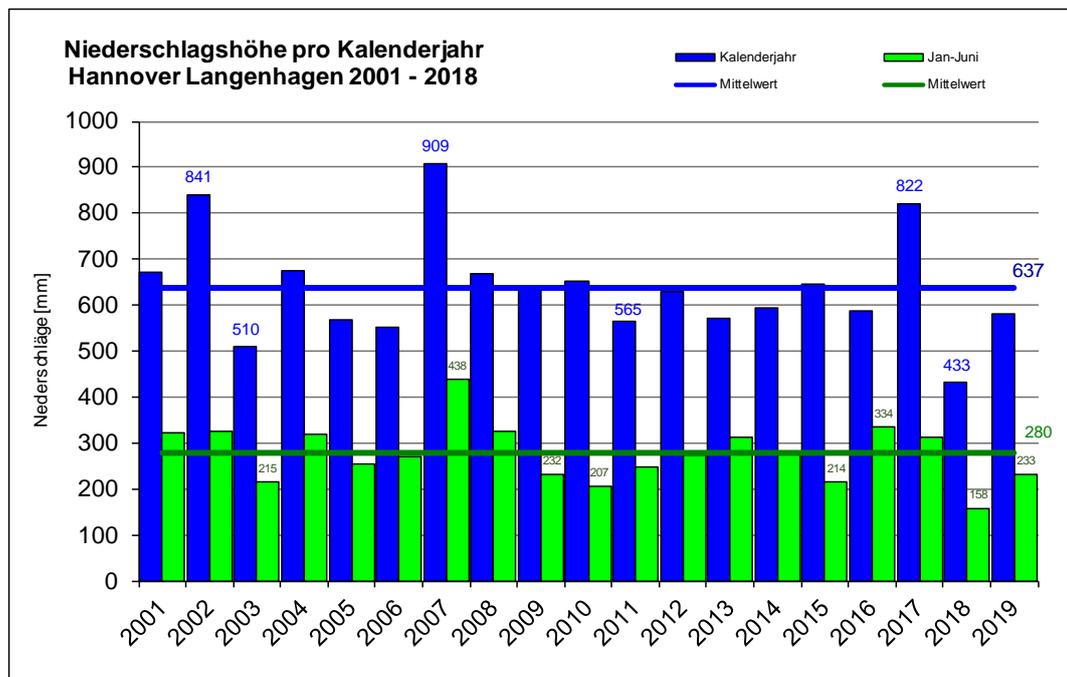


Abb. 142: Niederschläge Langenhagen 2001-2019 (Kalenderjahr)

Seit 2009 verfügt das Bundessortenamt Scharnhorst über eine automatische Wetterstation. Sie liegt nur 5 km westlich des Moors in der Hauptwindrichtung.

Der Vergleich der Niederschlagsdaten seit 2009 ergibt Unterschiede im Jahresniederschlag bis zu 12% und meist zugunsten von Scharnhorst (Abb. 143).

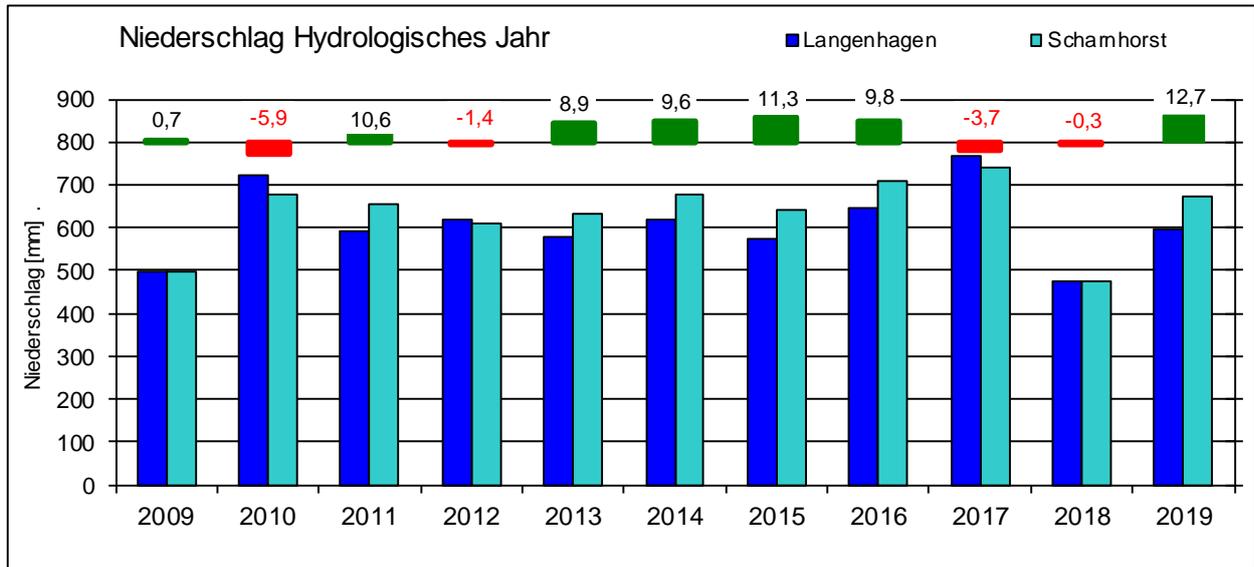


Abb. 143: Niederschlag Langenhagen und Scharnhorst (Abweichung in % Scharnhorst zu Langenhagen)

4.2. Vergleich von Niederschlag und Moorwasserstand K12 und HM77

Eigene Datenlogger-Werte aus K12 spiegeln für 2002 das Starkregenereignis vom 17/18.7.2002 mit fast 100 mm sehr genau wieder, ebenso wie weitere Regenfälle. Der herbsthliche Wiederanstieg des Moorwasserstands begann am 4. Oktober. Hier besteht eine gute Übereinstimmung mit Langenhagener Daten (Abb. 144).

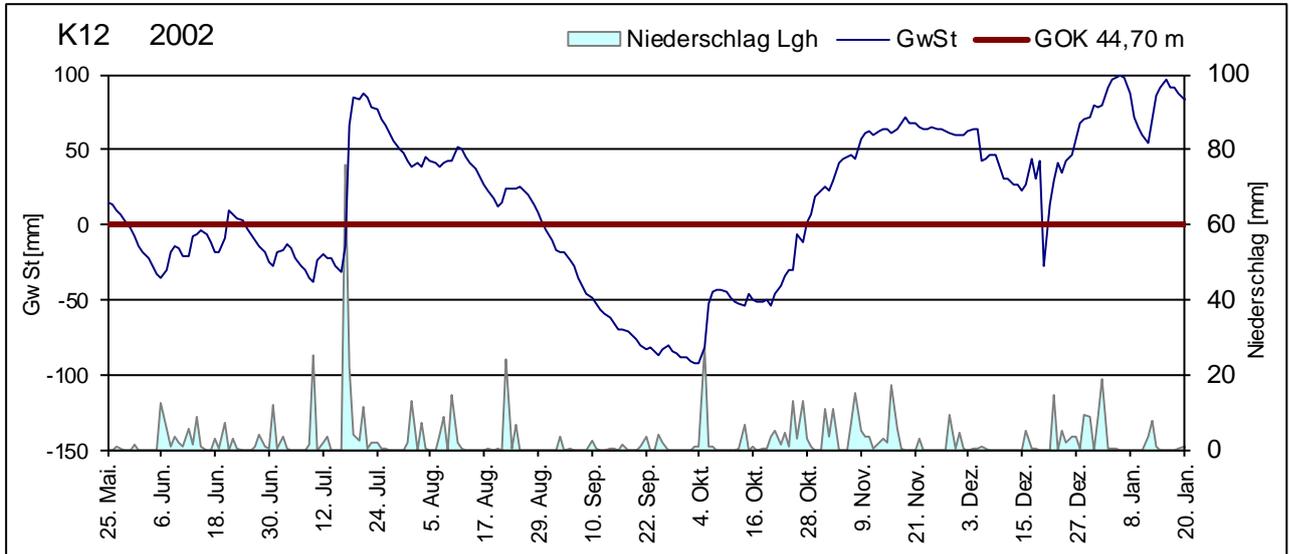


Abb. 144: Niederschlag und Gewässerstand aus Loggerdaten am Pegel K12 in 2002

Im Trockensommer 2009 dagegen ging am 03.07.2009 in Langenhagen ein Gewitterregen mit 30,8 mm nieder, während das Helstorfer Moor trocken blieb (In Scharnhorst 7,7 mm).

Leider war zu dieser Zeit kein Datenlogger im Helstorfer Moor in Betrieb.

Erst seit Juli 2016 hat die Region Hannover Ihren Messpegel HM77, der nördlich vom Pegel EBT in einem bewaldeten Moordamm eingebracht wurde, mit einem Datenlogger ausgestattet.

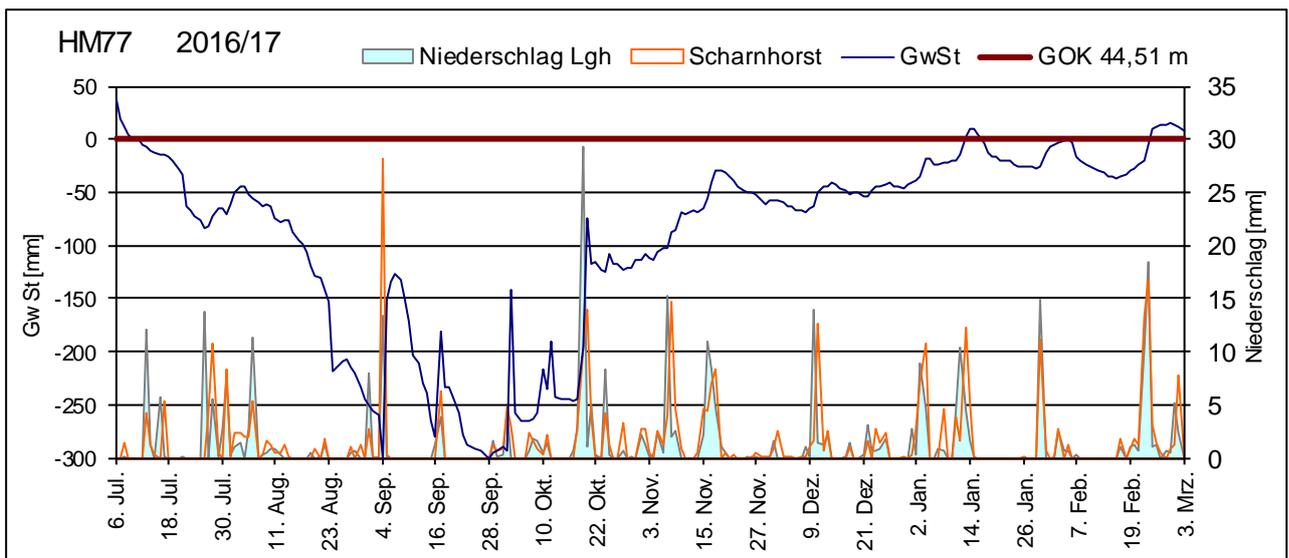


Abb. 145: Niederschlag und Gewässerstand aus Loggerdaten am Pegel HM77 in 2016/17

Erste Messdaten zeigen detailreich die Messperiode vom 06.07.2016 bis 03.03.2017

Die Austrocknung im Sommer geht bis 3. September dann folgt ein steiler Anstieg, der am besten mit einem Regenereignis in Scharnhorst korreliert.

Die herbstliche Wiederauffüllung erfolgt durch eine Regenperiode ab Mitte Oktober. Hierzu passen besonders gut die Niederschlagsdaten aus Langenhagen.

Anscheinend kommen im Helstorfer Moor Regenwolken aus verschiedenen Himmelsrichtungen an. Mal von Westen über Scharnhorst, dann wieder aus Süden über Langenhagen.

Es lohnt sich daher, die Niederschlagswerte beider Stationen mit Pegeldata aus dem Helstorfer Moor zu vergleichen.

Für das Extremjahr 2018 sind neben den eigenen monatlich abgelesenen Pegeln drei mit Datenloggern ausgestattete Messstellen der Region Hannover verfügbar (Hollenbach 2018).

Erstmals auch HM108, der sich in Moormitte in einer Heilen-Haut-Region befindet, nur 30 m von Z23 entfernt.

Die in HM108 aufgezeichneten Niederschlagsereignisse besonders von Juli und September entsprechen den Wetterdaten von Langenhagen und Scharnhorst gleichermaßen.

Die GwSt von HM108 und Z23 sind von November 2017 bis April 2018 gleichmäßig hoch (um 0,05 m unter GOK).

Von Mai bis Ende Juni schnelles Absinken der GwSt, im Juli bei Z23 Plateau, bei HM108 2x steile Niederschlagszacken entsprechend der Regenmenge.

Von August bis 20. September wieder steiler Abfall des GwSt bis 0,7m unter GOK.

Im Oktober und November bei geringen Niederschlägen Plateaubildung auf sehr niedrigem Niveau (0,65 m unter GOK). Erst im Dezember Wiederanstieg bis 0,3 m unter GOK.

Fazit: ungewöhnlich starke Austrocknung bis 20. September, langanhaltende Trockenheit im Herbst bis Anfang Dezember. Zum Jahreswechsel erfolgt nur Teilauffüllung der Wasserspeicher.

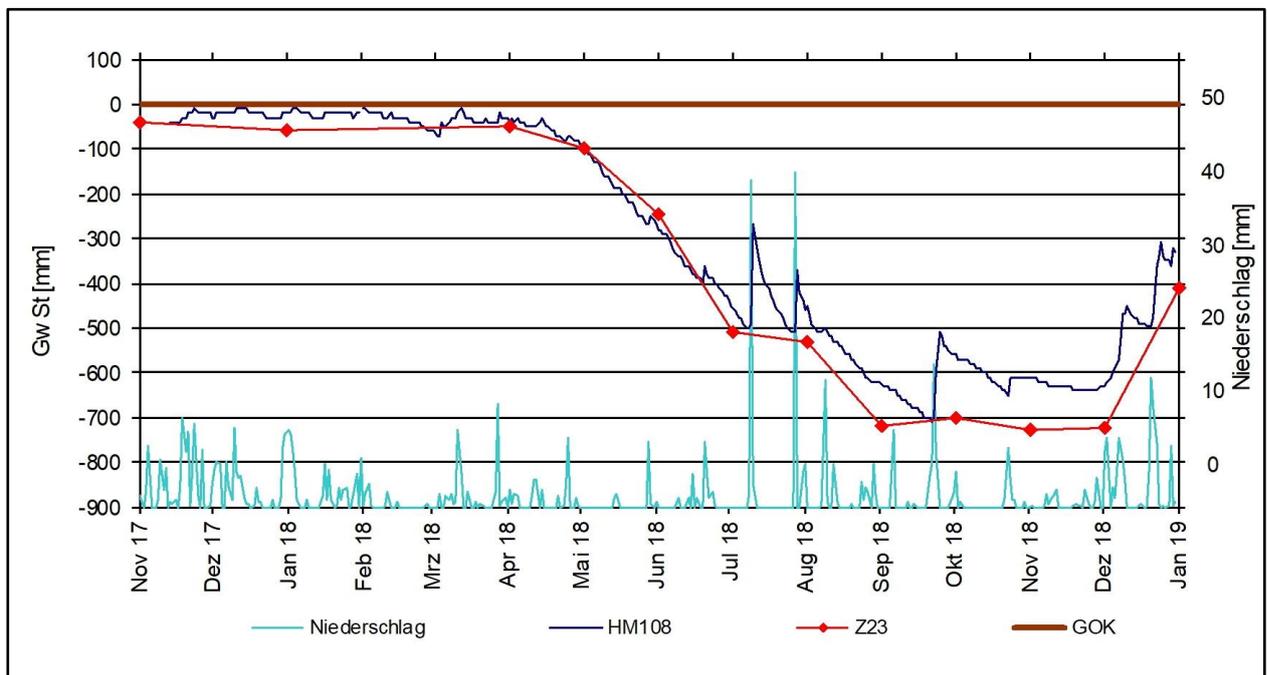


Abb. 146: Gewässerstand unter Geländeoberkante (GOK)

4.3. Klimawandel

2018 war zweifellos ein Jahr, in dem die seit Jahrzehnten beobachtete Erwärmung des Klimasystems deutliche Spuren hinterlassen hat. Die mittleren Monatswerte (in Grad C) waren nur im Februar und März unter dem langjährigen Mittelwert, in den übrigen Monaten von April bis Oktober deutlich höher (Abb. 147).

Gleichzeitig waren die monatlichen Niederschlagssummen von Februar bis November außerordentlich niedrig und konstant unter dem langjährigen Mittel (Abb. 148).

Die extreme Dürre 2018 ist nicht sicher Folge des Klimawandels, da dieser seit Jahrzehnten vor sich geht, in denen auch einige Jahre mit viel Niederschlag (Regenjahre) vorkamen.

Für das untersuchte Regenmoor, das ganz elementar von einem humiden Klima mit Regenmengen um 700 mm abhängt, wären gehäuft auftretende Trockenjahre wie 2018 mit nur 486 mm Niederschlag bedrohlich.

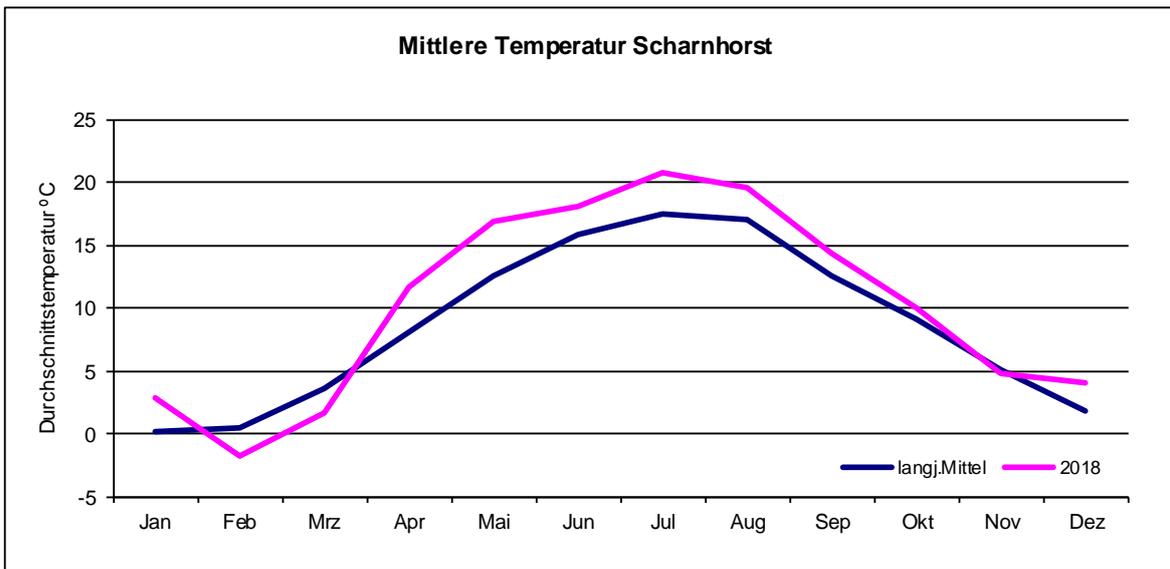


Abb. 147: Mittlere Temperatur Wetterstation Scharnhorst (2018 und langjähriges Mittel)

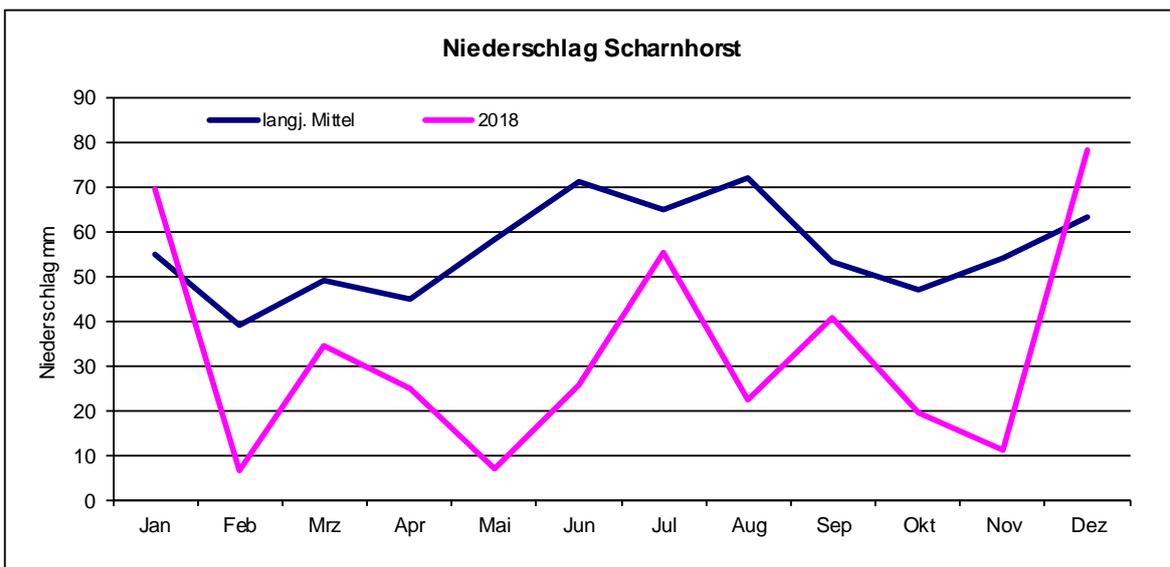


Abb. 148: Monatlicher Niederschlag Wetterstation Scharnhorst (2018 und langjähriges Mittel)

Langzeitmessungen von der Leine, dem Hauptvorfluter der Region, zeigen einen Trend zu Minimal-Pegelständen, der sich seit mindestens drei Jahrzehnten verstärkt. Die Minimalwasserstände werden immer niedriger (s. Abb. 176 und Abb. 177).

5. Abhängigkeit der Pegelstände/Niederschlag

Die Abhängigkeit der Pegelstände im Moor vom Niederschlag ist unschwer erkennbar. Besonders drastisch zeigt sie sich in Trockenjahren. Bei Jahressummen um 500 mm wie im laufenden Jahr 2018 trocknet das Moor stark aus. Auch 2003 und 2009 waren Dürrejahre, in denen die Moor-Wasserstände tief einbrachen. Bei Vergleich der Jahresmittelwerte von Niederschlag und Pegelständen zeigt sich ein enger Zusammenhang. Auch kleinere Schwankungen der Niederschlagsmenge wirken sich auf die Wasserstände im Moor aus.

5.1. Auswertung für Pegel D01, B14, N18

Diese Pegel wurden ausgewählt, um Zusammenhänge mit den Niederschlägen exemplarisch darzustellen. Sie liegen beidseits der Wasserscheide und im nördlichen Randbereich (N18) (Pegelauswahl wie bei 3.3.3).

5.1.1 Jahresmittelwerte

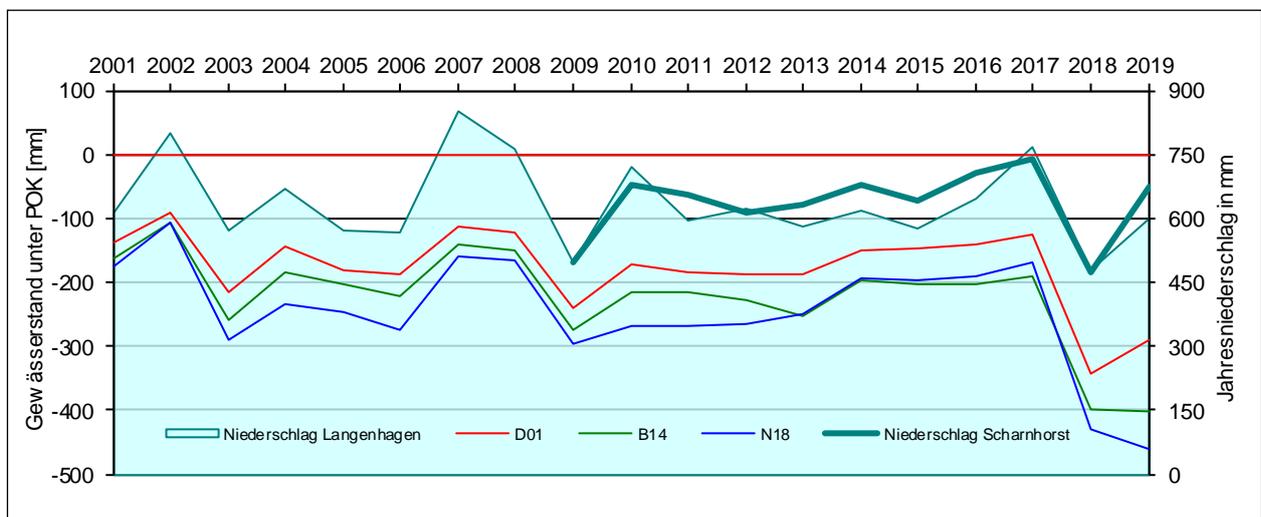


Abb. 149: Jahresniederschlag (hydrol. Jahr) und Gewässerstand (D01, B14, N18)

Die Jahresmittelwerte lassen einen engen Zusammenhang zwischen Pegelstand und Niederschlagsmenge erkennen. Die Werte verlaufen bei allen 3 Pegeln über weite Strecken parallel zu der Niederschlagskurve. Beachtenswert ist, dass die Niederschlagskurve von Scharnhorst (seit 2009 verfügbar) deutlicher mit den Pegelwerten korreliert. Die Unterschiede zwischen den Pegeln weisen auf weitere Einflussgrößen hin (z. B. geringere Torfmächtigkeit).

5.1.2 Monatsmittelwerte (2001-2017)

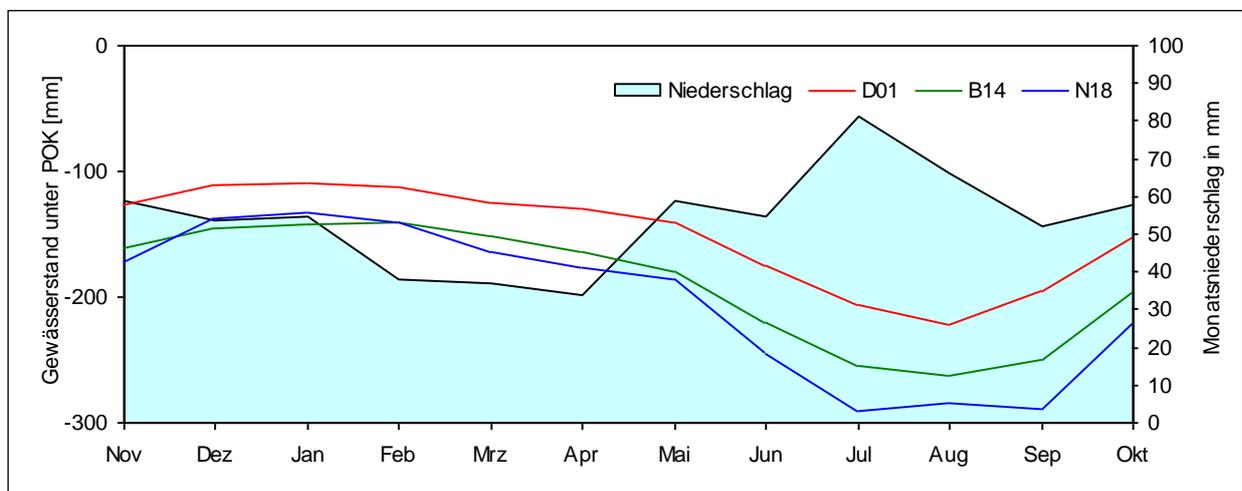


Abb. 150: Monatlicher Moorwasserstand und Niederschläge (D01, B14, B18)

Die Monatsmittelwerte geben den Jahresverlauf der Niederschläge und der Pegelstände wieder, wobei ein gegenläufiger Rhythmus deutlich wird. Hier bestehen offenbar wesentlich kompliziertere Zusammenhänge als bei den Jahreswerten.

Nach Höchstständen im Dezember/Januar führen geringere Niederschläge von Februar bis April bereits im Frühjahr zu einer Minderung der Pegelstände.

Von Mai bis August/September sinken die Pegelstände trotz größerer Regenmenge noch stärker ab bis zu Tiefständen im August/September. Im Sommer wird offenbar im Moor sehr viel Wasser durch Verdunstung (Evapotranspiration) (s. Kapitel 6) verbraucht. Der sommerliche Tiefstand trotz Regen zeigt, dass in Normal- und Trockenjahren die sommerliche Regenmenge durch Verdunstung aufzehrt wird. Nur in sechs Jahren mit viel Sommerregen (2002, 2007, 2008, 2014, 2015 und 2017) halten sich die Wasserstände auf hohem Niveau.

Mooschwingrasen haben eine besonders große Verdunstung, solange sie auf Wasser schwimmen. Wenn das freie Wasser und das im Moos gespeicherte Wasser verbraucht sind, bleichen die Torfmoose aus und schützen sich damit gegen weiteren Wasserverlust.

Birken/Kiefernbruchwald hat eine höhere Verdunstung, am höchsten ist die Verdunstung im Großseggenried (Dierssen 2001).

5.2. Gewässerstände K12 und K13 in Regen- und Trockenjahren

Bei K12 und K13 lässt sich exemplarisch für alle Pegel zeigen, wie sich das Moor in Regen- und anschließenden Trockenjahren verhält. Die Niederschläge werden jetzt als Säulendiagramm der Monatssummen dargestellt. Es können 3 Perioden gezeigt werden:

- 2002-2003-2004
- 2008-2009-2010
- 2016-2017-2018

1. Im Regenjahr 2002 fällt nach starken Niederschlägen im Juli/August das Sommertief aus. Das hydrologische Jahr 2003 beginnt mit hohen Wasserständen. Bei anhaltender Dürre von Februar bis August sinken die Gw-Stände stark ab. Wiederanstieg von September 2003 bis Februar 2004 zögerlich.

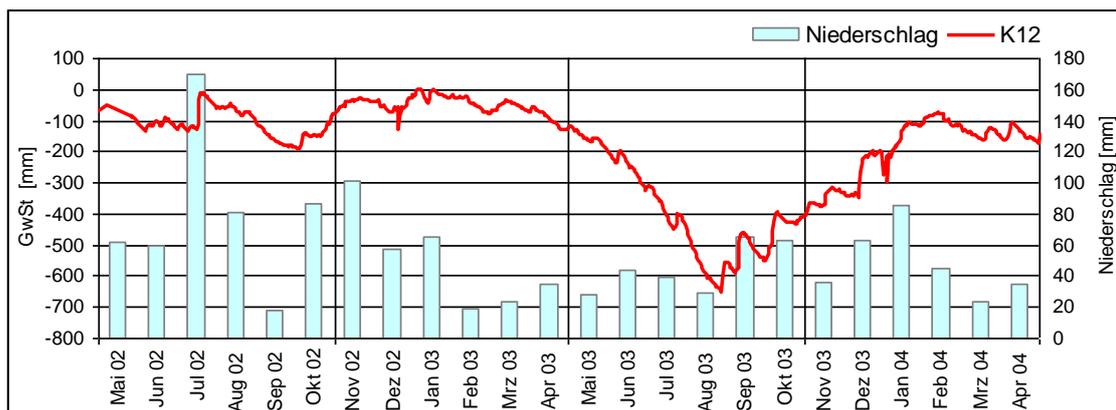


Abb. 151: Gewässerstand und Niederschlag (Lgh) am Pegel K12 (Datalogger) 2002-2004

2. Auch der Sommer 2008 ist von hohen Niederschlägen im Juli/August geprägt und hat ein schwaches Sommertief. Gute Auffüllung im Oktober, dann geringer Niederschlag von November bis Januar sowie im April und Mai. Die im Juli 2009 für Langenhagen vermerkten 87 mm Regen haben das Helstorfer Moor nur teilweise erreicht. Ein Gewitterregen mit 30 mm am 3.7. 2009 verfehlte das Moor. Ausgeprägter Tiefstand aller Pegel im September. Danach schneller Anstieg der Pegelstände bei viel Regen im Oktober/November 2009.

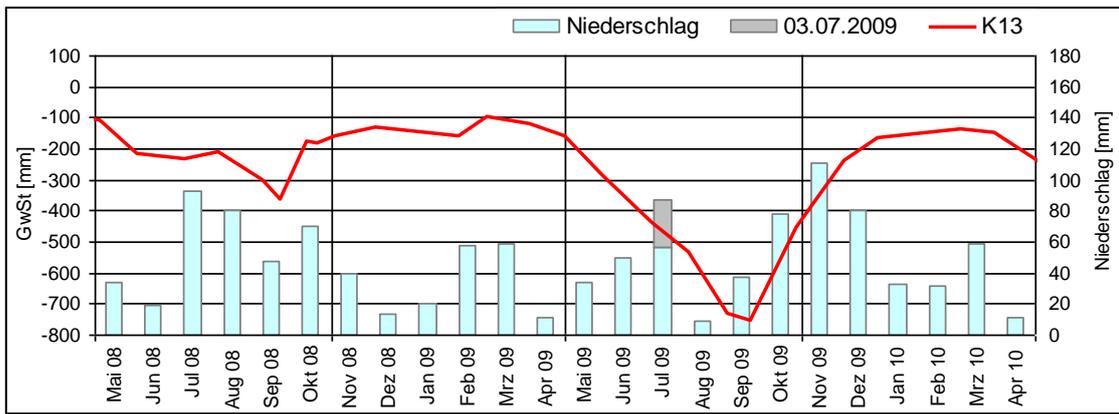


Abb. 152: Gewässerstand und Niederschlag (Lgh) am Pegel K13 (Handmessung) 2008-2010

- Das Trockenjahr 2018 ergänzt durch die vorangehenden Jahrgänge 2016 und 2017 wird hier mit dem bisher trockensten Jahr 2009 verglichen. Vorangegangen sind den Trockenjahren 2009 und 2018 2 Jahre mit hohen und mittleren Wasserständen. 2017 war durch hohe Niederschläge im Juni und Juli gekennzeichnet. Das Sommertief blieb aus.

Ungewöhnlich niedrige Regenmengen von Februar bis Juni 2018 ließen den Moorwasserstand ab April tief absinken. 2 Niederschlagsereignisse im Juli verzögerten den Absturz der Ganglinie nur vorübergehend. Der Tiefstand war Anfang September erreicht:

Bei anhaltender Herbst-Trockenheit verharrten die sehr niedrigen Gw-Stände bis Anfang Dezember. Damit wird der bisher trockenste Sommer 2009 vielfach übertroffen (Tiefstand 2009: - 700 mm nur im September, Tiefstand 2018: - 850 mm September bis Anfang Dezember) Die vorangehenden Regenjahre haben nur im Frühjahr eine ausgleichende Wirkung gehabt. Ohne ergiebigen Sommerregen trocknet das Moor tief aus.

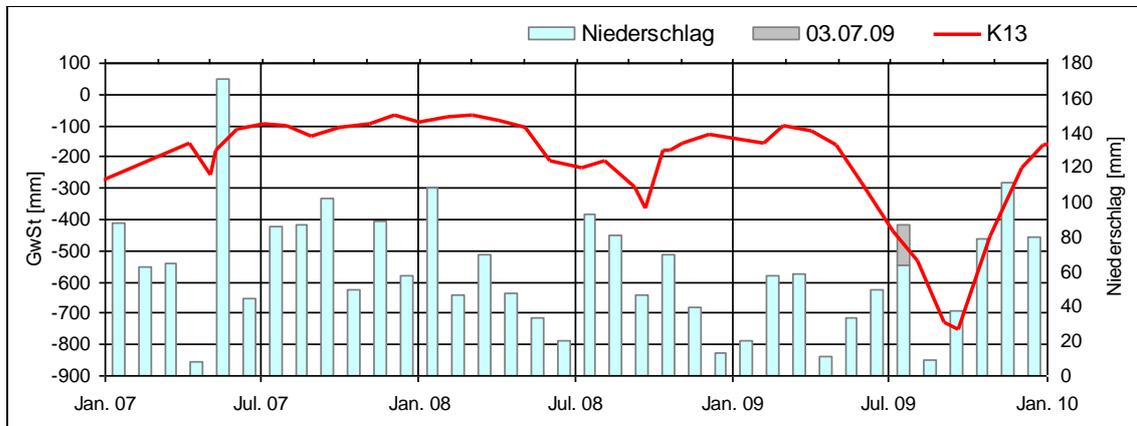


Abb. 153: Gewässerstand und Niederschlag (Lgh) am Pegel K13 (Handmessung) 2007-2009

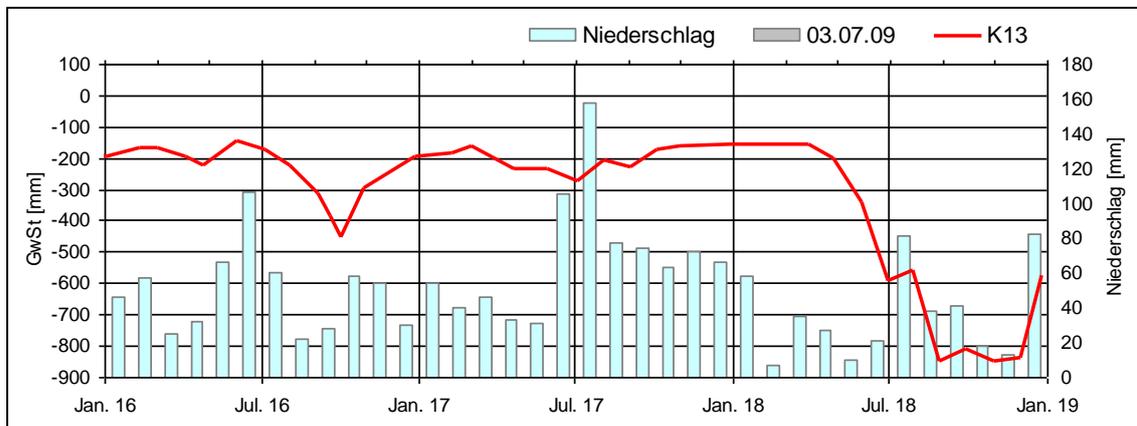


Abb. 154: Gewässerstand und Niederschlag (Lgh) am Pegel K13 (Handmessung) 2016-2018

6. Wasserverluste

Ein kontinuierlicher Wasserüberschuss ist bekanntlich Voraussetzung für das Wachstum eines Hochmoores. Die Menge des Niederschlags muss den Wasserverlust durch die Verdunstung, den oberirdischen Abfluss und die Versickerung ins Hauptaquifer (Sanduntergrund des Moores) übersteigen.

6.1. Verdunstung

Wegen der guten Wasserverfügbarkeit zeichnen sich nasse Moore durch eine hohe Verdunstungsrate aus. Die Verdunstung (Evapotranspiration) bildet den größten Verlustterm in der Wasserbilanz und kann an die Niederschlagssumme heranreichen oder diese sogar übersteigen (BfN-Skripte 462, 2017).

Die nachfolgende Abbildung zeigt für 3 Pegel im Helstorfer Moor, dass im Sommer wesentlich mehr Wasser verdunstet als durch Regen hinzukommt. Das gilt für die Mittelwerte der beobachteten Jahre. Nur in wenigen Jahren wie 2002, 2007 und 2017 sind die Niederschläge im Sommer höher als die Verluste.

Die Verdunstung im nassen Moor kann höher sein als auf Grasland, weil Moosrasen, die auf gut mit Wasser versorgten Schwingrasen wachsen, viel Wasser abgeben können. Erst wenn das Wasserpolster, auf dem sie schwimmen, verbraucht ist, werden Wassersparmechanismen wie das Ausbleichen der Torfmoose notwendig.

Die Bestandsverdunstung im Moor kann deutlich höher sein als die „reale Verdunstung“ einer grasbewachsenen Standardfläche auf Mineralboden und eher der „potentiellen Verdunstung“ entsprechen.

Dem DWD verdanken wir Werte zur Realen und Potentiellen Verdunstung für die Jahre 2001 bis 2016. Diese werden im Folgenden mit Niederschlagswerten (Langenhagen und Scharnhorst (ab 2009) und Ganglinien aus dem Moor (D01, B14, N18) korreliert.

6.1.1 Gewässerstand, Niederschläge und Verdunstung

Es folgt ein kurzer Diskurs über den Einfluss der potentiellen Verdunstung auf den Gewässerstand im Helstorfer Moor.

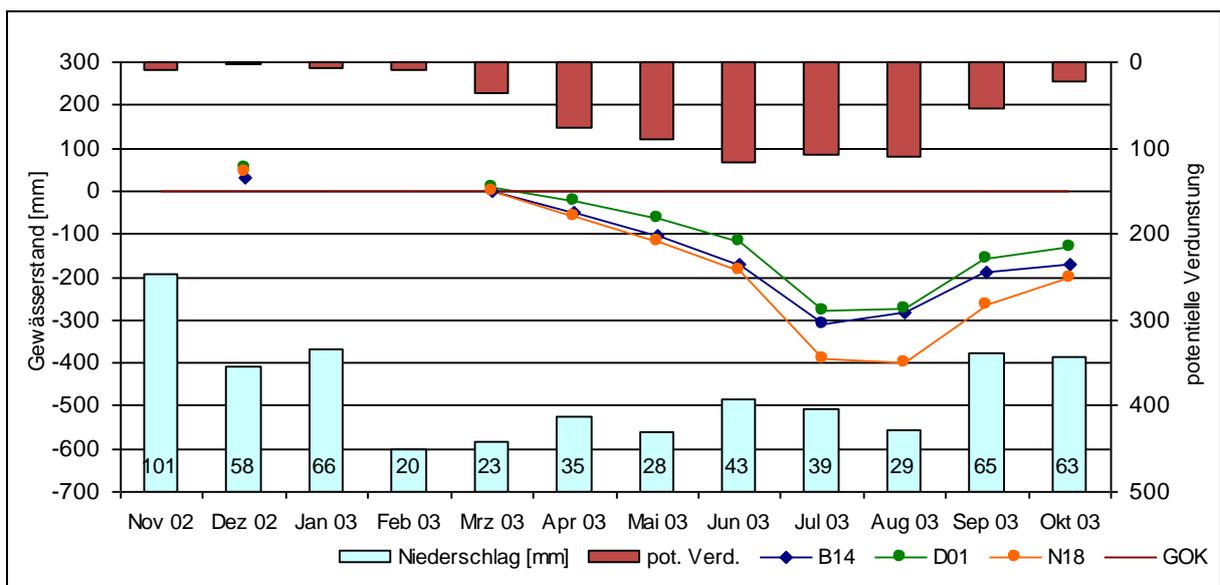


Abb. 155: Potentielle Verdunstung 2003, Gewässerstand und Niederschlag Langenhagen (570 mm)

Die Diagramme mit den Daten der Pegel B14, D01 und N18 zeigen, dass die potentielle Verdunstung mit den Pegelständen korreliert. Eine eingehendere Betrachtung dieser Thematik ist in diesem Heft noch nicht enthalten.

Die Niederschlagsmenge der Station Scharnhorst wird seit Januar 2009 automatisiert gemessen.

Für die Austrocknung des Moores im Jahre 2003 waren gleich mehrere Faktoren verantwortlich:

- Der geringe Niederschlag von Februar bis August, Trockenjahr mit nur 570 mm NS
- Eine hohe (Potentielle) Verdunstung von April bis August
- Das späte Einsetzen (im September) des Sommerregens

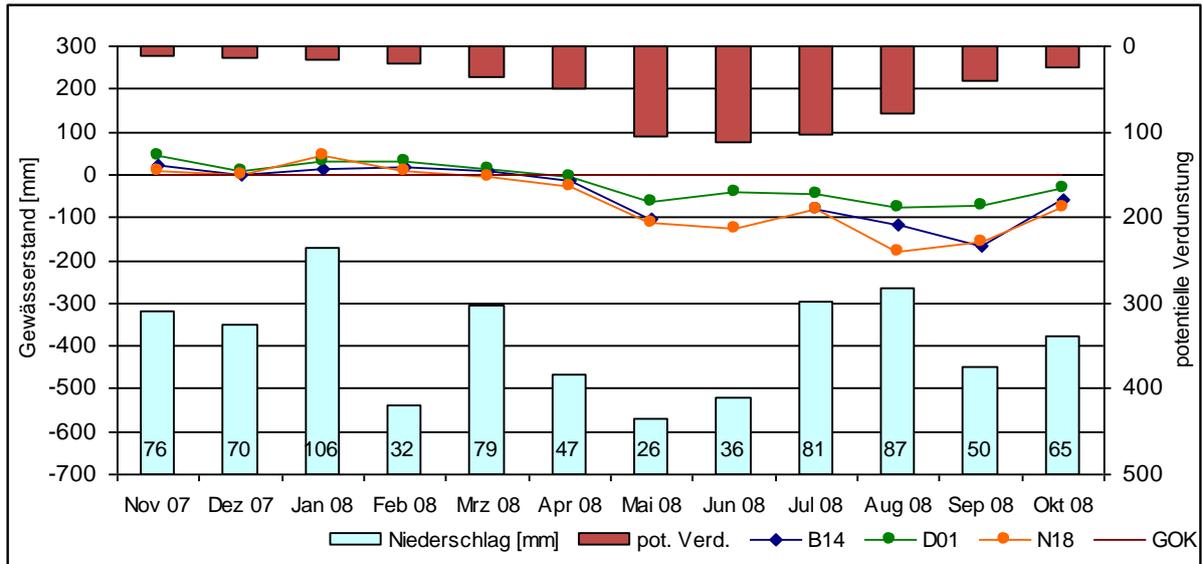


Abb. 156: Potentielle Verdunstung 2008, Gewässerstand und Niederschlag Scharnhorst (755 mm)

Im hydrologischen Jahr 2008 waren die Bedingungen viel günstiger:

- Trockenheit nur von April bis Juni, kräftige Niederschläge im Juli und August.
- Nur von Mai bis Juli hohe Potentielle Verdunstung

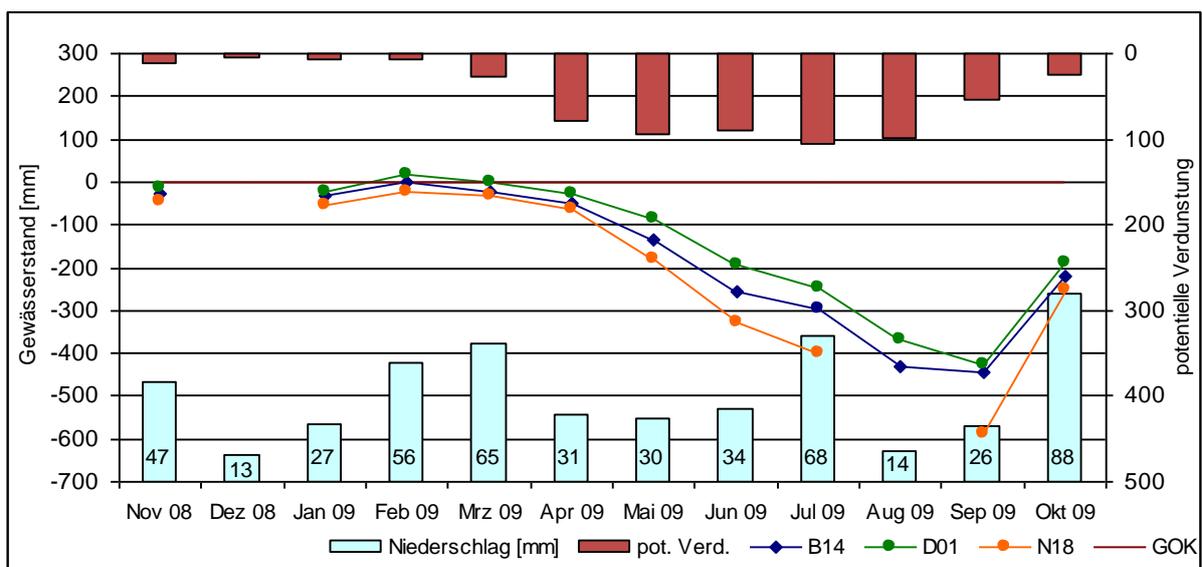


Abb. 157: Potentielle Verdunstung 2009, Gewässerstand und Niederschlag Scharnhorst (499 mm)

Im hydrologischen Jahr 2009 kumulierten folgende ungünstigen Faktoren:

- Unvollständige Auffüllung des Moores aus dem Vorjahr
- Geringe Niederschläge von Dezember bis September. Gesamt-NS nur 499 mm.
- Hohe (Pot.) Verdunstung von April bis September
- Zu wenig Sommerregen im Juli

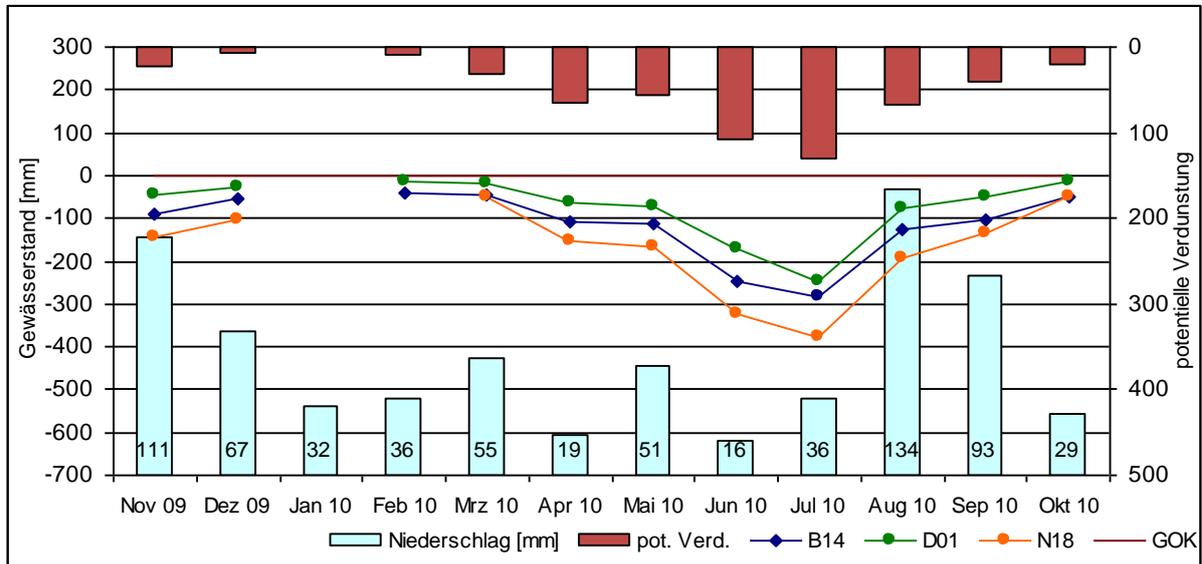


Abb. 158: Potentielle Verdunstung 2010, Gewässerstand und Niederschlag Scharnhorst. (679 mm)

Im Jahr 2010 lagen günstigere Bedingungen vor:

- Niederschlag-Summe 679 mm
- Hohe Potentielle Verdunstung nur im Juni und Juli
- Kräftiger Sommerregen im August und September

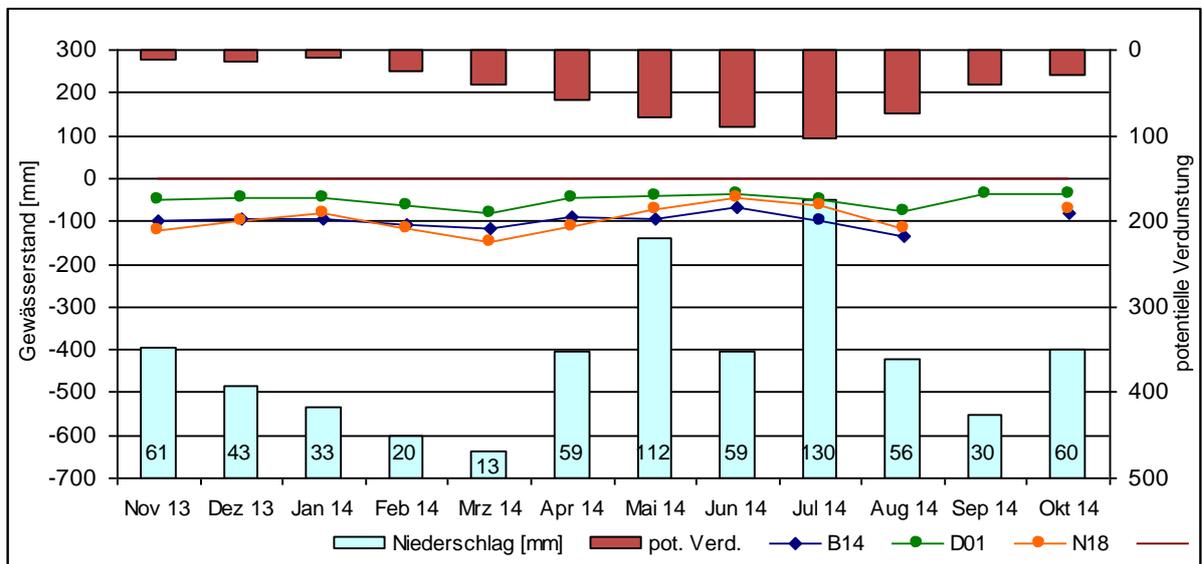


Abb. 159: Potentielle Verdunstung 2014, Gewässerstand und Niederschlag Scharnhorst (676 mm)

Im Jahr 2014 (Niederschlagssumme 676 mm) ergaben sich sehr günstige Bedingungen:

- Frühjahrs-Trockenheit nur bis März. Starke NS im Mai und Juli
- Potentielle Verdunstung durch hohe Niederschläge im Mai und Juli ausgeglichen

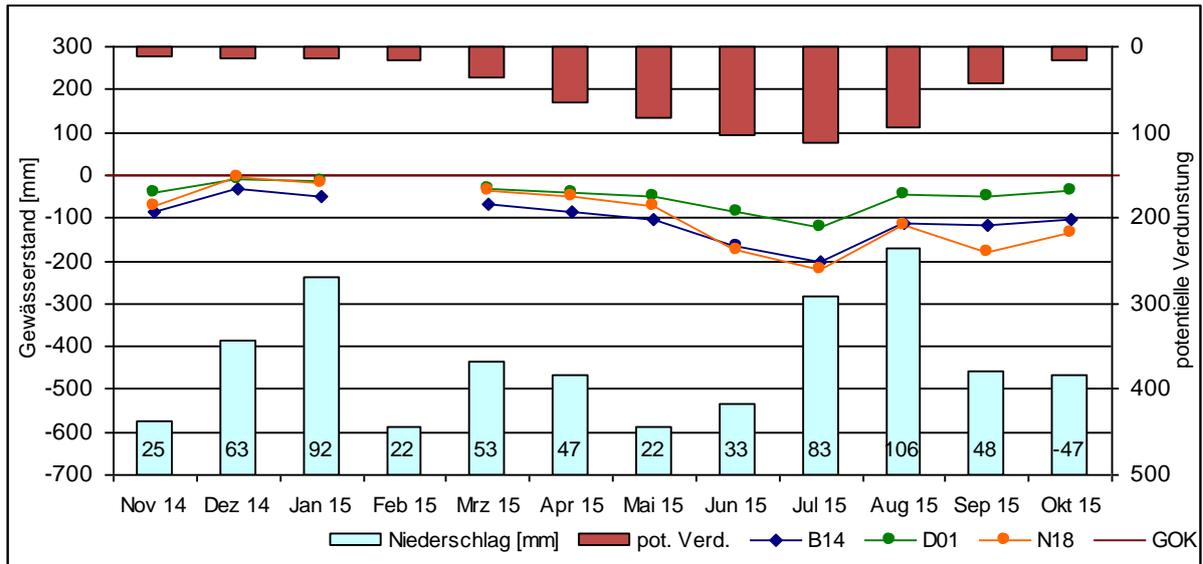


Abb. 160: Potentielle Verdunstung 2015, Gewässerstand und Niederschlag Scharnhorst (641 mm)

Auch im Jahr 2015 herrschten günstige Wetterverhältnisse:

- Vermehrt Regen im Januar, Juli und August. NS-Menge 641mm
- Vermehrte Potentielle Verdunstung von Juni bis August durch NS weitgehend entschärft
- September-Oktober wieder zu trocken

6.2. Abfluss

Im Sommerhalbjahr hat das Helstorfer Moor nur geringe oberflächliche Abflüsse. Sie liegen da, wo im Moorbereich Wiesen bewirtschaftet werden, also im Südwest-Moor und am Nordostrand im Tal der Ochsenbeeke. Alte Grabensystemen im Nordwest- und Nordbereich und zahlreiche Stichgräben aus der Torfstichzeit sind im Sommer selten aktiv. Sie wurden seit ca. 70 Jahren nicht mehr unterhalten und sind inzwischen vielfach „gekammert“.

Sie füllen sich erst im Winter mit Wasser, im Sommer dagegen nur nach anhaltenden Niederschlägen wie in der zweiten Jahreshälfte 2017. Dann werden zahlreiche Abflüsse am Nord- und Nordostrand aktiv, wo das Wasser alte Grabenrinnen nutzt oder an der schmalen Mineralbodenkante in den Randgräben „überschwappt“. Dies Phänomen ist besonders an der langen NO-Flanke, am mittleren Nordrand und in der Nähe von Pegel D0 am Südostrand zu beobachten (s. Abb. 135: Hydrologie des Helstorfer Moores mit Spannweiten der Pegel, S. 97).

Der östliche Randgraben hat eine erhebliche Entwässerungswirkung. Das wird erkennbar durch Auswertung der Schwankungen des Wasserstandes am Lattenpegel Gr01. Diese sind bis November 2015 mit denen bei D03 gleichgerichtet. Seit November 2015 wird jedoch eine jährliche Grundräumung an der Grabensohle durchgeführt. Das führt zu einer deutlich beschleunigten Wasserableitung über den Graben (s. grüne Pfeil).

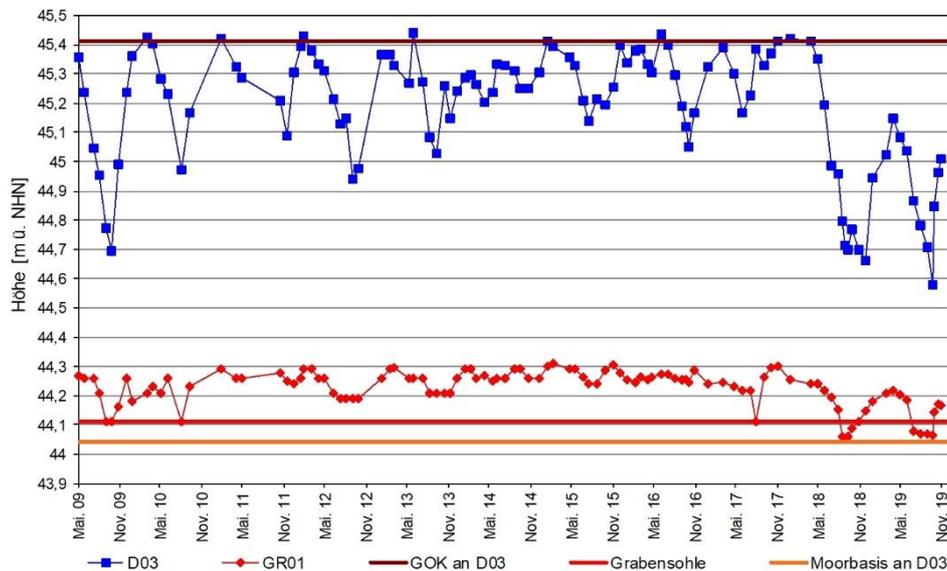


Abb. 161: Gewässerstand am Pegel D03 und Außenpegel Gr01 (Bezug Höhe über NHN)

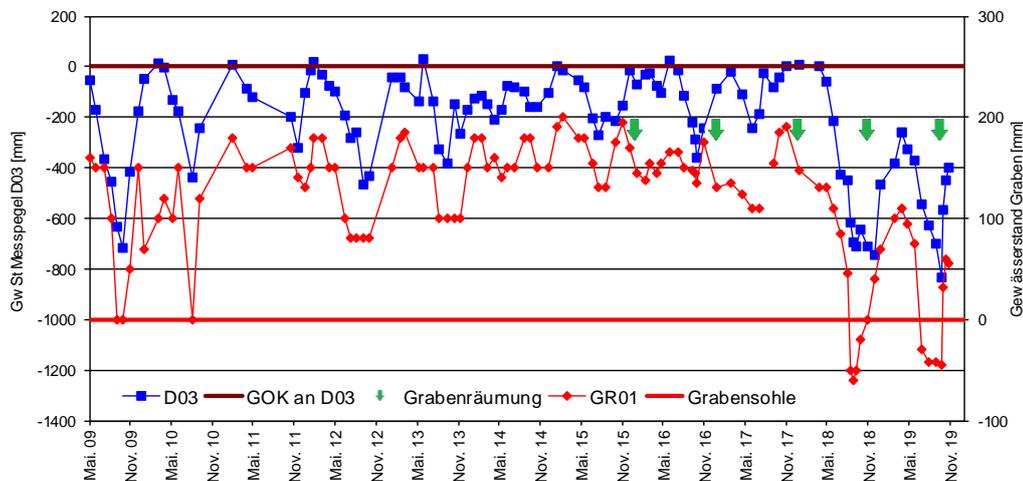


Abb. 162: Gewässerstand am Pegel D03 und Außenpegel Gr01 (Skalierung angepasst)

6.3. Versickerung

Die Versickerung im Moor gilt zwar als gering. Gleichwohl kann die Versickerung bei einem Handtorfstichmoor mit zahlreichen Leckagen durch Torfstechen bis zum sandigen oder gar kiesigen Untergrund stellenweise bedeutsam sein. Daher ist eine Vielzahl von Messstellen notwendig.

Die Leckagen werden besonders wirksam, wenn das Grundwasser im Hauptaquifer (Mineralboden um das Moor) unter Moorniveau (Unterrand Torfkörper) abfällt. Das ist daran erkennbar, dass der östliche Randgraben trockenfällt (wie 2009 und aktuell im August 2018 und 2019). Dann ist der Grundwasserspiegel im Hauptaquifer flächig 2m unter Flur abgesunken. Da der Torfkörper nur kleinflächig dicker als 2m ist, entsteht unter dem Torfkörper ein Wassergradient, der Wasser aus dem Torfkörper absaugt. Besonders betroffen sind Moorregionen, wo abdichtende basale Torfschichten fehlen oder besonders durchlässig sind. Betroffen sind vor allem die Pegel S24, D03, G05 und H09.

Für den östlichen Teil des bereits im Abschnitt „Moorprofile“ dargestellten Profils K-L wurde aus einer Grabenvermessung und einem im Oktober 2019 durchgeführten Nivellement zusätzlich ein Profil mit der Geländeoberkante (GOK) erstellt. Damit sollen die besonderen Bedingungen am randnahen **Pegel D03** und dessen Beziehung zum amtlichen **Lattenpegel Gr01** visualisiert und erläutert werden. Beide Pegel werden seit 2009 synchron abgelesen

Der Messpegel D03 ist nur 50 m von der Achse des 1,71 m tiefen Randgrabens entfernt, auf dessen Sohle der 1 m lange Lattenpegel steht. Die Mineralbodenschwelle zwischen Moormesspegel D03 und dem Lattenpegel im Randgraben ist nur etwa 20 m breit und war noch 2001 von einem Stichgraben durchschnitten. Dieser wurde von der FAM sorgfältig gedämmt. Das ermöglichte eine wirksame Anhebung des Moorwasserstands.

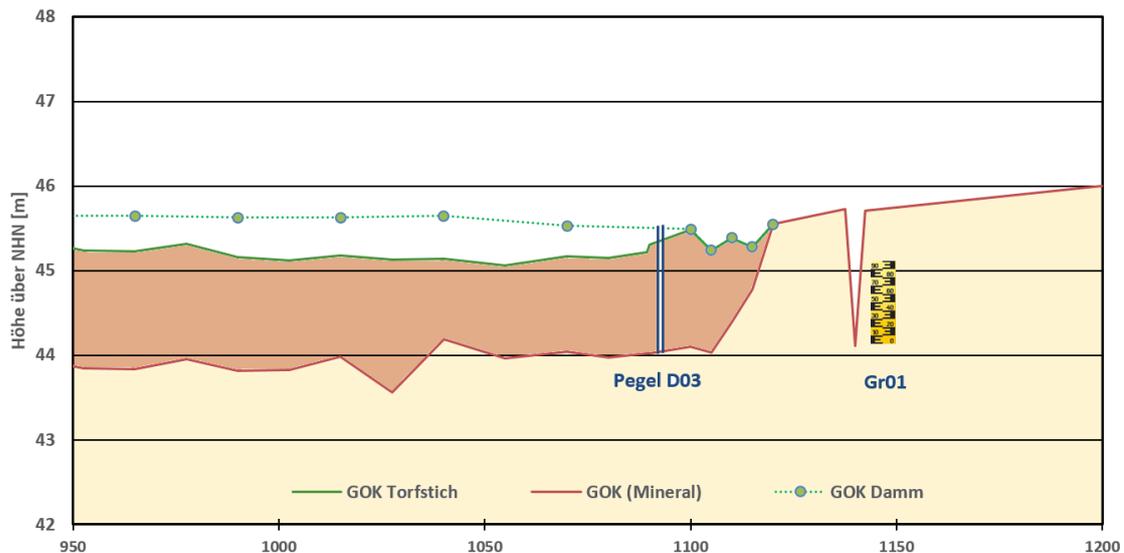


Abb. 163: Profil K – L (östl. Ausschnitt aus aktuellen Daten)

Die Abbildung zeigt den ungleichmäßigen mineralischen Untergrund, die GOK im Torfstich mit der Torfmenge sowie die GOK auf dem südlich nächstgelegenen Damm und die Lage der beiden Pegel (D03, Gr01). Der Nullpunkt des Grabenpegels liegt bei 44,11 m über NHN, von dem aus die Pegelhöhe von D03 im Hin- und Rücknivellement geprüft wurde. Die für die Zeitreihen der Grundwasserstände langjährig verwendete Höhe der Pegeloberkante von D03 mit 45,53 m über NHN zeigte keine nennenswerte Abweichung (< 10 mm), sodass eine Anpassung der Höhe des Pegels D03 nicht erforderlich ist und die Höhenlage des Pegelrohres als stabil bezeichnet werden kann.

Die Höhe des gestrichelt dargestellten Moordamms liegt durchschnittlich 0,45 m höher als die Oberfläche in der Torfstichrinne. Diese steigt in westlicher Richtung nur geringfügig an.

Bei hohen Wasserständen (z.B. 45,42 m - letztmalig erreicht im März 2018) fließt das Wasser aus der Torfrinne durch die zwei dargestellten kleinen Senken kurz vor der mineralischen Schwelle über den Moordamm in einen südlich gelegenen Torfstich. Ein direkter Abfluss in den Moorgraben konnte bisher nicht beobachtet werden.

Gleichwohl findet in der schmalen Mineralbodenschwelle zum Graben hin eine Versickerung des Wassers statt.



Abb. 164: Randgraben mit Lattenpegel Gr01 und Grabenvermessung

Der Lattenpegel-Nullpunkt (GR01 an der Grabensohle) liegt 1,42 m unter der Pegeloberkante von Pegel D03. Alte und neue Sondierungen ergeben festen Sand bei 1,50 m unter POK.

Die Moorbasis bei D03 (44,03 m NN) und die Grabensohle liegen fast auf gleicher Höhe. Der Randgraben mit Lattenpegel liegt aber bereits im Mineralboden und zeigt den Grundwasserstand im Hauptaquifer.

Wenn der Grabenwasserstand längere Zeit unter Null absinkt, wird das Grundwasser unter dem Moor abgesenkt und Moorwasser sickert verstärkt nach (s. Abb. 161). Im Moor war der Wasserstand am 07.09.2018 immerhin noch 60 cm über Nullwert des Lattenpegels Gr01 im Graben. Die nur 30 cm dicke Alttorfschicht reicht aus, um einen eigenen Moorwasserspiegel zu halten (s. Abb. 35: Bohrprofile ausgewählter Messpegel)

Besonders ausgeprägt ist die Versickerung bei **Pegel H09**, der bereits 170 m vom Randgraben entfernt ist. Dort wurde das Moor offenbar besonders gründlich abgetorft. 2001 bestand noch 20 cm Wollgrastorf, darunter 20 cm sandiger Torf, dann Grobsand. Im Untergrund liegen dicke Sandschichten (s. Abb. 35: Bohrprofile ausgewählter Messpegel).

Hier ist im Jahresverlauf eine besonders starke Versickerung („Schluckloch“) zu finden. Der Pegel ist im September 2009, im August 2018 und 2019 trockengefallen. Die Nachbohrung ergab groben Sand und Kies in 1m Tiefe. Die Abb. 111: Karte der Trockengefährdung im Helstorfer Moor auf S. 83 und die Abb. 135: Hydrologie des Helstorfer Moores mit Spannweiten der Pegel zeigen die Lage von Pegel H09 und dem „Schluckloch“.

7. Langzeit-Trend der Ganglinien

Die ausgeprägte Abhängigkeit vom Niederschlag bringt es mit sich, dass sich Wetterextreme und Jahresschwankungen sehr stark auf die Wasserstände im Moor auswirken. Die Niederschlagssummen (pro hydrologisches Jahr) schwanken zwischen 852 mm (2007) und 476 mm (2018), also um 376 mm.

Der lineare Trend der Wasserstände im Moor (2001 bis 2017) ist bereits negativ, bei Hinzunahme von 2018 wird der Trend verstärkt (s. Abschnitt Langzeittrend Gesamtzeit).

Nachdem das Moor 2007-2008 mit reichlich Regenwasser versorgt worden war, folgte ab November 2008 mit dem Beginn des hydrologischen Jahres 2009 eine Phase anhaltender Trockenheit. Das führte dazu, dass die im Winter übliche Auffüllung der Wasserspeicher im Moor ausblieb und bei anhaltend trockenem Frühjahr und Sommer die Wasserstände auf Tiefststände absanken.

Gleichzeitig sanken auch im Hauptaquifer die Grundwasserstände so tief, dass die östlichen Randgräben austrockneten (Lattenpegel Gr01 im östlichen Randgraben, s. Abb. 161).

In Bereichen mit Leckagen zwischen Moorwasserspiegel und Hauptaquifer z.B. bei H08 und H09, am höchstgelegenen Pegel Z23 und am Pegel S24 im südlichen Moordrittel brach der Moorwasserstand extrem ein bis 1 m unter Flur. Pegel H09, der eine besonders gute Drainage in den sandig-kiesigen Untergrund hat, trocknete aus („Schluckloch“).

Obwohl sich das Moor durch starke Regenfälle im November/Dezember 2009 wieder auffüllte, bestehen seither an zahlreichen Pegeln Anzeichen für eine Sackung der Mooroberfläche. Das zeigt sich ganz konkret darin, dass die Pegelstangen weiter aus dem Moor herausragen, da sie fest im mineralischen Untergrund fixiert sind, besonders deutlich erkennbar an Pegel G05.



Abb. 165: Moorsackung am Pegel G05, links am 29.04.2001, rechts am 30.07.2018

Nach 2009 folgten Jahre, in denen die Verluste von 2009 nicht ausgeglichen werden konnten. Bis 2013 hatten die Jahresmittelwerte der Pegel sowohl im hydrologischen als auch im Kalenderjahr eine abfallende Tendenz.

Erste Trendberechnungen im Jahr 2014 ergaben für die Gesamtmessperiode einen stark negativen Trend, der zu Sorgen um die hydrologische Stabilität des Moors Anlass gab.

Durch die feste Verankerung im mineralischen Untergrund sind schon geringe Absenkungen der Geländeoberfläche messbar. Unschwer war an einigen Pegeln eine Sackungstendenz der Mooroberfläche erkennbar, die dazu führte, dass sie 10 - 20 cm höher aus dem Moor herausragten.

In einem Moor mit lockeren, wassergesättigten Torfen und dazwischengelegenen Wasserkissen kann es bei effektiver Entwässerung oder anhaltender Dürre zu erheblicher **Torf-Sackung** kommen.

Von 2014 bis 2017 ist die Wasserbilanz wieder besser, weniger durch große Regenmengen als durch günstige Verteilung über die Vegetationsperiode.

In der zweiten Jahreshälfte 2017 erhielt das Moor ab Ende Juni höhere Niederschlagsmengen als durch Verdunstung verloren ging. Das führte u.a. dazu, dass an der Nordostflanke viel überschüssiges Moorwasser über den schmalen Randwall „schwappte“ und in den östlichen Randgraben abfloss (s. Abb. 135, S. 97).

Der Trend von 2009 bis 2017 ist an den meisten Pegeln positiv, nur G05 hat eine anhaltend negative Tendenz. Sogar Pegel mit erheblicher Trockengefährdung (H08 und H09) zeigten seit 2009 einen positiven Trend.

Nur besonders günstig gelegene Pegel (D01, FER und EBT) weisen von 2001 bis 2017 einen positiven Trend auf (s. Bearbeitung Rothkirch).

7.1. Langzeit-Tendenz Spezial – Wirkung von Pflegeeingriffen

Zusätzlich zu den im Excel-Programm verfügbaren Trendlinien wurden von Dr. Ulf Rothkirch für 7 ausgewählte Pegel Jahresdurchschnittswerte, Regressionsgeraden und Korrelationskoeffizienten berechnet.

Für den Zeitraum 2001-2017 ergibt sich bei den meisten Pegeln eine schwach abfallende Regressionsgerade mit niedrigen Korrelationskoeffizienten ($r = 0,18$; Maß für den Grad des linearen Zusammenhangs).

Für den Zeitabschnitt 2009-2017 dagegen ergibt sich ein Anstieg der Regressionsgeraden mit hohem Korrelationskoeffizienten. Ein gutes Beispiel ist Pegel D00.

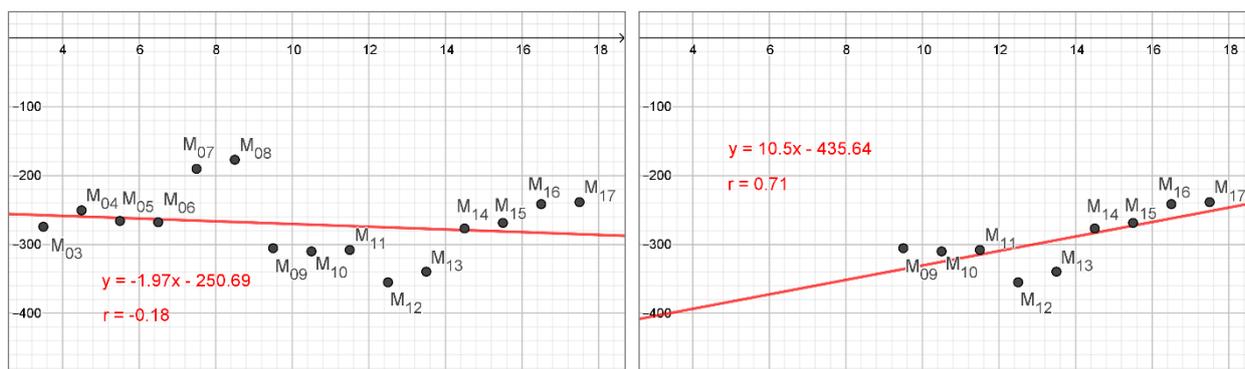


Abb. 166: Langzeit-Trend am Pegel D00

Die deutliche Stabilisierung der Wasserstände von D00 seit 2009 kann auch mit besserer Wasserhaltung durch einen am 19.01.2008 gebauten Stau zusammenhängen.

D01 ist einer der wenigen Pegel, die von 2001-2017 eine positive Trendlinie aufweisen.

Der Trend ab 2009 ist positiv, der Korrelationskoeffizient mit $r = 0.83$ besonders gut. Die Torfstichrinne wird regelmäßig entkusselt.

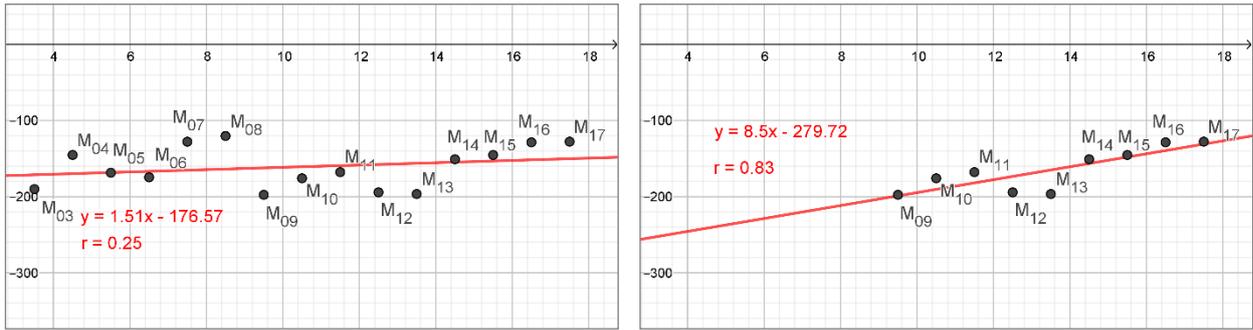


Abb. 167: Langzeit-Trend am Pegel D01

Beim Pegel G05 ist ein kontinuierlicher Negativtrend vorhanden, der die zunehmende Austrocknung dieser Region anzeigt. Die Lage nur 30 m neben dem tiefen Randgraben, zunehmende Bewaldung und mangelnder Wasserzufluss wirken sich ungünstig aus. Die erhebliche Sackung der Mooroberfläche im Untersuchungszeitraum ist für den Pegel G05 im Abschnitt 3.3.4 Gewässer- und Moosabstand (Abb. 93, S. 74) und in Abb. 165 zu erkennen.

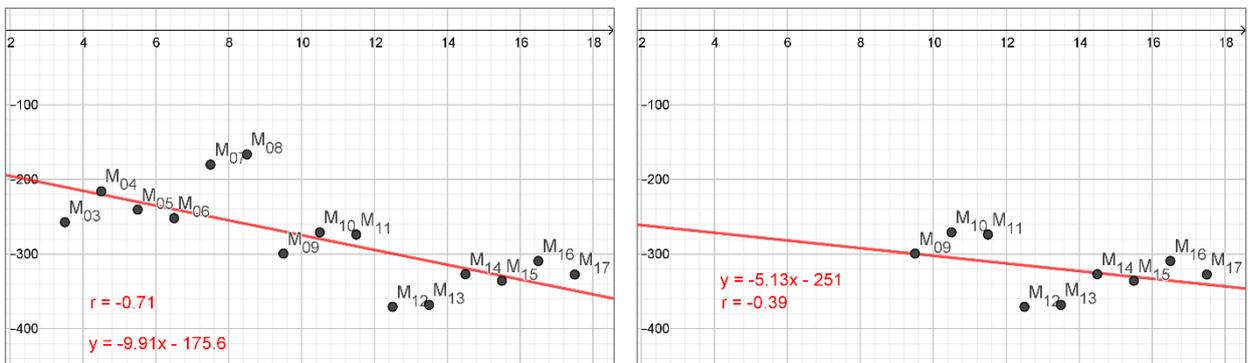


Abb. 168: Langzeit-Trend am Pegel G05

H09 ist ein Problempegel, der zur Austrocknung in trockenen Sommern (2009 und 2018) neigt. Im Gesamtzeitraum (2003-2017) negativer Trend. Von 2009 bis 2017 schwach positiver Trend ($r = 0,24$). Im August 2018 und Sommer 2019 ist dieser Pegel trockengefallen.

In seiner Nachbarschaft hat das Moor ein „Schluckloch“, in dem viel Wasser in den sandigen Mooruntergrund versickert. Ausgeglichen werden die Verluste üblicherweise durch Wasserzufluss aus höher gelegenen Abschnitten der Torfstichrinne.

Um H09 wachsen hohe Bulke mit Sphagnum magellanicum, die weitgehend unabhängig vom Wasserstand in der Schlenke sind.

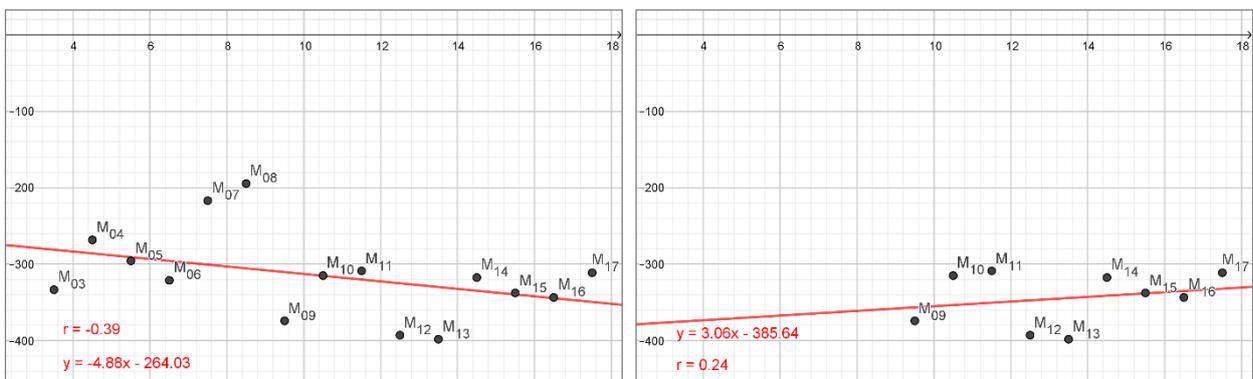


Abb. 169: Langzeit-Trend am Pegel H09

Lattenpegel FER steht in einem Hochmoorweiher, der aus einem Konglomerat wasserreicher Torfkuhlen entstanden ist. Für den Gesamtzeitraum und besonders ab 2009 ist ein stark positiver Trend erkennbar ($r = 0,85$).

Vor 30 Jahren bestand in dieser Torfstichrinne noch eine „Rülle“ (Erosionsrinne), durch die Moorwasser quer durchs Moor zum östlichen Randgraben abfloss (Ebert u. Tüxen 1987).

Wiederholte Staumaßnahmen haben eine allmähliche Anhebung des Moorwasserstands in der gesamten Torfstichrinne (B-Region) bewirkt. Aus dem Konglomerat wasserreicher Torfkühen um Pegel FER entstand ein „Kolk“ mit Schwingrasenumgebung.

Auch hier ist 2018 der Moorwasserstand bis max. 39 cm abgesunken.

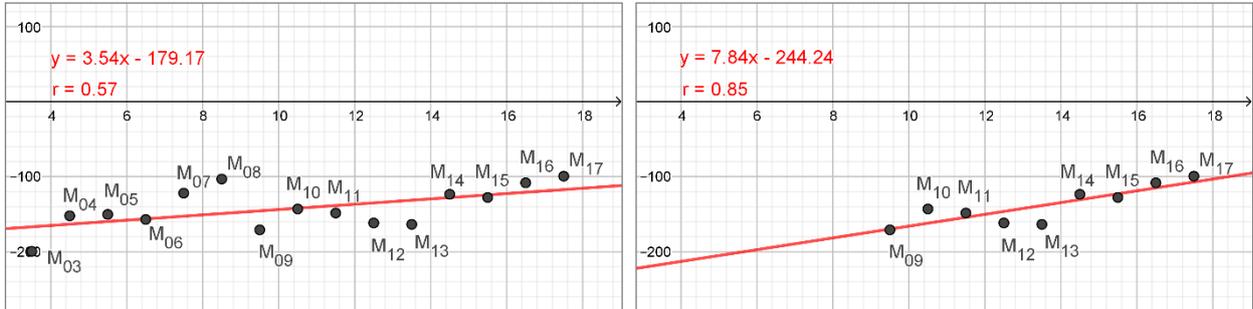


Abb. 170: Langzeit-Trend am Pegel FER

In dieser Rinne am EBT (Ebertscher Lattenpegel), der in einem stark oszillierenden Schwingrasengebiet steht, ist der Gesamttrend bis 2017 nur schwach pos. ($r=0,03$), für den Zeitraum 2009-2017 dagegen deutlich pos. ($r=0,73$).

Das kann damit zusammenhängen, dass der Wasserabfluss nach Norden durch Verdichtung des quer zum Gefälle verlaufenden Torfdammes vermindert wurde.

Auf diesem Damm wurde ab 2014 der hochstämmige Moorwald gerodet und die Stämme abtransportiert.

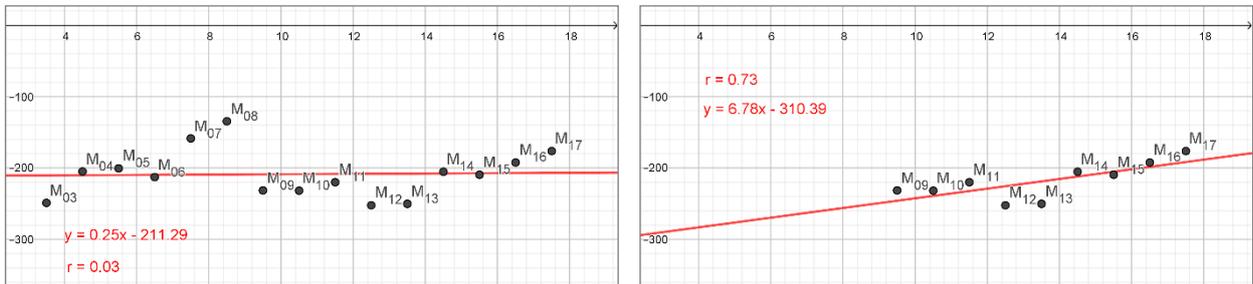


Abb. 171: Langzeit-Trend am Pegel Ebert (EBT)

Pegel Z21, der im Moor zentral, schon westlich der Gemeindegrenze liegt, hat schlechtere Trendwerte als EBT. Der Gesamttrend ist deutlich neg. ($r = -0,41$), auch 2009-2017 ist der pos. Trend schwächer ($r = 0,43$). Der benachbarte Hochmoorweiher, an dessen Rändern die seltene Zwerglibelle (*Nehalennia speciosa*) – Libelle des Jahres 2018 – lebt, ist z.Z. (Oktober 2018) eine nasse Schlammfläche.

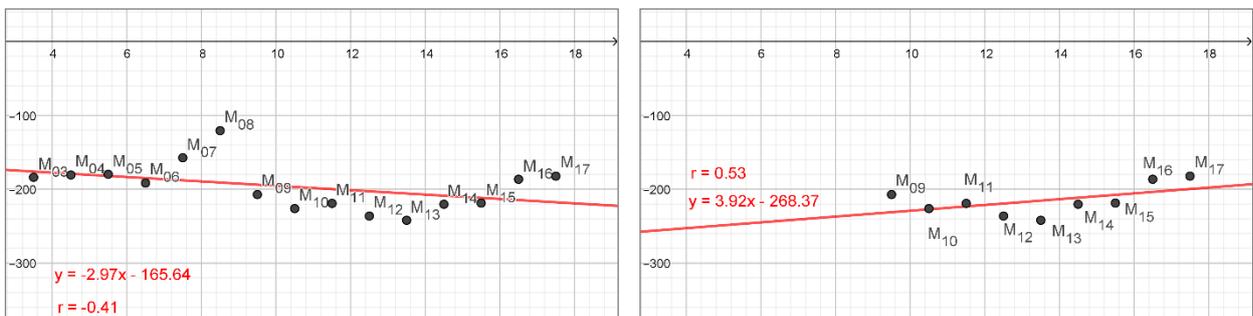


Abb. 172: Langzeit-Trend am Pegel Z21

7.2. Langzeittrend Gesamtzeit

Die lokalen Gegebenheiten aller Pegel sind mit Ganglinien, Jahres- und Monatsmitteln in den Abschnitten 3.3, 3.5 und 3.6 dargestellt und mit den jeweiligen Besonderheiten beschrieben.

Für einige ausgewählte Pegel (D00, D01 und FER) sind mit dem Statistikprogramm „R“ als Grundlage für weitere Überlegungen zusätzliche Darstellungen erstellt worden.

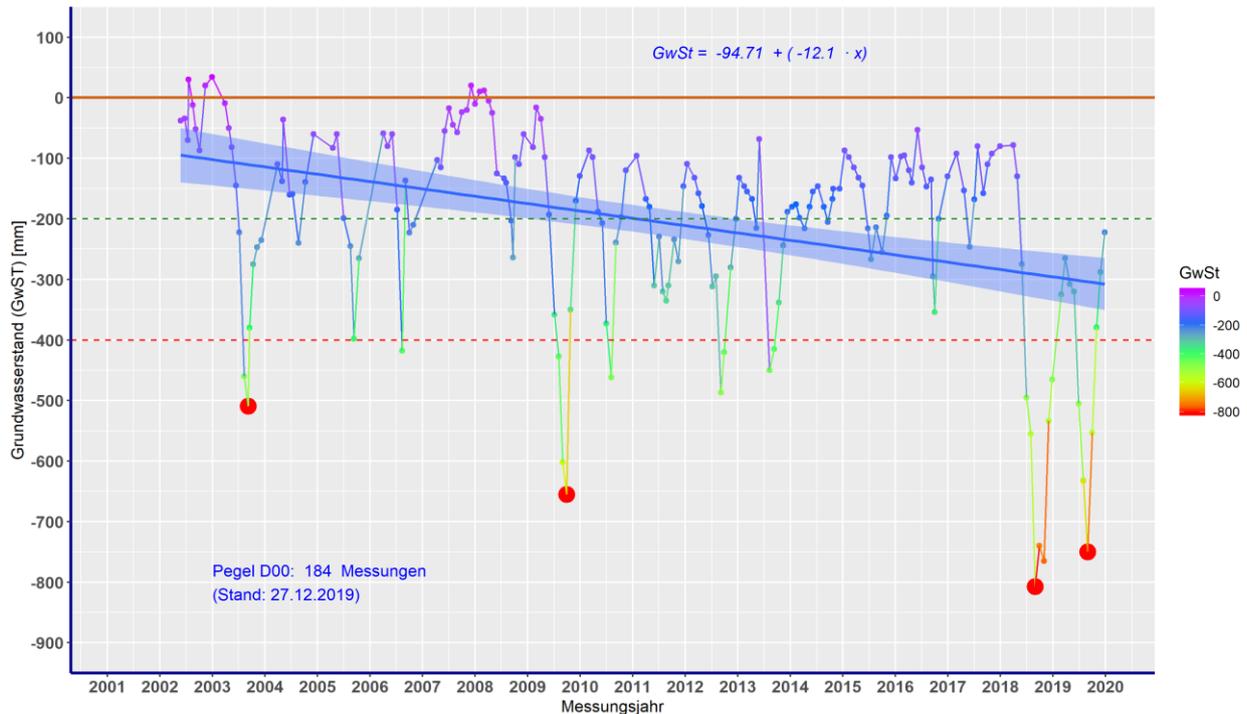


Abb. 173: Trend am Pegel D00 mit den Extremjahren 2003, 2009, 2018 und 2019

Die Abbildung zeigt die bekannte zyklische Kurve eines jeden Jahres mit dem Tiefpunkt im Spätsommer/Frühherbst. Als horizontale Linien sind, ähnlich wie bereits in anderen Graphiken, die Geländeoberfläche (GOK) als Bezugshorizont (hellbraun), das Optimum für das Mooswachstum (grün gestrichelt) und die Trockengefährdung (rot gestrichelt) dargestellt. Die niedrigen Extremwasserstände der trockenen Extremjahre sind als rote Punkte hervorgehoben.

Über alle Messwerte wurde in der Zeitreihe eine einfache lineare Regression (blaue Linie) mit hellblauer Darstellung des Konfidenzintervalls (Vertrauensbereich, hier 95%) berechnet. Die dargestellte Gerade hat eine negative Steigung von -12,1 mm pro Jahr für den Pegel **D00**. Der abnehmende Trend des Grundwasserstandes ist hier signifikant.

Berechnet man den Trend für die drei hier betrachteten Pegel nur bis April 2018, so zeigt sich im Vergleich zur Gesamtzeit die Auswirkung der beiden trockenen Sommer 2018/2019 mit der schlechten Wasserbilanz auch im negativen Langzeittrend.

Pegel	Trend bis April 2018	Trend bis Dezember 2019
D00	- 3.4 mm / a	- 12,1 mm / a
D01	- 0.7 mm / a	- 5.4 mm / a
FER	+ 2.6 mm / a	- 2.5 mm / a

Tabelle 4: Langzeittrend Grundwasserstand unterschiedlicher Zeiträume

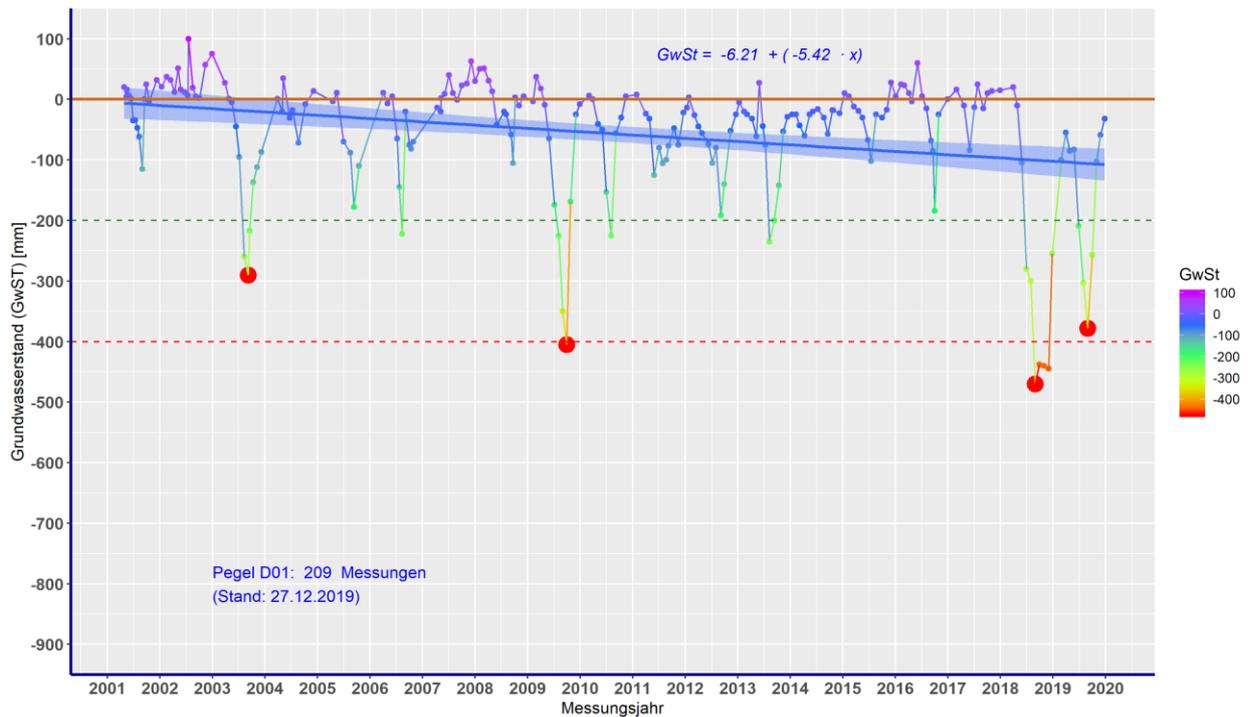


Abb. 174: Trend am Pegel D01 mit den Extremjahren 2003, 2009, 2018 und 2019

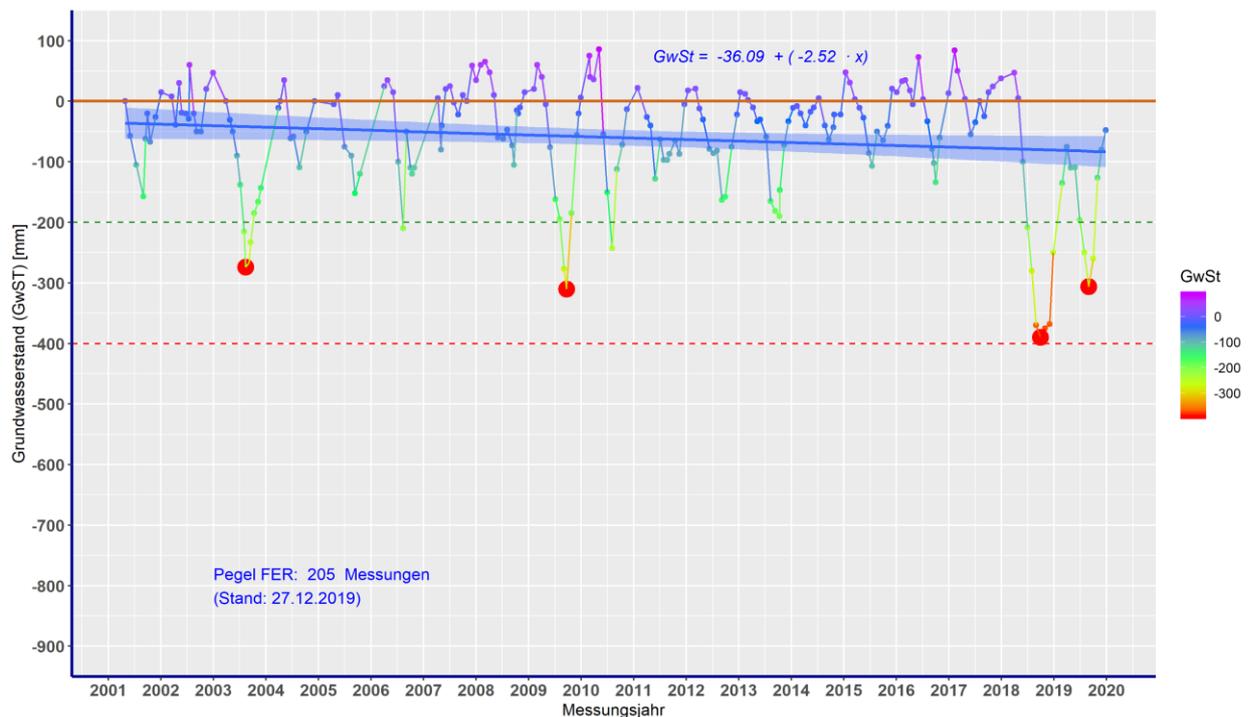


Abb. 175: Trend am Pegel FER mit den Extremjahren 2003, 2009, 2018 und 2019

Die aus den langjährigen Beobachtungen der Wasserstände über viele Jahre als „stabil“ zu bezeichnenden Pegel **D01** (-5,4 mm/a) und **FER** (-2,5 mm/a) zeigen zwar eine geringere negative Steigung aber ebenfalls einen negativen Trend. Beide Trendlinien liegen noch in der Zone des Optimums für das Mooswachstum und bei D01 wird die Trockengefährdung nur im Jahr 2018 überschritten.

Ungünstige Trends der Grundwasserstände einzelner Pegel lassen sich im Diagramm schnell erkennen. Der Pegel D00 weist dabei den ungünstigsten Trend auf. Die lokalen Besonderheiten einzelner Pegeln sollten bei der Planung von Dämmen im Projekt „Hannoversche Moorgeest“ möglichst berücksichtigt werden.

Die Abhängigkeit der Grundwasserstände von den lokalen Niederschlagsmengen wurde für den aktuellen Projektzeitraum dieser Studie (2001 bis heute) im Abschnitt 4.1 und 4.2 dargelegt. Darüber hinaus wurden nachfolgend einige Graphiken abgeleitet, um als Basis für eine zukünftige Diskussion bezüglich des negativen Trends der Grundwasserstände zu dienen.

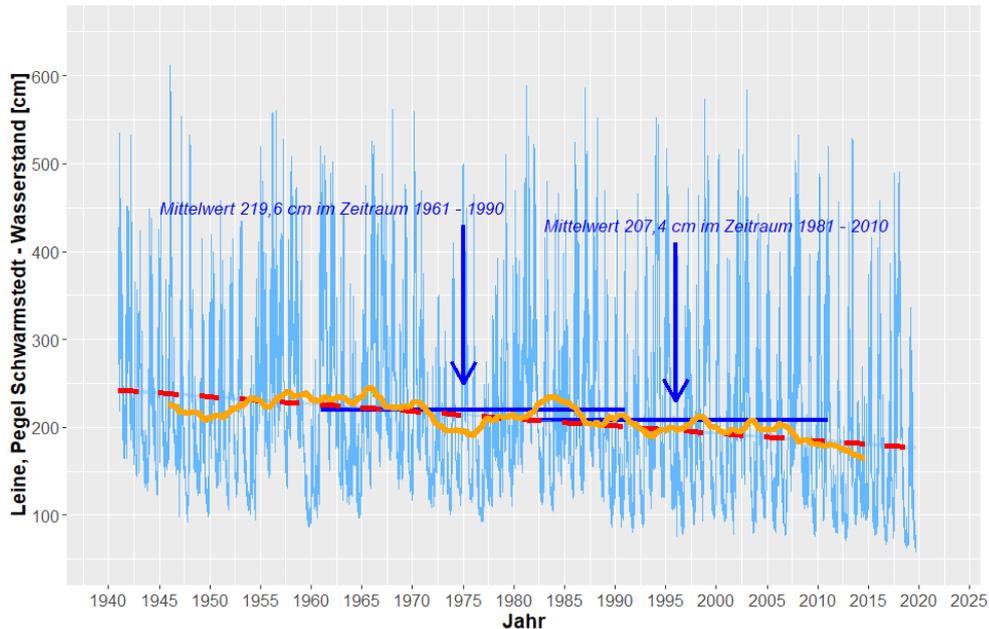


Abb. 176: Pegel Schwarmstedt (Langzeitreihe)

Das Helstorfer Moor fällt in das Einzugsgebiet der Leine, die am rechten Ufer die Auer und den Jürsenbach aufnimmt. Der etwa 16 km nördlich des Moores gelegene Pegel Schwarmstedt verfügt über eine Datenreihe ab 1941 (Datenquelle: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz).

Die Tagesmittel sind mit ihren Amplituden aus ca. 28700 Einzelwerten hellblau dargestellt, für zwei Referenzzeiträume (30 Jahre) wurde der Mittelwert berechnet und eine Trendlinie (rot) eingetragen. Das gleitende 5-jährige Mittel ist gelb eingetragen.

Dieser negative Trend bestätigt sich auch für die Niedrigwasserstände z. B. bei dem weiter südlich im Landkreis Hildesheim an der Leine gelegenen Pegel Poppenburg (Petry et al. 2019).

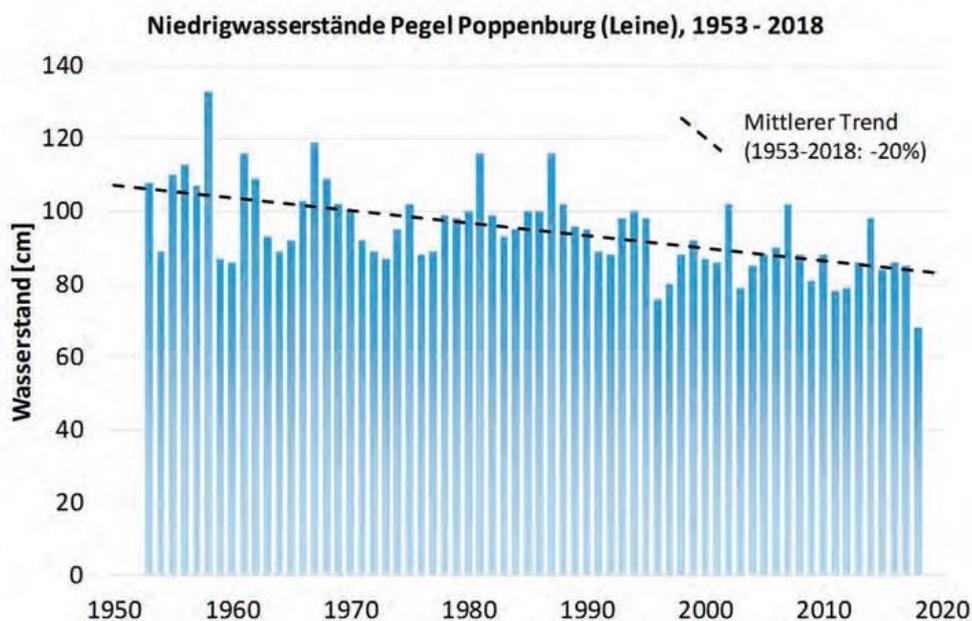


Abb. 177: Pegel Poppenburg

Der Langzeittrend für die jährliche Niederschlagssumme am Flughafen Langenhafen zeigt bei den 30-jährigen Referenzzeiträumen kaum Veränderungen. Gleichwohl ist auch hier ein geringer negativer Trend vorhanden. Der Wert für den Referenzzeitraum 1961-1990 liegt bei 656 mm. Eine vorläufige Berechnung im Zeitraum 1990-2019 ergibt einen Wert von 632 mm Jahresniederschlag, der damit 24 mm niedriger ausfällt.

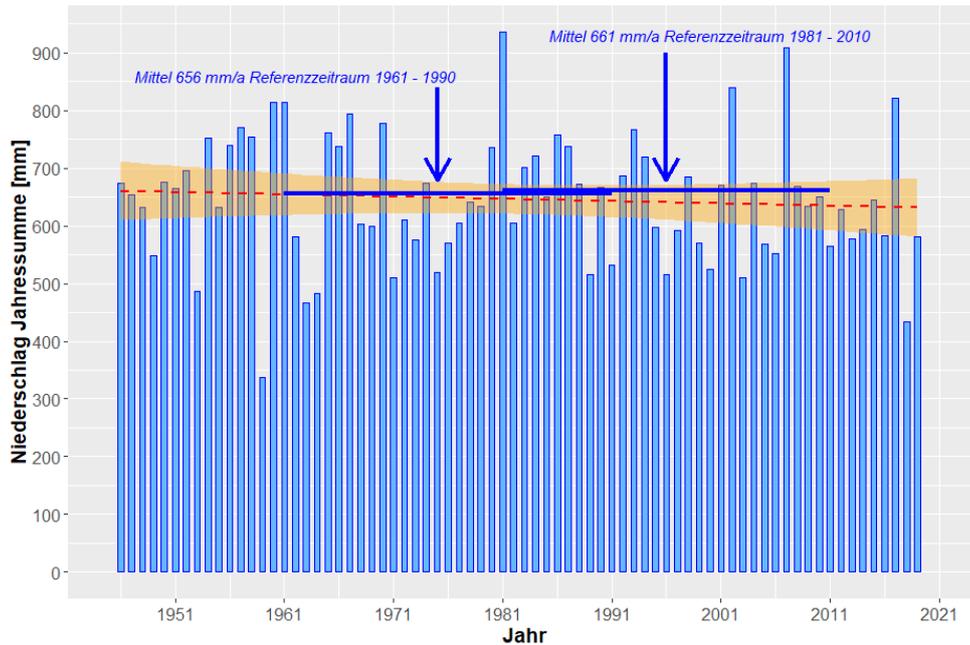


Abb. 178: Niederschlag Jahressumme Langenhagen

Eine umfassende hydrologische Diskussion der Gesamtheit von Niederschlag, Verdunstung und Abfluss überschreitet den Rahmen dieser Studie und bleibt den Fachleuten überlassen.

Im Rahmen der Klimawirkungsstudie Niedersachsen (MU 2019) wurden die Klimafolgen und die zu erwartenden Klimawirkungen für Oberflächengewässer, Grundwasser und Boden in fünf verschiedenen Regionen analysiert. Im Zusammenhang mit der hydrologischen Studie im NSG Helstorfer Moor sei an dieser Stelle folgende Aussage zu den Wirkungsketten zitiert:

„Die klimawandelbedingten saisonalen Verlagerungen der Niederschläge (Zunahme der Niederschläge im Winter, Rückgang der Niederschläge im Sommer) bei gleichzeitigem Temperaturanstieg haben bei höherer Verdunstung in der Hauptvegetationsperiode eine abnehmende klimatische Wasserbilanz zur Folge - das Wasserbilanzdefizit nimmt folglich zu.“ (MU 2019, S. 151)

8. Zusammenfassung und Wertung der Messdaten

8.1. Übersicht in Box-Plot-Technik

Die Bearbeitung der Messdaten als Box-Plot hat den Vorteil, dass alle Messdaten - auch die der Extremjahre - ausgewertet werden können. Die Parameter eines Box-Plots sind im Abschnitt 3.7 beschrieben.

Der Nachteil besteht darin, dass „ein Box-Plot keinerlei zeitliche Entwicklung mehr dokumentiert“ (Zitat Rothkirch). Die Daten der Pegel werden bei einem Box-Plot jedoch so konzentriert, dass nebeneinander gestellt ein besserer Vergleich möglich wird als bei Auflistung der einzelnen Ganglinien (s. Abschnitt 3.3.1).

Als gemeinsame Bezugsgrößen bieten sich die Geländeoberkante (GOK), die -200 mm Linie als Anhalt für das Torfmoosoptimum und die -400 mm Linie als Trockengefährdungsgrenze für Torfmoose an (s. Abschnitt 3.4.1 und 3.4.2).

Sogar die Einordnung und Bewertung nach dem Vorbild der BfN-Skripte 462 (Stichwort: Bioindikation von Wasserständen) gelingt in dieser Abbildungstechnik.

Von den Daten der BfN-Skripte eignen sich nur solche zum Vergleich mit eigenen Daten, die in naturnahen Mooren gemessen wurden. Messwerte aus kultiviertem Moorland, von industriellen Abbauflächen, und stärker abgetrocknetem Moor mit Besenheide und/oder Pfeifengrasdominanz eignen sich hier nicht zum Vergleich.

In der BfN-Skripte 462 werden Wasserstände des hydrologischen Sommerhalbjahres und Jahresmittel der Grundwasserstände von Biotoptypen des Niedersächsischen Kartierschlüssels (Drachenfels 2011) gezeigt, zu denen die Daten aus dem Helstorfer Moor herkunftsgemäß gehören. Die dort bis 2012 gemessenen Wasserstände sind im Fundus der BfN-Skripte bereits enthalten.

Wegen ihrer wesentlich längeren Laufzeit erweitern die in dieser Studie (Heft 3) enthaltenen Messwerte die Datengrundlage für die niedersächsischen Hochmoorbiotoptypen. Eigene Daten werden im nächsten Abschnitt nach Lebensraumtypen (LRT) der EU und nach den niedersächsischen Biotoptypen aufgeschlüsselt.

8.2. Aufschlüsselung nach Lebensraumtypen und Biotoptypen

Die Auswahl der Pegelstandorte im Moor erfolgte im Frühjahr 2001 schon vor der botanischen Erfassung. Dabei wurde Wert auf das Vorhandensein gut entwickelter Hochmoorvegetation gelegt (siehe Abschnitt 2.8 „Lebensraumtypen (FFH-Richtlinien der EU)“).

Daher sind die LRT 7110* und 7150 stark vertreten. Auch LRT 7120 kommt an weniger günstigen Standorten z.B. nah am Randgraben und bei geringer Torfmächtigkeit vor.

Pegel im LRT 7140 ergaben sich auf Grund hydrologischer Besonderheiten (Quellbezirke).

Pegel im Zentrum des Moors sollten zusätzliche Aussagen über das bewaldete Moorinnere (LRT 91D0*) erbringen.

Die niedersächsischen Moorbiotoptypen sind mit den LRT der EU kompatibel. Es fällt auf, dass die im Helstorfer Moor besonders gut vertretenen naturnahen Hochmoorbiotope LRT 7110* (MHZ) und LRT 7150 (MST) in der Liste der Aggregierten Biotoptypen des niedersächsischen Kartierschlüssels (BfN-Skripte 462) gar nicht auftauchen, dafür die Wollgras-dominierte Biotoptypen MWS, MWT und MWD sowie Feuchteres Glockenheide-Degenerationsstadium (MGF) und das Besenheide-Hochmoordegenerationsstadium (MGB).

Der Biotyp MHZ (Regenerierender Torfstichbereich des Tieflands mit naturnaher Hochmoorvegetation) als LRT 7110* (Lebende Hochmoore) wurde 2007 an 9 Pegelstandorten kartiert.

MST (Torfmoosrasen mit Schnabelriedvegetation) entspricht LRT 7150 (Torfmooschlenken-Rhynchosporion) an 6 Pegeln.

Komplizierter ist die Zuordnung der Pegel mit LRT 7120 (9 Pegel). Sie verteilen sich auf die Wollgras-dominierten Biotoptypen (MWS, MWT und MGF) sowie das Feuchtere Glockenheide-Hochmoordegenerationsstadium (MGF).

8.3. Bioindikation der Wasserstände im Helstorfer Moor

Die Auswertung der Daten aller Pegel im Helstorfer Moor gelingt im Box-Plot am besten, wenn die Pegel nach der unteren Grenze der Box sortiert werden, in der die mittleren 50 % der Daten und über der 75% der gemessenen Grundwasserstände liegen.

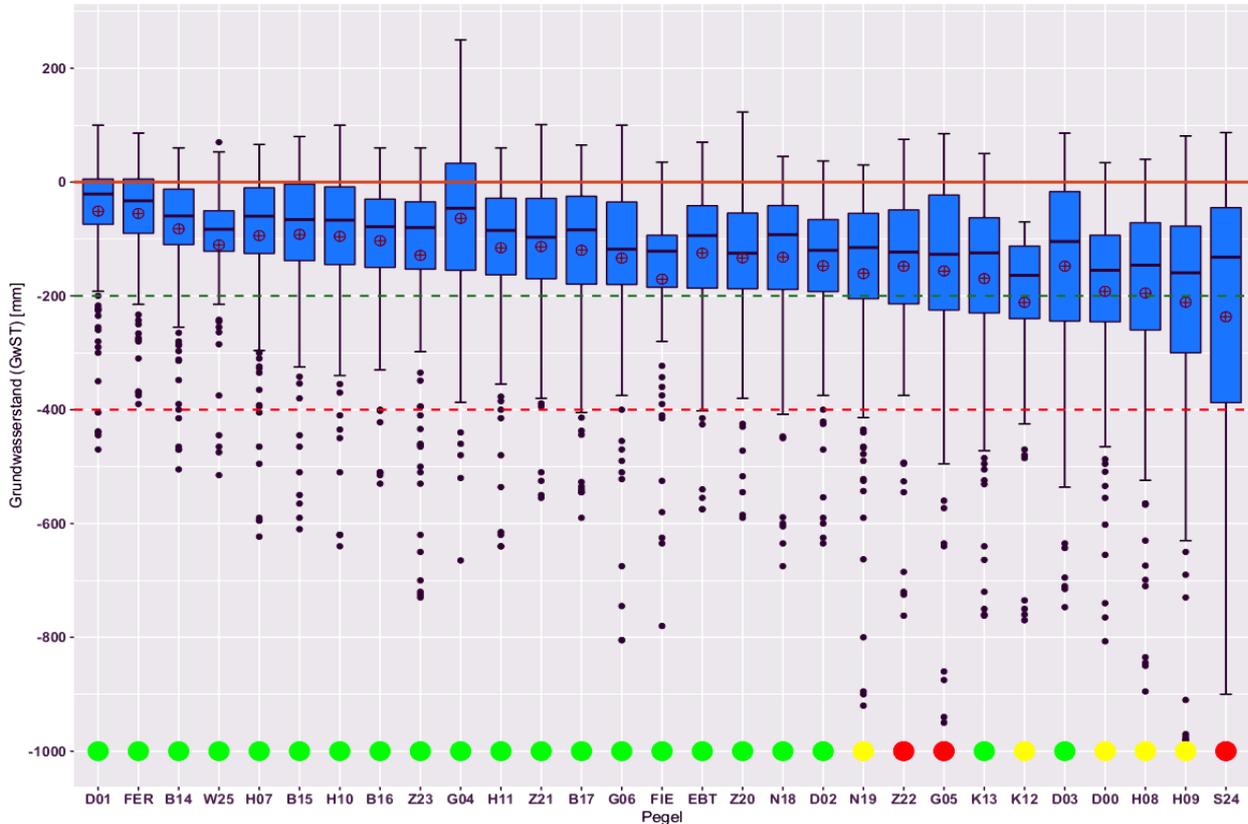


Abb. 179: Grundwasserstand als Box-Plot mit Ausreißern und „Torfmoos-Ampel“

Bezugsebenen sind dann die GOK (Geländeoberkante) als Nulllinie, die -200 mm Linie als Grenze für das Optimum des Torfmooswachstums und die -400 mm Linie als Trockengefährdungsgrenze.

Nach oben wird die Nulllinie nur beim Pegel G04 von der Obergrenze der Box überschritten, das heißt zeitweilig überflutet. Bei 19 Pegeln liegen die Untergrenze der Box und damit die schon genannte Menge von 75 % der Wasserstände im optimalen Bereich zwischen Null und -200 mm.

Günstigste Bedingungen bestehen bei D01. Bei D02 liegt die Untergrenze nur noch knapp über der -200 mm-Linie. Die dazwischenliegenden 17 Pegel haben durchaus unterschiedliche Median- und Mittelwerte. Weiter nach rechts folgen noch 10 Pegel, die mit der – Untergrenze der Box in die ungünstigere Zone bis -400 mm herabreichen. Das Feld beginnt mit N19 und schließt mit S24, der offenbar die ungünstigsten Wasserstände aufweist.

Die Reihenfolge der Pegel entspricht sehr gut den Vegetationsverhältnissen. Bei günstigen Wasserständen bis -200 unter Flur ist die Hochmoorvegetation besonders stabil.

Bei Unterschreitung der -200 mm-Marke finden sich gehäuft Schäden an der Moosdecke, die im Trockensommer 2018 und 2019 zunehmend auffallen.

In der "Torfmoosampel" lassen sich diese Schäden in einfacher Weise dokumentieren. Das Modell ist realitätsnah, obwohl bei einigen Pegeln trotz ungünstiger Wasserstände die Moosverhältnisse gut sind (bei D03 wegen der stark oszillierenden Schwingrasen).

Im Helstorfer Moor besteht demnach ein enger Zusammenhang zwischen den innerhalb von 19 Jahren gemessenen Wasserständen und der Hochmoorvegetation (Bioindikation).

Besonders deutlich ist die Bioindikation bei den Torfmoosen erkennbar (s. Abb. 179).

Die These, dass zu bestimmten Wasserständen im Moor eine spezielle, darauf abgestimmte Vegetation gehört - die Bioindikation der Wasserstände - hat sich für Hochmoorbiotope im Helstorfer Moor weitgehend bestätigt.

Das gilt aber überwiegend für offenes, höchstens schwach verbuschtes Moor. Bei Bewaldung wird die lichtbedürftige Hochmoorvegetation einschließlich der Torfmoose gehemmt. Wachstum und Deckungsgrad nehmen stark ab. Das ist an Pegeln mit zunehmender Bewaldung wie K12 deutlich zu beobachten.

Auch die stärkere Verdunstung in Moorwäldern (Dierssen 2001) wirkt als eine negative Rückkopplung.

Besonders seit dem Dürresommern 2018 und 2019 machen sich Unterschiede in der Torfmoosdeckung um einige Messpegel bemerkbar. Diese haben zuvor nur in geringem Maße bestanden z.B. um den Pegel G05, wo bei zunehmender Abtrocknung und dichter werdendem Gehölzbestand nur lückenhaft Torfmoos wuchs. Ab 2018 findet sich kein Torfmoos mehr und bedeutet eine rote Farbe für die Torfmoosampel.

Bei H08 wuchs Torfmoos neben dem Pegel bisher unter dem Schutz von Glockenheide. Aktuell scheint das Torfmoos deutlich geschädigt zu sein (gelb).

Bei K12 hat sich seit 2007 aus LRT 7120 Moorwald (LRT 91D0*) entwickelt mit allmählich rückläufiger Torfmoosdeckung und zusätzlichen Wühlschäden durch Wildschweine (gelb).

Auch bei Z22 ist das Torfmoos stark rückläufig bei zunehmendem Gehölzwachstum (rot).

Bei N19 besteht nur lückenhafter Torfmoosbewuchs (gelb).

Die Box-Plot-Übersicht spiegelt deutlich wider, an welchen Pegeln das Moos trockengefährdet ist. Die -200 mm-Linie wird von der Box deutlich unterschritten.

An der Lage des horizontalen Striches innerhalb der Box (Median) kann man erkennen, ob die Verteilung der Grundwasserstände symmetrisch ist. Beim Pegel D03 zeigt sich trotz starker Oszillation keine Wuchsminderung, da der Median recht hoch bei etwa -100 mm und 50% aller Messwerte oberhalb dieser Linie liegen.

9. Diskussion

Ein völlig zerstochenes, d.h. von intensivem Handtorfstich geprägtes Geestrand-Hochmoor (Tüxen 1979) weist nur noch wenige „Heile-Haut-Flächen“, also Bereiche mit intakter Mooroberfläche auf.

Die Gutachter Schneekloth und Schneider beurteilten den Zustand des Moores im Jahr 1968 folgendermaßen: „Das Moorwachstum ist infolge Entwässerung und Torfabbau heute zum Erliegen gekommen. Eine gewisse Regeneration findet allenfalls noch in den wasserreichen Torfstichen statt“.

Bereits bei ersten Erkundungen (Gärtner 1962) fiel aber auf, dass in nassen Torfkuhlen eine dynamische Wiederbesiedlung mit Moorpflanzen erfolgt. Wollgräser und Torfmoose bilden Schwingrasen, die die freie Wasserfläche nach wenigen Jahren bedecken.

Für den nötigen Auftrieb sorgen luftgefüllte Stängel von Wollgräsern, besonders des Schmalblättrigen Wollgrases (*Eriophorum angustifolium*) und des Weißen Schnabelrieds (*Rhynchospora alba*). Unter diesen Schwingmatten kann eine starke Torfneubildung stattfinden (Joosten 1993, Succow et al. 2001). Dadurch werden die Kuhlen allmählich mit einem lockeren Torfpolster aufgefüllt, das oft noch auf einem Wasserkissen schwimmt.

Schwingrasen können bei guter Torfbildung die ausgekuhlten ehemaligen Torfstiche flächig bedecken (Tüxen/Ebert 1987).

In Trockenzeiten folgen die Schwingrasen durch „Mooratmung“ = Oszillation (Succow et al. 2001) den absinkenden Grundwasserständen im Moor soweit, dass die Grundbedürfnisse der Torfmoose an einen flurnahen Wasserstand (Hölzer 2010) hinreichend erfüllt werden.

Auch sommerliche Niederschläge, die sich auf die Ganglinien im Moor wegen starker Verdunstung (s. Abschnitt 6.1) nicht auswirken, werden von den schwammartigen Torfmoosrasen festgehalten. Besonders ist das an Bulttorfmoosen zu beobachten, die im Helstorfer Moor auf alten Torfkuhlen flächig vorkommen.

In der vorliegenden Studie wird die hydrologische Dynamik solcher Schwingrasen und torfbildenden Bereiche im Helstorfer Moor beschrieben.

Pegel im bewaldeten Moor haben sehr unterschiedliche Grundwasserstände (GwSt).

Z23 hat als hoch gelegener Pegel im zentralen Bereich und auf der Hauptwasserscheide liegend auffällig günstige GwSt-Daten, die nur wenig schlechter sind als bei Pegel B16. Der hier eingetragene Biotoptyp WBA (Birken- und Kiefern-Bruchwald nährstoffarmer Standorte des Tieflands) entspricht LRT 91D0* mit positiver Entwicklung durch Vernässung. Der Pegel liegt am Rande einer „Heile-Haut-Region“ mit zunehmender Versumpfung.

Dagegen hat Pegel S24 im trockenen Südteil des Moores ungünstige Daten mit breiter Spannweite und Neigung zur Austrocknung entsprechend dem Lebensraumtyp WV bzw. WVZ (Zwergstrauch-Birken- und Kiefer-Moorwald), wobei sich dort im letzten Jahrzehnt die Kulturheidelbeere massiv ausgebreitet hat.

An einigen Pegeln mit weniger guten GwSt ist seit 2001 eine ungünstige Entwicklung mit zunehmender Verbuschung festzustellen. Es handelt sich um Z22, G05 und K12.

Eine Umwandlung in den trockeneren Lebensraumtyp MGF (Feuchteres Glockenheide-Hochmoordegenerationsstadium) ist besonders bei H08 und K13 zu beobachten.

Auch bei Pegel H09, der in Extremsommern trockenfällt, ist der Schnabelriedbewuchs stark rückläufig zugunsten der Glockenheide.

Es stellt sich die grundsätzliche Frage, ob bei den stark schwankenden Grundwasserständen, die der Klimawandel mit sich bringt, eine Hochmoorvegetation weiter bestehen und sich fortentwickeln kann (Joosten 1993).

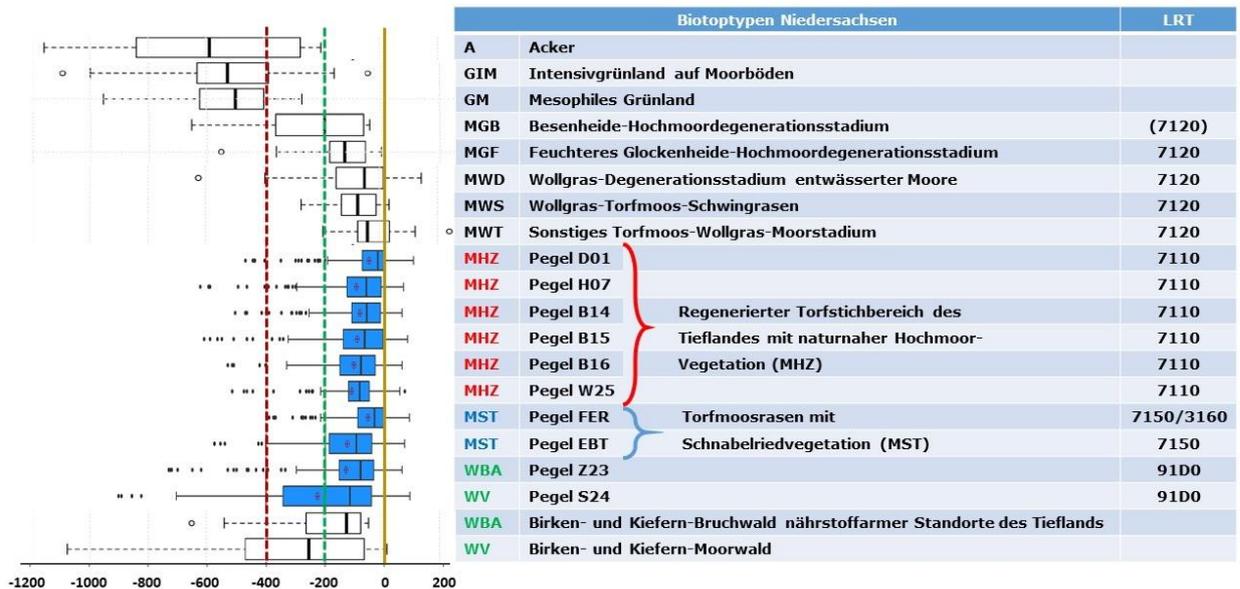


Abb. 180: Abhängigkeit der Entwicklung Biotyp / Lebensraumtyp vom Grundwasserstand

Gute Hinweise zu den notwendigen Wasserständen für eine Hochmoorentwicklung mit wachsenden Torfmoosen finden sich in den BfN-Skripten 462: Moorschutz in Deutschland, die auch die bis 2012 im Helstorfer Moor gemessenen Daten enthalten (Tiemeyer 2017, S. 164 (Abb.32); Dank auf S. 289).

Dort sind u. a. von 266 Moorstandorten in Niedersachsen die gemessenen GwSt als Boxplot aufgelistet. Von den untersuchten Biotypen sind einige auch im Helstorfer Moor zu finden - besonders MGF, MWD, MWS, MWT, WBA und WV (s. Abb. 180). Eine Auswahl von 10 Messpegeln aus dem Helstorfer Moor ist in der Abbildung links blau eingefärbt und um einen Teil der damaligen Ergebnisse aus den BfN-Skripten ergänzt.

Im Helstorfer Moor bestehen zusätzliche in der BfN-Studie bisher nicht aufgelistete wertvolle Hochmoor-Biotypen:

- MHZ (Regenerierender Torfstichbereich des Tieflands mit naturnaher Hochmoorvegetation) entsprechend LRT 7110* (Lebendes Hochmoor) und
- MST (Torfmoorrasen mit Schnabelriedvegetation) entsprechend LRT 7150 (Torfmoorschlenken-Rhynchosporion).

Die Messergebnisse aus dem Helstorfer Moor lassen sich zahlreich diesen „besseren“ Hochmoor-Lebensraumtypen zuordnen.

Besonders günstige GwSt bestehen bei D01, H07, B14, B15, B16, W25 und FER, von denen die ersten 6 im LRT 7110* (lebendes Hochmoor), 2 (FER und EBT) im LRT 7150 (Rhynchosporion) liegen. Die dort gemessenen 19-jährigen Wasserstände entsprechen besonders günstigen GwSt (MWS und MWT) aus Niedersächsischen Hochmooren.

Die 2 Messpegel aus WV (Birken- und Kiefern-Bruchwald) zeigen einen hydrologisch günstigen (Z23) und einen ungünstigen (S24) Moorwald-Standort.

Die aktuelle Kontrolle im Sommer 2019 nach 2 Dürresommern (Tabelle 2) ergibt eine überwiegend intakte Hochmoorvegetation, allerdings auch eine zunehmende Verbuschung in Bereichen ohne Pflegeeingriffe (Entkusseln) z. B. bei K12.

10. Schlussfolgerung und Ausblick

Die langjährige Messung der Wasserstände ermöglicht Einblicke in die Reaktion des Moores auf unterschiedliche äußere Einwirkungen.

Da der Status als Naturschutzgebiet seit 40 Jahren und die Außenentwässerung seit 45 Jahren konstant geblieben sind, können klimatische Veränderungen, besonders die wechselhaften Niederschläge der letzten 19 Jahre als wichtigste Variable gelten.

Für ein atlantisches Hochmoor – Regenmoor – hat der Niederschlag mit seinen spärlichen Mineralstoffen lebensspendende Bedeutung. Die Menge der Niederschläge hat im Beobachtungszeitraum geschwankt zwischen 476 und 862 mm pro hydrologisches Jahr.

Drei Jahre (2002, 2007 und 2017) sind als Regenjahre und vier (2003, 2009, 2018 und 2019) sind als Trockenjahre zu werten.

Das Anfangsjahr 2001 ist im Rückblick ein ausgesprochenes „Normaljahr“, so dass die in Heft 1 erfolgte Auswertung als Glücksfall zu werten ist und charakteristische Befunde ergab.

Im Rhythmus, in dem Regen- und Trockenjahre aufeinander folgen, ist keine Regel zu erkennen. Auf ein „Regenhalbjahr“ wie zuletzt ab Ende Juni 2017, wurde 10 Jahre gewartet. Dann folgte 2018 ein extremes Trockenjahr, an das sich 2019 eine weitere Dürreperiode bis Ende September anschloss.

Das Helstorfer Moor hat von 2001 bis 2017 relativ stabil auf die klimatischen Herausforderungen reagiert. Eine irreversible Austrocknung und Sackung war nur an besonders ungünstig gelegenen Pegeln zu beobachten.

Die zwei Trockenjahre in Folge (2018 und 2019) haben aber eine Trockengefährdung fast aller Messstandorte gezeigt, die voraussichtlich eine langanhaltender negative Wirkung hat.

Seit Sommer 2018 gilt: das Helstorfer Moor ist „in Bedrängnis“. Die bisherigen Pflegeeingriffe von Region Hannover und FAM waren zur Erhaltung wertbestimmender Teile des NSG förderlich aber bei weitem nicht ausreichend, um den von der EU geforderten guten Erhaltungszustand zu erreichen bzw. zu erhalten. Eine Stützung des Moor-Wasserhaushalts durch Maßnahmen des LIFE+ - Projektes ist dringend erforderlich.

Was kann im Helstorfer Moor erreicht werden?

Die zentralen Bereiche des Helstorfer Moores sind ungeeignet, zu einer baumfreien, uhrglasförmig aufgewölbten Hochfläche zurückentwickelt zu werden. Unzerstochene „Heile-Haut-Flächen“ wie im nahe gelegenen Bissendorfer Moor fehlen weitgehend.

Das ursprünglich baumlose, aufgewölbte Hochmoor ist durch den Jahrhunderte anhaltenden kleinräumig voranschreitenden Torfabbau weitgehend abgebaut und deformiert worden.

Erstaunlicherweise sind gerade die durch Handtorfstich tiefer gelegten Moorflächen voller Leben und den Herausforderungen durch die flächige Entwässerung der umliegenden Landschaft zugunsten der Landwirtschaft einigermaßen gewachsen.

Hier liegen im Helstorfer Moor die Flächen mit dem größten Potential für Hochmoorregeneration und aktuell die Schwerpunkte von Hochmoor-Flora und -Fauna.

Dem Moorwasserhaushalt kommt auch zugute, dass im Nordwesten keine Randgräben angelegt wurden, sondern hochanstehendes Grundwasser von der Anhöhe der westlich gelegenen Lindenburg ins Moor drängen kann (Hangdruckwasser). Das stützt den Grundwasserstand des Moores in der ganzen Nordwesthälfte, wo sogar offene Moorweiher bestehen.

Das verbesserte Wasserangebot wirkt sich bis zum Ostrand des Moores aus, wo tief ausgebaute Vorfluter das von Westen anflutende Grundwasser aber abfangen und schnell ableiten.

Auch der oberirdische Abfluss von Moorwasser ist im Winter und nach starken Regenfällen regelmäßig zu beobachten. Schwerpunkte sind die Nordostkante und die Nordostflanke des Moores. Hier sollten die von der EU geplanten Dammbaumaßnahmen bevorzugt ansetzen.

„Robuste Maßnahmen“ im alten Moorzentrum würden dagegen nur wertvolle alte Moorwälder (LRT 91D0*) zerstören, die sich stellenweise durch Versumpfung spontan optimieren.

Außerdem sollte das Moor wegen seiner Vielgestaltigkeit und des Reichtums an seltenen Arten besonders sorgsam behandelt werden.



Abb. 181: „Heile-Haut“-Fläche bei Pegel Z23 mit instabilem Baumbewuchs und Leitbache



Abb. 182: Helstorfer Moor mit schützenswerter Fauna und Flora

11. Quellen

- BELTING, S., OBRACAY, K. (2016): Einfluss von Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen auf die Hochmoorvegetation – Erfahrungen aus drei Jahrzehnten am Beispiel der Diepholzer Moorniederung. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 36. Jg., Nr. 3 (3/16): 133-172.
- BIRKHOLZ, B., SCHMATZLER, E. und SCHNEEKLOTH, H. (1980): Untersuchungen an niedersächsischen Torflagerstätten zur Beurteilung der abbauwürdigen Torfvorräte und der Schutzwürdigkeit im Hinblick auf deren optimale Nutzung. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, Heft 12, Niedersächsisches Landesverwaltungsamt, Hannover
- BROSCH, S. (o. J.): LIFE+ Projekt "Hannoversche Moorgeest", Projektgebiet und Zielsetzung, https://www.nlwkn.niedersachsen.de/naturschutz/fach_und_foerderung/life/hannoversche_moorgeest/life-projekt-hannoversche-moorgeest-113670.html, (Stand: 31.03.2020)
- DIERSSEN, K., DIERSSEN, B. (2001): Moore - Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 2001
- DRACHENFELS, O. v. (2011): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2011, Naturschutz und Landschaftspflege Niedersachsen, Heft A/4, 326 S., Hannover
- DRACHENFELS, O. v. (2012): Einstufungen der Biotoptypen in Niedersachsen - Regenerationsfähigkeit, Wertstufen, Grundwasserabhängigkeit, Nährstoffempfindlichkeit, Gefährdung. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 32. Jg., Nr. 1 (1/12): 1-60.
- DWD (2018): Klimareport Niedersachsen, Fakten bis zur Gegenwart – Erwartungen für die Zukunft; Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, Deutschland, 52 Seiten.
- DWD (2019): Climate Data Center (CDC): Historische jährliche Niederschlagsmenge, https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/annual/more_precip/historical/, Stations-ID 2014, Hannover (Stand: 03.09.2019)
- EBERT, A. (1987): Vegetationskundliche Untersuchungen der Hochmoorregeneration im Helstorfer Moor (Landkreis Hannover) und Erstellung eines Pflegekonzeptes anhand von Beispielflächen, Diplomarbeit Fachhochschule Rheinland-Pfalz, 73 S.; Hannover/Bingen, unveröffentlicht
- GÄRTNER, E. (1962): Das Helstorfer Moor, Versuch einer Monographie, unveröffentlicht. Arbeit zur Reifeprüfung, 46 S., zahlreiche Abbildung und mehrere Tabellen, Abbensen, 1962
- GÄRTNER, E. (1979): Bemühungen um die Erhaltung des Helstorfer Moores nördlich von Hannover, TELMA, Bd. 9, 205-223, 3 Abb., 4 Tab., Hannover, 1979
- GÄRTNER, E., SCHERZER, H. (2002): Hydrologische Studien im Naturschutzgebiet Helstorfer Moor (Heft 1), Ein Jahr auf den Spuren des Wassers, Hildesheim, 2002
- GÄRTNER, E., OLTHOFF, M., SCHERZER, H. (2006): Die Libellenfauna des Helstorfer Moores (Niedersachsen) unter besonderer Berücksichtigung eines Reliktvorkommens der Zwerglibelle (*Nehalennia speciosa*) und deren Habitatsstruktur, TELMA, Bd. 36, 133-154, 7 Abb., 1 Tab., Hannover, 2006
- GUMPERT, J., HELM, S. (2020): Eggemoore - Hotspot der Artenvielfalt, Abschlussstagung des EU-LIFE-Projektes „Eggemoore - Biologische Vielfalt im südlichen Eggegebirge“, In: Natur in NRW, Zeitschrift für den Naturschutz in Nordrhein-Westfalen, 45. Jg., Nr. 1 (1/2020): 26-31.
- HOLLENBACH, M. (o. J.): Auswertung Grundwassermessstellennetz wird neu vergeben - Umrüstung auf Datalogger und Beginn der Inbetriebnahme, https://www.nlwkn.niedersachsen.de/naturschutz/foerderung/life/hannoversche_moorgeest/aktuelles/auswertung-grundwassermessstellennetz-wird-neu-vergeben--umruetzung-auf-datalogger-und-beginn-der-inbetriebnahme-165547.html (Stand: 07.09.2019)

- HÖLZER, A. (2010): Die Torfmoose Südwestdeutschlands und der Nachbargebiete, Farbphotos von Kurt und Helga Rasbach, Weissdorn-Verlag, Jena, 2010
- IVANOV, K.E. (1953): Gidrologija bolot (Hydrologie der Moore). Gidrometeoizdat, Leningrad
- JOOSTEN, H. (1993): Denken wie ein Hochmoor: Hydrologische Selbstregulation von Hochmooren und deren Bedeutung für Wiedervernässung und Restauration, TELMA, Bd. 23, 95-115, Hannover, 1993
- JOOSTEN, H. (1995): Time to Regenerate: Long-term Perspectives of Raised Bog Regeneration with Special Emphasis on Palaeoecological Studies, In: Restoration of Temperate Wetlands. Edited by B.D. Wheeler, S.C. Shaw, W.J. Fojt and R.A. Robertson, John Wiley & Sons Ltd., Hoboken (New Jersey), 1995
- KAISER, T. (2010): Pflege- und Entwicklungsplan Hannoversche Moorgeest, Grundlagenband G1: Standörtliche Gegebenheiten, Bearbeiter: Dr. Ludger Meyer, Julia Hielscher, Region Hannover, 2010, unveröffentlicht.
- KAISER, T. (2010): Pflege- und Entwicklungsplan Hannoversche Moorgeest, Grundlagenband G2: Biotoptypen, Vegetation und Flora, Region Hannover, 2010, unveröffentlicht.
- MU (2019): Klimawirkungsstudie Niedersachsen, Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (MU), Hannover 2019
- OVERBECK, F. (1939): Die Moore Niedersachsens in geologisch-botanischer Betrachtung, Wirtschaftswissenschaftliche Gesellschaft zum Studium Niedersachsen e.V., Reihe A, Verlag Gerhard Stalling, Oldenburg, 1939
- PETRY, U., Schnorr, C., Schulz, A. (2019): 2018 – So trocken wie selten - Niedrigwasser unter Einfluss des Klimawandels, In: Jahresbericht 2018/2019, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, , Norden, 2019
- RYDIN, H., JEGLUM, J. (2013): The Biology of Peatlands, Oxford University Press, 2013
- SCHMATZLER, E. (1981): Untersuchungen an niedersächsischen Hochmooren zur Beurteilung ihrer Schutzwürdigkeit für den Naturschutz einschließlich einer Bestandsaufnahme und Bewertung aller noch verbliebenen naturnahen Hochmoorflächen in Niedersachsen. Archiv, Niedersächsisches Landesverwaltungsamt, Hannover
- SCHNEEKLOTH, Scherler, Eggelsmann, Schwaar, Feige, Kadach und Schneider (1968): Gutachten über die Eignung des Helstorfer Moores für die Klärschlammablagerung, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung; Hannover, 1968, unveröffentlicht
- SEEDORF, H. H., Meyer H.-H. (1992): Landeskunde Niedersachsen; Band 1: Historische Grundlagen und naturräumliche Ausstattung, Karl Wachholtz Verlag, Neumünster, 1992
- SUCCOW, M., JOOSTEN, H. (Herausgeber) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 2001
- TIEMEYER, B., Bechtold, M., Belting, S., Freibauer, A., Förster, C., Schubert, E., Dettmann, U., Frank, S., Fuchs, D., Gelbrecht, J., Jeuther, B., Laggner, A., Rosinski, E., Leiber-Sauheitl, K., Sachteleben, J., Zak, D., Drösler, M. (2017): Moorschutz in Deutschland - Optimierung des Moormanagements in Hinblick auf den Schutz der Biodiversität und der Ökosystemleistungen: Bewertungsinstrumente und Erhebung von Indikatoren. Bundesamt für Naturschutz, 319 S., BfN Skripten 462, Bonn – Bad Godesberg, 2017
- TÜXEN, J. (1979): Vorschlag einer typologischen Ordnung der niedersächsischen Hochmoore, TELMA, Bd. 9, 15-29, 1 Abb., 2 Tab., Hannover, 1979
- TÜXEN, J. (1983): Die Schutzwürdigkeit der niedersächsischen Kleinsthochmoore im Hinblick auf ihre Vegetation. Tuexenia (3), Göttingen
- WSV (2019): Leine, Pegel Schwarmstedt, Tageswerte des Wasserstandes, Datenquelle: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) (Stand 29.08.2019)

12. Abkürzungsverzeichnis

DGMT	Deutsche Gesellschaft für Moor- und Torfkunde e. V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
FAM	Faunistische Arbeitsgemeinschaft Moore
FFH	Fauna-Flora-Habitat
GWMS	Grundwassermessstelle
GwSt	Grundwasserstand
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LRT	Lebensraumtyp
NHN	Normalhöhen-Null
NLFB	Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (jetzt LBEG)
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NSG	Naturschutzgebiet
S.	Sphagnum

13. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lebensraumtypen und Pegelanzahl	40
Tabelle 2: Basisdaten zu Flora und Fauna des Helstorfer Moores	44
Tabelle 3: Messpegel im Helstorfer Moor von Süd nach Nord sortiert	48
Tabelle 4: Langzeittrend Grundwasserstand unterschiedlicher Zeiträume	121

14. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Gewässerstand im ersten Jahr 2001 der Studie	7
Abb. 2: Probebohrung am Pegel B16 und Einsetzen des Pegelrohres W25	8
Abb. 3: Umfeld des Pegels FER (links 29.04.2001) und GNSS-Höhenbestimmung 2015	8
Abb. 4: Erneuerung der Pegellatte des Messpegels FER.....	9
Abb. 5: Hochmoore (schwarz), und Niedermoore (grau) und Lage der Hannoverschen Moorgeest	10
Abb. 6: Findling im nördlicher Helstorfer Moor aus dem Saale-Glazial	10
Abb. 7: Letzter großer Torfstich im Helstorfer Moor 1960.....	11
Abb. 8: Freigelegte Torfstichkuhle bei Pegel B14 nach Windwurf.....	12
Abb. 9: Lage der Pegel und Torfstichkuhlen im Luftbild von1960	12
Abb. 10: Projektgebiet „Hannoversche Moorgeest“ mit den vier Mooren	13
Abb. 11: Luftbild vom Helstorfer Moor 2011	15
Abb. 12: Luftbild des Helstorfer Moores mit Höhendarstellung und Lage der Messpegel	16
Abb. 13: Wasserscheiden im Helstorfer Moor	17
Abb. 14: Mineralischer Untergrund und Torfmächtigkeit im Helstorfer Moor	18
Abb. 15: Mächtigkeit des Grundwasserleiters (nach Heidt & Peters, 2012)	19
Abb. 16: Lage der Geländeprofile mit angedeuteter Höhenlage des mineralischen Untergrundes	20
Abb. 17: Nord – Süd -Profil in Moormitte	21
Abb. 18: Nord-Süd-Profil auf Gemeindegrenze Wedemark/Neustadt	21
Abb. 19: Profil M - N.....	22
Abb. 20: Profil O – P	22
Abb. 21: Profil A - B	23
Abb. 22: Profil C – D	23
Abb. 23: Profil K – L.....	24
Abb. 24: Profil E – F.....	24
Abb. 25: Profil G – H.....	25
Abb. 26: Profil I – J.....	25
Abb. 27: pH-Karte (Scherzer 2005) ergänzt 2018 mit Quellbereichen (pH-Messpunkte in schwarz)	27
Abb. 28: Verbreitung der Cuspidata-Scheuchzeria-Torfe und Spannweiten des Moorgrundwassers	29
Abb. 29: Weißtorfvorrat (nach Gutachten 1968) und Lage der Messpegel	30
Abb. 30: Moorentwicklung auf bäuerlichen Torfstichen und Lage der Cuspidata-Scheuchzeria-Torf.....	31
Abb. 31: Torfstärke und Weißtorfvorräte.....	33
Abb. 32: Torfmoosdeckung 1967 (grafisch bearbeitet nach schriftl. Angaben im Gutachten 1968)	34
Abb. 33: Verbreitung der wichtigsten Weißtorfbildner in Niedersachsen (Overbeck 1939)	35
Abb. 34: Regenerationsstufen (Ebert, 1987).....	36
Abb. 35: Bohrprofile ausgewählter Messpegel	37
Abb. 36: Akrotelm-Katotelm-Schichtung im Hochmoor.....	38
Abb. 37: Bohrpflocke aus dem Jahr 1968	39
Abb. 38: Lebensraumtypen im Helstorfer Moor.....	41
Abb. 39: Detailkarte Lebensraumtypen im nordöstlichen Teil des Helstorfer Moores.....	42
Abb. 40: Spannweiten GwSt (Monatsmittelwerte 2001-2017) und Veränderung Lebensraumtyp	43
Abb. 41: Nachweise und Zählungsergebnisse für Hochmoorbläuling (2009-2019)	46
Abb. 42: Höhenlage (GOK) der Messpegel Gr01*: GOK = Pegelnullpunkt (Grabensohle)	47
Abb. 43: Gewässerstand an 18 Messpegeln (POK=Pegeloberkante).....	50
Abb. 44: Ganglinien an Pegeln der D-Region (D00).....	52
Abb. 45: Ganglinien an Pegeln der D-Region (D01).....	52
Abb. 46: Ganglinien an Pegeln der D-Region (D02).....	52
Abb. 47: Ganglinien an Pegeln der D-Region (D03).....	53
Abb. 48: Ganglinien an Pegeln der G-Region (G04)	53
Abb. 49: Ganglinien an Pegeln der G-Region (G05)	53
Abb. 50: Ganglinien an Pegeln der G-Region (G06)	54
Abb. 51: Ganglinien an Pegeln der H-Region (H07).....	54
Abb. 52: Ganglinien an Pegeln der H-Region (H08).....	54
Abb. 53: Ganglinien an Pegeln der H-Region (H09).....	55
Abb. 54: Ganglinien an Pegeln der H-Region (H10).....	55
Abb. 55: Ganglinien an Pegeln der H-Region (H11).....	55
Abb. 56: Ganglinien an Pegeln der B-Region (B14).....	56
Abb. 57: Ganglinien an Pegeln der B-Region (B15).....	56
Abb. 58: Ganglinien an Pegeln der B-Region (B16).....	56
Abb. 59: Ganglinien an Pegeln der B-Region (B17)	57
Abb. 60: Ganglinien an Pegeln in Moormitte (FER).....	57

Abb. 61: Ganglinien an Pegeln in Moormitte (EBT).....	57
Abb. 62: Ganglinien an Pegeln in der N-Region (N18).....	58
Abb. 63: Ganglinien an Pegeln in der N-Region (N19).....	58
Abb. 64: Ganglinien an Pegeln in der Z-Region (Z20).....	58
Abb. 65: Ganglinien an Pegeln in der Z-Region (Z21).....	59
Abb. 66: Ganglinien an Pegeln in der Z-Region (Z22).....	59
Abb. 67: Ganglinien an Pegeln in der Z-Region (Z23).....	59
Abb. 68: Ganglinien an Pegeln in der S-Region (S24).....	60
Abb. 69: Ganglinien an Pegeln in der westlichen Region (W25).....	60
Abb. 70: Ganglinien an Pegeln in der westlichen Region (FIE).....	60
Abb. 71: Umfeld am Messpegel K12 beim Einbau am 28.04.2001 (links) und 15.09.2019 (rechts).....	61
Abb. 72: Grundwasserstand Pegel K12 (rot: Datenloggermessung) und K13 (blau: Handmessung).....	62
Abb. 73: Grundwasserstand Pegel K13 (Handmessung).....	62
Abb. 74: Vergleich Grundwasserstand der Pegel K12 und K13 2001-2018.....	62
Abb. 75: Ganglinien an Pegeln der K-Region (K12).....	63
Abb. 76: Ganglinien an Pegeln der K-Region (K13).....	63
Abb. 77: Pegel D01, B14, N18 GwSt 2001-2010.....	65
Abb. 78: Pegel D01, B14, N18 GwSt 2010-2019.....	66
Abb. 79: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel EBT.....	68
Abb. 80: Umgebung des Pegels FER am 30. März 2019 (Vergleichsfoto 1).....	69
Abb. 81: Umgebung des Pegels FER am 06. August 2019 (Vergleichsfoto 2).....	69
Abb. 82: Gewässerstand am Messpegel FER.....	69
Abb. 83: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel Z20.....	70
Abb. 84: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel W25.....	70
Abb. 85: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel D00.....	70
Abb. 86: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel H07.....	71
Abb. 87: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel Z21.....	71
Abb. 88: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel B16.....	72
Abb. 89: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel D01.....	72
Abb. 90: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel D02.....	72
Abb. 91: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel D03.....	73
Abb. 92: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel G04.....	73
Abb. 93: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel G05.....	74
Abb. 94: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel G06.....	74
Abb. 95: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel H08.....	75
Abb. 96: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel H09.....	75
Abb. 97: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel H10.....	75
Abb. 98: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel H11.....	76
Abb. 99: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel K12.....	76
Abb. 100: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel K13.....	77
Abb. 101: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel B14.....	77
Abb. 102: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel B15.....	77
Abb. 103: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel B17.....	78
Abb. 104: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel N18.....	78
Abb. 105: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel N19.....	78
Abb. 106: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel Z22.....	79
Abb. 107: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel Z23.....	79
Abb. 108: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel S24.....	80
Abb. 109: Gewässer- und Moosabstand am Messpegel FIE.....	80
Abb. 110: Trockengefährdung im Helstorfer Moor.....	82
Abb. 111: Karte der Trockengefährdung im Helstorfer Moor.....	83
Abb. 112: Pegelvergleich B-Region.....	84
Abb. 113: Pegelvergleich K-Region.....	85
Abb. 114: Pegelvergleich D-Region.....	85
Abb. 115: Pegelvergleich H-Region.....	86
Abb. 116: Pegelvergleich G-Region.....	86
Abb. 117: Pegelvergleich N-Region.....	87
Abb. 118: Pegelvergleich Zentral-Region.....	88
Abb. 119: Pegelvergleich EBT, FIE und FER.....	88
Abb. 120: Pegelvergleich N18, Z21, Z22 und EBT.....	89
Abb. 121: Pegelvergleich W25, EBT und FER.....	89
Abb. 122: Pegelvergleich S24, W25 und FIE.....	90

Abb. 123: Pegelvergleich D01, H07, B14 und FER	90
Abb. 124: Pegelvergleich D00, D01, K12 und B14	91
Abb. 125: Pegelvergleich D00, H07, K13 und B14	91
Abb. 126: Monatsmittel der Pegel in der B-Region	93
Abb. 127: Monatsmittel der Pegel in der D-Region	93
Abb. 128: Monatsmittel der Pegel in der G-Region	94
Abb. 129: Monatsmittel der Pegel in der N-Region	94
Abb. 130: Monatsmittel der Pegel in der West-Region	95
Abb. 131: Monatsmittel der Pegel in der H-Region	95
Abb. 132: Monatsmittel der Pegel in der K-Region	95
Abb. 133: Monatsmittel der Pegel in der Zentral-Region	96
Abb. 134: Monatsmittel der Pegel in der Süd-Region	96
Abb. 135: Hydrologie des Helstorfer Moores mit Spannweiten der Pegel	97
Abb. 136: Box-Plot Monatswerte Pegel D00	98
Abb. 137: Box-Plot Diagramm Parameter	98
Abb. 138: Box-Plot Monatswerte Pegel D01	99
Abb. 139: Box-Plot Monatswerte Pegel D01	99
Abb. 140: Lage des Helstorfer Moores und der Wetterstationen	100
Abb. 141: Niederschläge Langenhagen 2001-2019 (Hydrologisches Jahr)	101
Abb. 142: Niederschläge Langenhagen 2001-2019 (Kalenderjahr)	101
Abb. 143: Niederschlag Langenhagen und Scharnhorst (Abweichung in % Scharnhorst zu Langenhagen)	102
Abb. 144: Niederschlag und Gewässerstand aus Loggerdaten am Pegel K12 in 2002	103
Abb. 145: Niederschlag und Gewässerstand aus Loggerdaten am Pegel HM77 in 2016/17	103
Abb. 146: Gewässerstand unter Geländeoberkante (GOK)	104
Abb. 147: Mittlere Temperatur Wetterstation Scharnhorst (2018 und langjähriges Mittel)	105
Abb. 148: Monatlicher Niederschlag Wetterstation Scharnhorst (2018 und langjähriges Mittel)	105
Abb. 149: Jahresniederschlag (hydrol. Jahr) und Gewässerstand (D01, B14, N18)	106
Abb. 150: Monatlicher Moorwasserstand und Niederschläge (D01, B14, B18)	106
Abb. 151: Gewässerstand und Niederschlag (Lgh) am Pegel K12 (Datalogger) 2002-2004	107
Abb. 152: Gewässerstand und Niederschlag (Lgh) am Pegel K13 (Handmessung) 2008-2010	108
Abb. 153: Gewässerstand und Niederschlag (Lgh) am Pegel K13 (Handmessung) 2007-2009	108
Abb. 154: Gewässerstand und Niederschlag (Lgh) am Pegel K13 (Handmessung) 2016-2018	108
Abb. 155: Potentielle Verdunstung 2003, Gewässerstand und Niederschlag Langenhagen (570 mm)	109
Abb. 156: Potentielle Verdunstung 2008, Gewässerstand und Niederschlag Scharnhorst (755 mm)	110
Abb. 157: Potentielle Verdunstung 2009, Gewässerstand und Niederschlag Scharnhorst (499 mm)	110
Abb. 158: Potentielle Verdunstung 2010, Gewässerstand und Niederschlag Scharnhorst. (679 mm)	111
Abb. 159: Potentielle Verdunstung 2014, Gewässerstand und Niederschlag Scharnhorst (676 mm)	111
Abb. 160: Potentielle Verdunstung 2015, Gewässerstand und Niederschlag Scharnhorst (641 mm)	112
Abb. 161: Gewässerstand am Pegel D03 und Außenpegel Gr01 (Bezug Höhe über NHN)	113
Abb. 162: Gewässerstand am Pegel D03 und Außenpegel Gr01 (Skalierung angepasst)	113
Abb. 163: Profil K – L (östl. Ausschnitt aus aktuellen Daten)	114
Abb. 164: Randgraben mit Lattenpegel Gr01 und Grabenvermessung	115
Abb. 165: Moorsackung am Pegel G05, links am 29.04.2001, rechts am 30.07.2018	117
Abb. 166: Langzeit-Trend am Pegel D00	118
Abb. 167: Langzeit-Trend am Pegel D01	119
Abb. 168: Langzeit-Trend am Pegel G05	119
Abb. 169: Langzeit-Trend am Pegel H09	119
Abb. 170: Langzeit-Trend am Pegel FER	120
Abb. 171: Langzeit-Trend am Pegel Ebert (EBT)	120
Abb. 172: Langzeit-Trend am Pegel Z21	120
Abb. 173: Trend am Pegel D00 mit den Extremjahren 2003, 2009, 2018 und 2019	121
Abb. 174: Trend am Pegel D01 mit den Extremjahren 2003, 2009, 2018 und 2019	122
Abb. 175: Trend am Pegel FER mit den Extremjahren 2003, 2009, 2018 und 2019	122
Abb. 176: Pegel Schwarmstedt (Langzeitreihe)	123
Abb. 177: Pegel Poppenburg	123
Abb. 178: Niederschlag Jahressumme Langenhagen	124
Abb. 179: Grundwasserstand als Box-Plot mit Ausreißern und „Torfmoos-Ampel“	126
Abb. 180: Abhängigkeit der Entwicklung Biotoptyp / Lebensraumtyp vom Grundwasserstand	129
Abb. 181: „Heile-Haut“-Fläche bei Pegel Z23 mit instabilem Baumbewuchs und Leitbache	131
Abb. 182: Helstorfer Moor mit schützenswerter Fauna und Flora	131