

Auswertung der Moorwasserstände im Moor Stengelhaide



Moorwasser-Messstelle in der Stengelhaide

Bearbeiter: A. Haupt, T. Opitz

20 Seiten

Naturpark "Erzgebirge/Vogtland", Schlettau, 07.12.2020



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg VA / 2014-2020



Inhalt

1	Einleitung.....	2
1.1	Die Stengelhaide.....	3
2	Charakteristik der Messstellen.....	4
2.1	Aufbau und Methodik	5
3	Auswertung	7
3.1	Wetterdaten.....	7
3.1.1	Niederschläge.....	7
3.1.2	Temperatur.....	9
3.2	Wasserstände.....	11
3.2.1	Messstellen 1 bis 4	11
3.2.2	Messstellen 5 bis 7	13
3.2.3	Messstellen 8 bis 10	16
4	Fortführung des Monitorings	18
5	Zusammenfassung.....	19
6	Literatur	20

1 Einleitung

Seit mehreren Jahren werden in verschiedenen Mooren des Erzgebirges Maßnahmen zur Wiedervernässung geplant und realisiert. Ziele der Moorrevitalisierung sind die Anhebung des Wasserstandes und die gleichzeitige Verbesserung der Lebensbedingungen für die moorspezifischen Pflanzen- und Tierarten. Außerdem sollen die Funktionen der Moore im Wasser- und Klimahaushalt stabilisiert werden. Während die Veränderungen bei den Pflanzen und Tieren mit Dauerbeobachtungsflächen und Sichtbeobachtungen dokumentiert werden, sind für das Monitoring der Wasserstände regelmäßige Wasserstandsmessungen notwendig. Überwiegend kommen Pegelrohre zur Anwendung, in denen die Moorwasserstände per Datenlogger oder manuell erfasst werden.

In der Stengelhaide bei Reitzenhain im mittleren Erzgebirge setzte der Naturpark "Erzgebirge/Vogtland" in unterschiedlichen Projekten und Etappen Revitalisierungsmaßnahmen um. Nachdem eine erste Anlage von mehreren Wassermessstellen in dem Moor für die Effizienzkontrolle nicht zielführend war, etablierte der Naturpark Ende des Jahres 2012 maßnahmenabhängige Messstellen in der Stengelhaide. Das Aufnehmen der Daten erfolgt manuell, um gleichzeitig die Phänologie der Pflanzen und weitere Besonderheiten zu dokumentieren. Die Datenerhebung nimmt immer ein und dieselbe Person vor, um die Fehlerquote möglichst gering zu halten. Nur bei längerer Abwesenheit erhebt eine weitere Person die Daten.

In der Literatur und aus anderen Gebieten mit Mooren liegen nur wenige langfristige Messungen der Wasserstände vor. Lediglich im Nationalpark Šumava existieren Datenreihen, die bis 2005 zurückreichen. Ein Vergleich der in der Stengelhaide gemessenen Werte mit denen des Böhmerwaldes ist nicht aussagekräftig, da sich einerseits die Niederschlagsmengen und andererseits die Methoden der Revitalisierung stark unterscheiden.

Der vorliegende Bericht stellt eine erste Auswertung der gemessenen Daten im Zusammenhang mit den Niederschlägen, der Temperatur und den durchgeführten Revitalisierungsmaßnahmen dar. Auf Grund

der relativ geringen Datenmengen werden für diese Auswertung nur einfache statistische Methoden herangezogen. Eine komplexere Analyse der Wasserstände benötigt nicht nur mehr Datensätze sondern auch zusätzliche Messungen von Temperatur, Windgeschwindigkeit, Sonnenscheindauer und weiteren Wetterdaten vor Ort. In Marienberg-Reitzenhain ist nur eine Niederschlagsmessstation des Deutschen Wetterdienstes vorhanden. Spezielle Aussagen zum Standort und der Vegetationsentwicklung erfordern gleichermaßen regelmäßige Datenerhebungen und entsprechende Analysen.

1.1 Die Stengelhaide

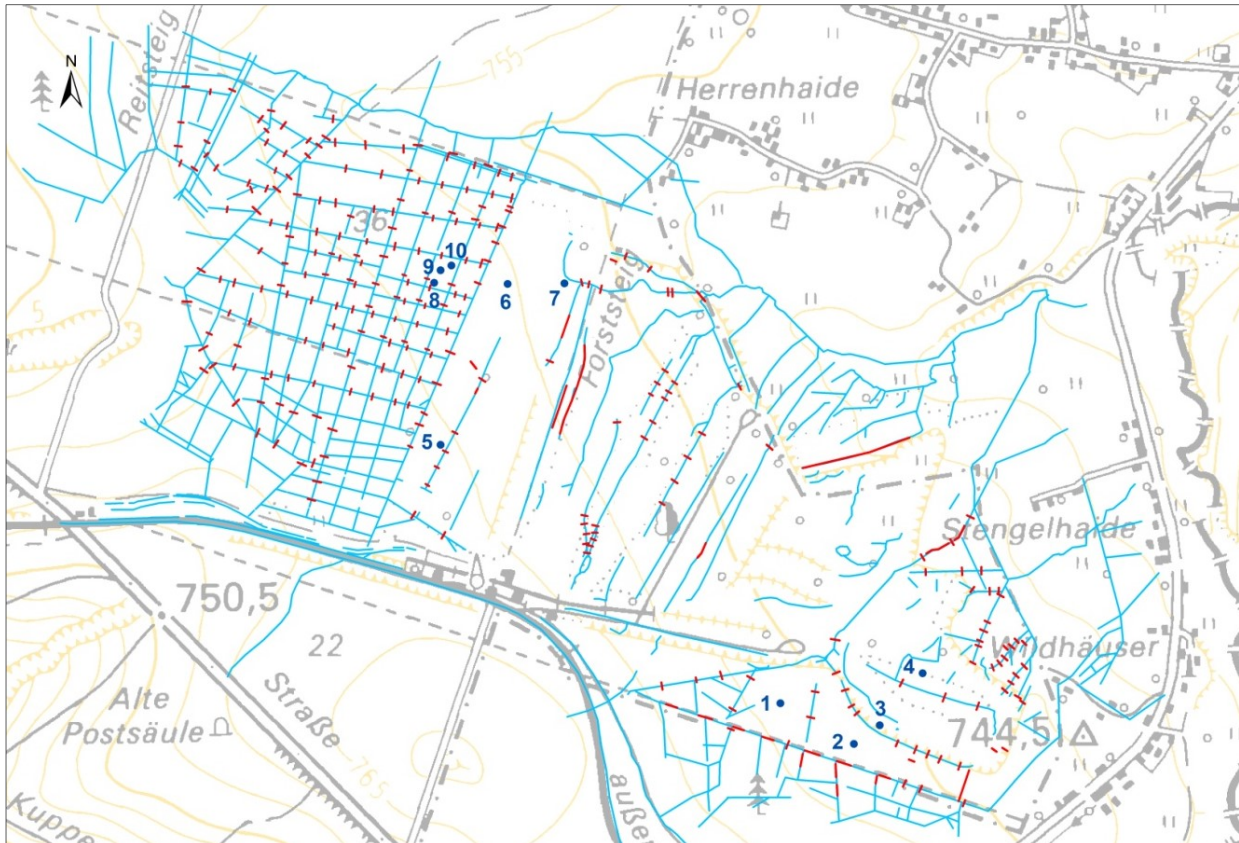


Abbildung 1 Übersicht Stengelhaide (Quellen: GEOSN Sachsen, Hydroconsult GmbH, eigene Bearbeitung)

Das Moor Stengelhaide befindet sich etwa 2 km nordwestlich von Reitzenhain. Das über 100 ha große Moor wird durch ein stark differenziertes Relief und Erscheinungsbild charakterisiert. Während die mittleren und östlichen Teile der Stengelhaide durch Torfabbau und Aufschüttungen anthropogen überprägt sind und überwiegend Birken - Moorwälder aufweisen, wird der westliche Teil (nur) durch ein dichtes Grabensystem sowie Fichten- und Birken - Moorwälder charakterisiert.

An dieser Stelle sollen die wichtigsten, bekannten Ereignisse der Stengelhaide angeführt werden. Weitere Angaben zur Nutzungsgeschichte der Stengelhaide und der Umgebung sind bei ULLMANN & ZINKE (2002) sowie bei SCHINDLER et al. (2008) nachzulesen.

- 1551 - Fertigstellung des Zeuggrabens im südlichen Einzugsgebiet der Stengelhaide für den Bergbau im Marienberger Revier
- ab dem Ende des 18. Jahrhunderts forstliche Entwässerungsmaßnahmen in Teilbereichen
- bereits 1839 „fiskalischer Torfstich für die Belieferung des Kalkwerkes Lengfeld“
- 1911 - Stengelhaide wird Naturschutzgebiet, Aufhebung nach dem Ersten Weltkrieg
- 1919 - Bau einer Torfverarbeitungsfabrik mit Gleisanschluss, Bau einer Feldbahn
- 1926 - Einstellung des Torfabbaus wegen Unwirtschaftlichkeit

- 1947 - Wiederaufnahme der Brenntorfproduktion, zunehmend Torfabbau für den Gartenbau
- 1989/90 - Ende des aktiven Torfabbaus
- 1990/92 - Anlage der "Rekultivierungsbeete" durch Mitarbeiter des ehemaligen Torfwerkes
- ab 1993 - Aufforstung der zum Teil abgetorften nackten Torfflächen mit Moorkiefern
- 2002-2005 - Verbau einiger Gräben im Ost- und Mittelteil des Moores, Verschluss des Hauptabflusses, Bau des Mönchs neben dem Forststeig
- 2002 - Anlage des Moorlehrpfades
- 2008 - FFH-Managementplan für das FFH-Gebiet 7E "Mothäuser Heide"
- 2009 - Hydrologisches und moorkundliches Gutachten zur Konkretisierung von Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen für das Moor Stengelhaide im FFH-Gebiet „Mothäuser Heide“
- 2012-2014 - Realisierung von Maßnahmen im Mittel- und Ostteil des Moores, Wiederanbindung des östlichen Wassereinzugsgebietes (Projekt: Revitalisierung der Moore zwischen Reitzenhain und Kalek im Erzgebirge mit Know How Transfer)
- 2018-2020 - Realisierung von Maßnahmen im Westteil des Moores einschl. Ergänzungen im Mittelteil, Wiederanbindung des westlichen Wassereinzugsgebietes (Projekt: Moorevital 2018-Fortgesetzter Moorschutz im Erzgebirge)

2 Charakteristik der Messstellen

Die Anordnung der zehn Moorwasser-Messstellen (MWM) im Jahr 2012 erfolgte in Abhängigkeit von der Maßnahmenplanung und den zu realisierenden Maßnahmen zum Wasserrückhalt. Hauptkriterium für die Auswahl der Standorte waren die zu erwartenden Veränderungen des Wasserregimes nach der Realisierung der praktischen Maßnahmen. Schon zu diesem Zeitpunkt stand die Entscheidung für eine manuelle Datenerhebung fest.

Die Anordnung der MWM ist aus der Abbildung 1 (Seite 3) ersichtlich. Deutlich wird, dass die MWM 1 bis 4 im östlichen Teil und die MWM 8 bis 10 im Westteil der Stengelhaide als Gruppen angelegt sind. Die MWM 5 bis 7 wurden abhängig von den Lebensraumtypen und dem natürlichen Wasserfluss des Moores installiert. Sie können auf Grund ihrer Lage im mittleren Teil der Stengelhaide trotzdem gemeinsam betrachtet werden.

Die folgende Tabelle 1 beinhaltet die Kenndaten der einzelnen Moorwasser-Messstellen zum Zeitpunkt des Einbaus (2012/2013).

MWM	Koordinaten			Charakteristik	Torfauflage	FFH	
	x	y	Höhe ü NN			LRT - Nr.	LRT - Code
1	4586841	5604781	753,8	Lücke im Birkenbestand, <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Sphagnum</i>	> 0,80 m	7E 10056	91D1*
2	4586964	5604713	753,5	Lücke im Birkenbestand, <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Molinia caerulea</i> , <i>Calamagrostis villosa</i> , <i>Sphagnum</i>	> 0,80 m	7E 10056	91D1*
3	4587007	5604744	749,0	Sukzessionsfläche Ost, nackter Torf, <i>Eriophorum vaginatum</i>	0,55 m		
4	4587079	5604831	745,3	Sohle des ältesten Torfstichs, <i>Deschampsia caespitosa</i> , <i>Sphagnum</i> , <i>Polytrichum</i>	0,00 m		
5	4586273	5605213	760,3	Sukzessionsfläche beim Lehrpfad, <i>Eriophorum angustifolium</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Vaccinium oxycoccus</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Molinia caerulea</i>	> 0,80 m	7E 10054	7120
6	4586385	5605482	753,9	Lücke in Birkensukzession, <i>Molinia caerulea</i> , <i>Sphagnum</i>	0,00 m	7E 20021	91D1*
7	4586480	5605483	750,8	westlicher Torfstich, <i>Juncus</i> , <i>Molinia caerulea</i> , <i>Sphagnum</i>	0,00 m	7E 20021	91D1*
8	4586262	5605484	758,5	Fichten-Moorwald, am oberen Ende der "Kissenstruktur", <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	> 0,80 m	7E 10048	91D4*
9	4586273	5605505	758,1	Fichten-Moorwald, Mitte der "Kissenstruktur", <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Sphagnum</i>	> 0,80 m	7E 10048	91D4*
10	4586291	5605513	757,5	Fichten-Moorwald, am Ende der "Kissenstruktur", <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Sphagnum</i>	> 0,80 m	7E 10048	91D4*

Tab. 1 Kenndaten der MWM (LRT - Nr.: Lebensraumtyp Nummer)

2.1 Aufbau und Methodik

Innerhalb des Projektes "Revitalisierung der Moore zwischen Reitzenhain und Kalek mit Know How Transfer" entstand im Jahr 2012 das System der MWM in der Stengelhaide.

An den 10 ausgewählten Standorten wurden geschlitzte PVC-Rohre des Typs STÜWA K-Filter DN 50, 2 Zoll mit PU-Vollspitze und PE-Bodenkappe in den Torf bzw. Boden eingelassen. Die unteren 8,5 cm der Rohre besitzen keine Schlitze. Der unterste Schlitz bildet somit eine Grenze für auswertbare Messungen. Fällt der Wasserstand in die Spitze des Rohres ab, ist der gemessene Wert nicht aussagefähig, da er nicht den realen Wasserstand des Umgebungsmilieus anzeigt. Zwischen der MWM und der Umgebung findet nach dem Absinken des Wasserstandes in die Rohrspitze kein Wasseraustausch mehr statt. Mit anderen Worten kann der reelle Moorwasserstand der Umgebung zu diesem Zeitpunkt noch tiefer liegen. Längere Trockenperioden mit höheren Temperaturen lassen selbst das Wasser im untersten Teil des Rohres verdunsten, was durch fallende Messwerte belegt ist (Originaldaten der Autoren).

Da die vier MWM (3, 4, 6 und 7) in der ersten Zeit häufig Werte in der Rohrspitze aufwiesen, mussten sie nachträglich tiefer gesetzt werden.

Eine Verdeutlichung des Absinkens des Wasserstandes in die tiefsten Bereiche des Rohres zeigt beispielhaft die nachfolgende Abbildung 2. Mehrere Messungen der MWM 7 in der zweiten Jahreshälfte 2018 können deshalb nicht für die statistische Auswertung verwendet werden.

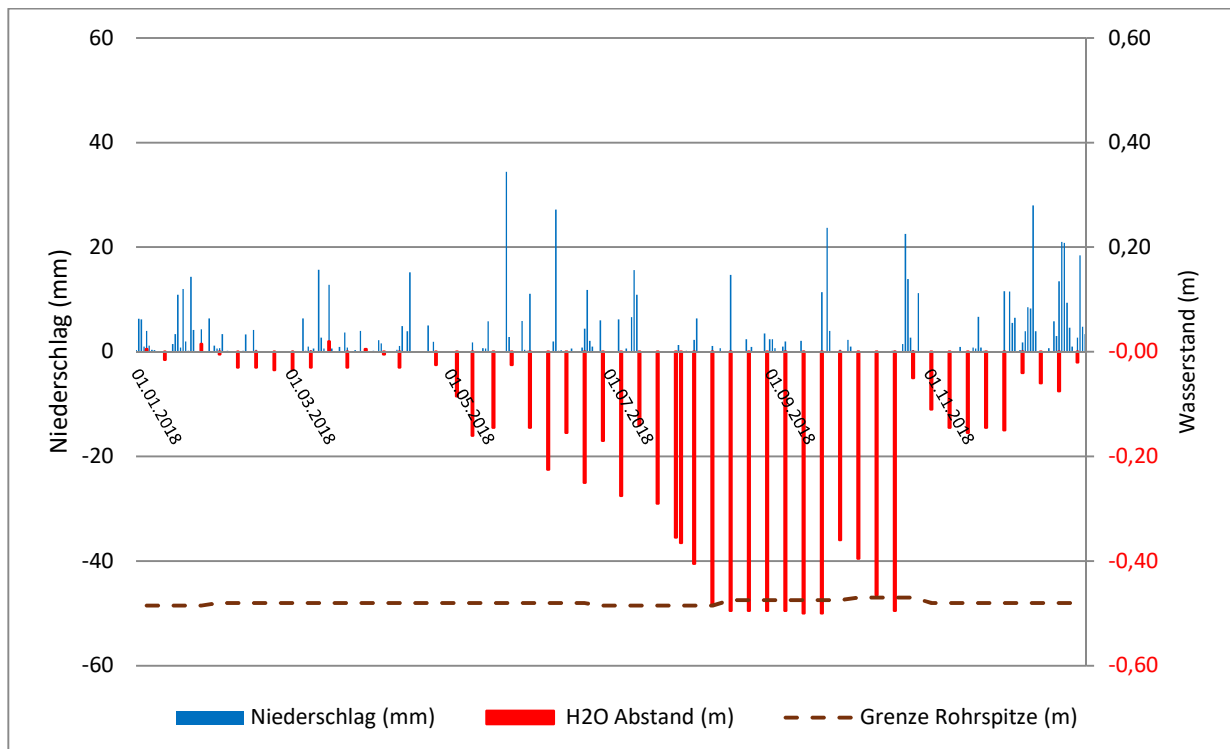


Abbildung 2 Messwerte für MWM 7 im Jahr 2018

Der Moorwasserstand wird mit Hilfe eines Kabellichtlotes vom Typ KLL-Mini an der Rohroberkante abgelesen. Der gemessene Rohrüberstand ist für die weitere Auswertung zu subtrahieren. Da Moore witterungsbedingt wenige bis mehrere Zentimeter quellen und schrumpfen, muss der Rohrüberstand von Zeit zu Zeit neu ermittelt werden. Nach anfänglichen Unsicherheiten in den Messungen erfolgt jetzt die Messung der Rohrüberstände mehrfach während der Vegetationszeit und/oder nach markanten Witterungssituationen.

Laut Empfehlungen von Hydrologen (KESSLER ET AL. 2010) sollte das maximale Messintervall für ein manuelles Monitoring 14 Tage nicht überschreiten. Entsprechend der jeweiligen Projektsituation fanden die Messungen im Abstand von zwei Wochen oder in kürzeren Intervallen statt. Regelmäßige Messungen in den Wintermonaten erfolgten erst ab dem Jahr 2015. Die Lücken in den Messreihen ab 2015 entstanden meist witterungsbedingt, z.B. verhinderte ein Sturm am 11.01.2019 das Begehen der Waldgebiete.

Neben den gemessenen Wasserständen fließen auch phänologische Beobachtungen in die Dokumentation ein. Vor allem im Frühjahr und Herbst beeinflussen der Austrieb der Vegetation bzw. der Laubfall der Birken und Zwergsträucher die Wasserstände. Eine konkrete Auswertung der Zusammenhänge zwischen der Vegetation und den Moorwasserständen ist nach 7 Jahren noch nicht möglich.

Die Zeitpunkte der Maßnahmenumsetzung in den Teilbereichen des Moores spielen eine Rolle, da bei den MWM Veränderungen der Wasserstände erwartet werden.

3 Auswertung

In der Auswertung finden einfache statistische Berechnungen Anwendung. Die Berechnung der Korrelationen und Box-Whisker-Plots übernahm Frau Tina Opitz von der TU Freiberg mit dem Programm Statgraphics 18.

Das noch laufende Jahr 2020 ist nicht in die Auswertung einbezogen. Die erhobenen Daten der ersten drei Quartale würden einen Vergleich zu den vorangegangenen Jahren verzerren.

3.1 Wetterdaten

Da für alle MWM die gleichen Wetterdaten verwendet werden, ist zu Beginn der Auswertungen eine Übersicht über den Witterungsverlauf zu geben.

Um eine Abhängigkeit aller Moorwasserstände von den Niederschlägen zu ermitteln, wurden die Daten von der nahegelegenen Niederschlags-Messstation des Deutschen Wetterdienstes (DWD) Marienberg-Reitzenhain bezogen. Die Station befindet sich etwa 2 km südöstlich der Stengelhaide.

Die nächstgelegene vollwertige Wetterstation steht am Rand der Stadt Marienberg etwa 11 km nordwestlich des Moores.

3.1.1 Niederschläge

Das nachfolgende Diagramm zeigt den durchschnittlichen Jahresniederschlag der Jahre 1987 bis 2010 und die Jahresniederschläge der Folgejahre. Ein Durchschnitt der früheren Jahre lässt sich nicht ermitteln, da die Messungen in Reitzenhain bis 1986 nicht kontinuierlich erfolgten.

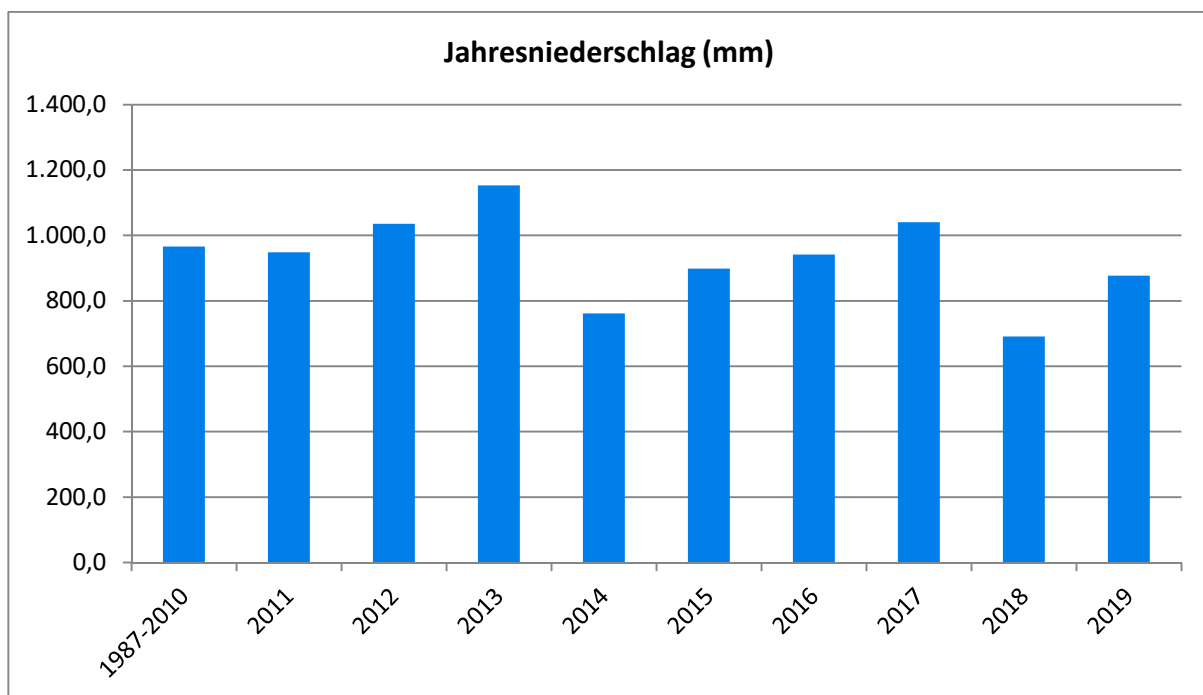


Abbildung 3 Jahresniederschläge der Station Marienberg-Reitzenhain (Quelle: Deutscher Wetterdienst)

Um eine Übersicht über die Verteilung der Niederschläge über das Jahr zu bekommen, können die Monatswerte herangezogen werden.

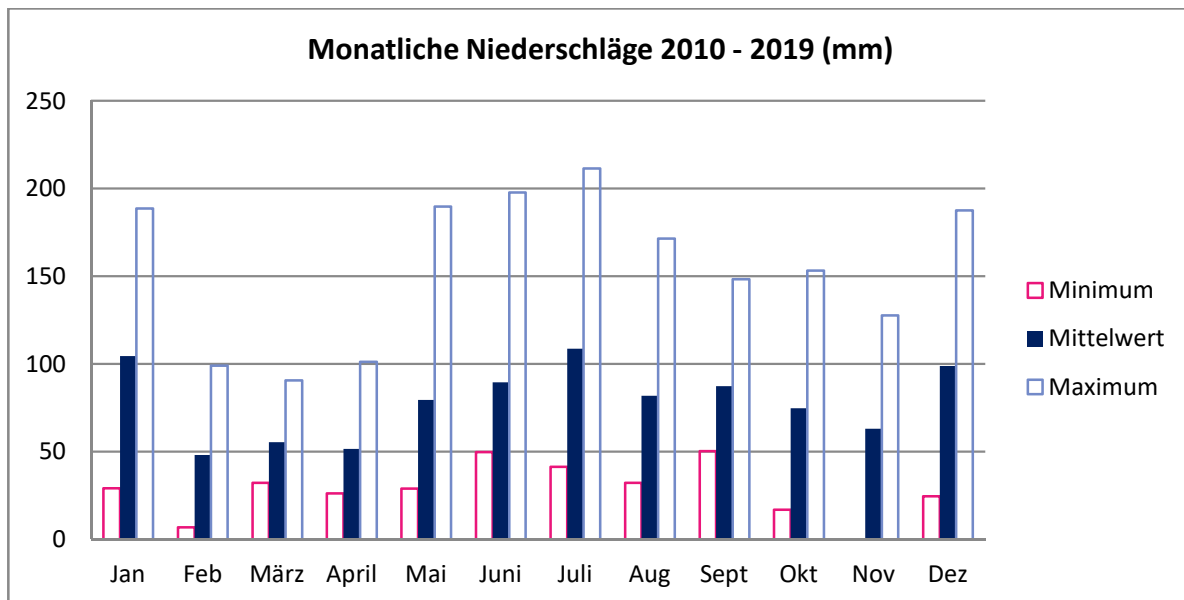


Abbildung 4 Monatsniederschläge der Station Marienberg-Reitzenhain (Quelle: Deutscher Wetterdienst)

In dem Diagramm für die letzten 10 Jahre wird deutlich, dass es in den Monaten Februar bis April nur wenige Niederschläge gab. Teilweise wird dieses Defizit durch die Schneeschmelze ausgeglichen. Allerdings nehmen entsprechend der eigenen Beobachtungen vor Ort die Niederschläge als Schnee seit einigen Jahren ab.

Alle Messstellen reagieren positiv auf Niederschläge mit einem Anstieg des Wasserstandes. Dabei kommt es zu unterschiedlichen zeitlichen Verzögerungen des Anstiegs der Wasserstände in den einzelnen MWM, die jedoch kein eindeutiges Muster aufweisen. Da eine Erklärung nur hypothetisch und nicht belegbar ist, soll an dieser Stelle darauf verzichtet werden.

Die Korrelation der absoluten Moorwasserstände aller Messstellen verläuft positiv mit dem Niederschlag seit der vorhergehenden Messung (Spearman's Rangkorrelation: $p = 0$ für alle). In der nachfolgenden Abbildung 5 ist dies beispielhaft für MWM 2 dargestellt.

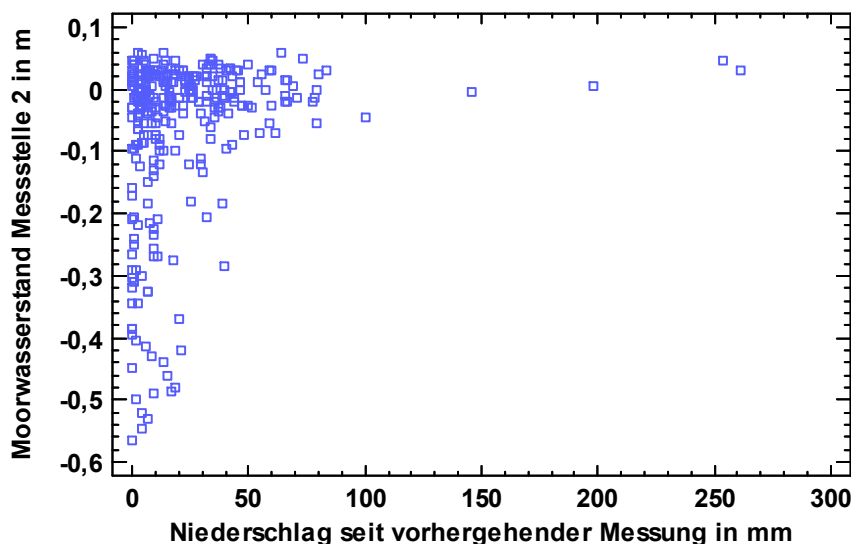


Abbildung 5 Moorwasserstand der MWM 2 in Abhängigkeit vom Niederschlag, der jeweils zwischen zwei Messungen (Januar 2013 bis Juni 2020) fiel.

Die auch bei WENDEL (2010) erwähnten Nebelniederschläge fanden wie der kaum messbare Tau keine Berücksichtigung in den Berechnungen. Der Tau wäre möglicherweise eine relevante Größe, wird aber meist von der Kraut- und Mooschicht absorbiert.

3.1.2 Temperatur

Da in Reitzenhain nur die Niederschläge gemessen werden, müssen für die Darstellung der Temperaturwerte die Daten der nächstgelegenen Wetterstation Marienberg herangezogen werden. Diese Station liegt nördlich des Moores und ca. 120 m tiefer. Aus diesem Grund spiegeln die Werte nicht die reelle Temperatur der Stengelhaide wider. Empirische Beobachtungen ergaben, dass es in der Stengelhaide durchschnittlich 2 Grad Celsius kühler als in Marienberg ist, Inversionswetterlagen ausgenommen.

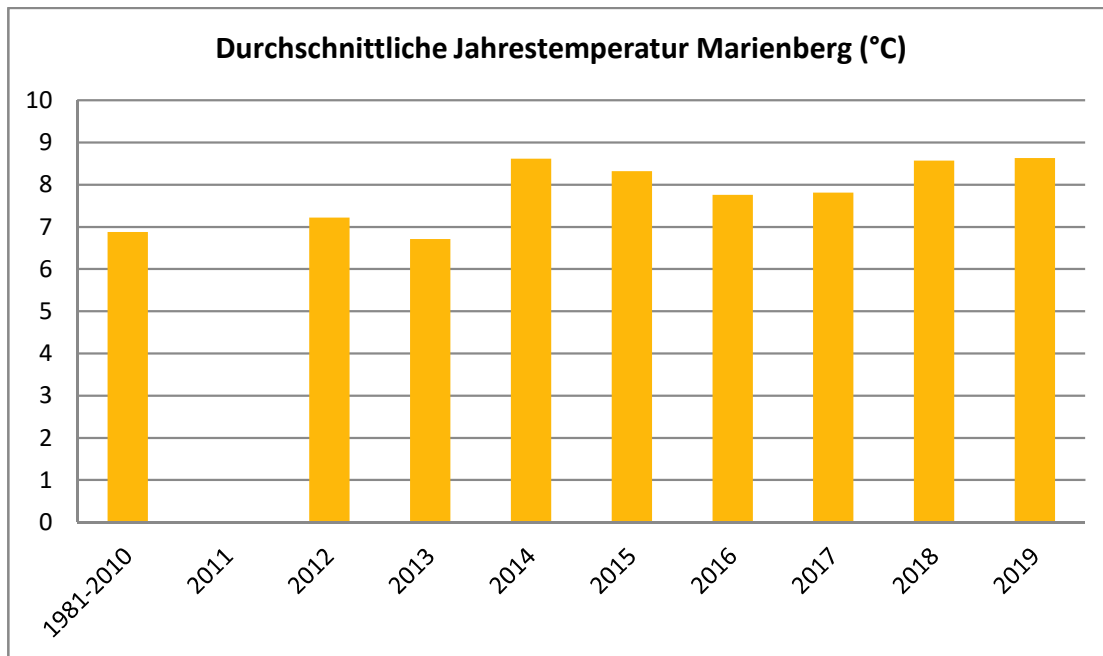


Abbildung 6 Durchschnittliche Jahrestemperatur der Station Marienberg (Quelle: Deutscher Wetterdienst)

In den Jahreswerten weist der Deutsche Wetterdienst für die Jahre 1996 und 2001 Fehldaten aus. Aus diesem Grund ist der Durchschnitt 1981-2010 nicht vollständig zu werten. Ebenso fehlt die Angabe für das Jahr 2011 in dem Diagramm (Fehldaten des DWD).

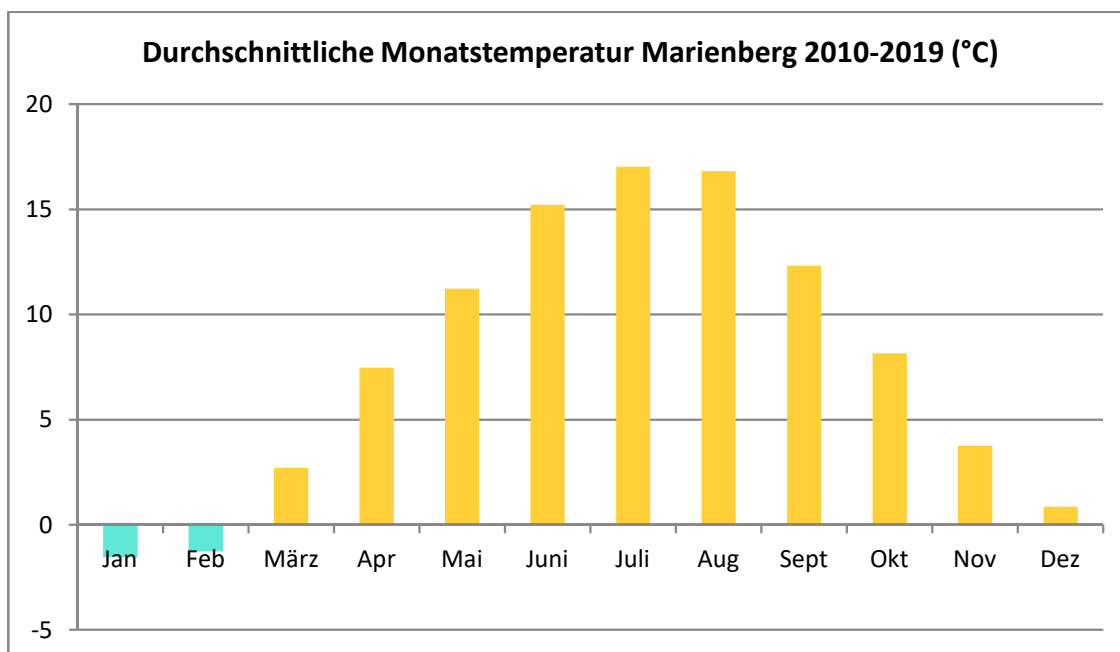


Abbildung 7 Durchschnittliche Monatstemperatur für Marienberg (Quelle: Deutscher Wetterdienst)

Der Durchschnittswert für den Monat Juni ist ohne das Jahr 2011 berechnet. Für diesen Monat stellt der Deutsche Wetterdienst keine Werte zur Verfügung.

Die Temperaturen spielen für die Wasserstände insofern eine Rolle, da sie die Verdunstung des Bodens und der Vegetation beeinflussen. Natürlich zeigen die Durchschnittstemperaturen nicht die Extremwerte an. Im nahegelegenen Kühnhaide werden selbst in den Sommermonaten einzelne Nächte mit Bodenfrost verzeichnet (www.wetter-kuehnhaide.de).

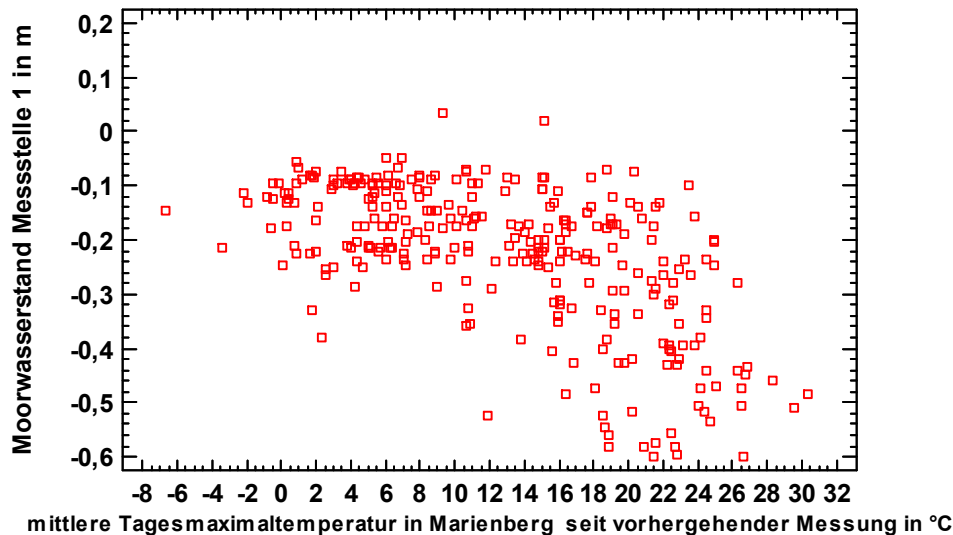


Abbildung 8 Moorwasserstand der MWM 1 in Abhängigkeit von der mittleren Tagesmaximaltemperatur in Marienberg jeweils seit der vorhergehenden Messung (Januar 2013 bis Juni 2020).

Zwischen der mittleren Tagesmaximaltemperatur von Marienberg zwischen zwei Messungen und den Moorwasserständen aller Messstellen ergaben sich negative Korrelationen (Spearman's Rangkorrelation: $\rho = 0$ für alle). Abbildung 8 zeigt diesen Zusammenhang beispielhaft für Moorwassermessstelle 1.

Weitere Wetterdaten wie z.B. mittlere Windgeschwindigkeiten, relative Feuchte und Bodentemperatur wurden nicht in die Auswertung einbezogen. Die Daten der Station Marienberg spiegeln nicht die konkrete Situation in der Stengelhaide wider. Selbst in dem Moor unterscheiden sich die Standorte der MWM hinsichtlich der Lage in unterschiedlichen Vegetationstypen und/oder der Beschattung.

3.2 Wasserstände

3.2.1 Messstellen 1 bis 4

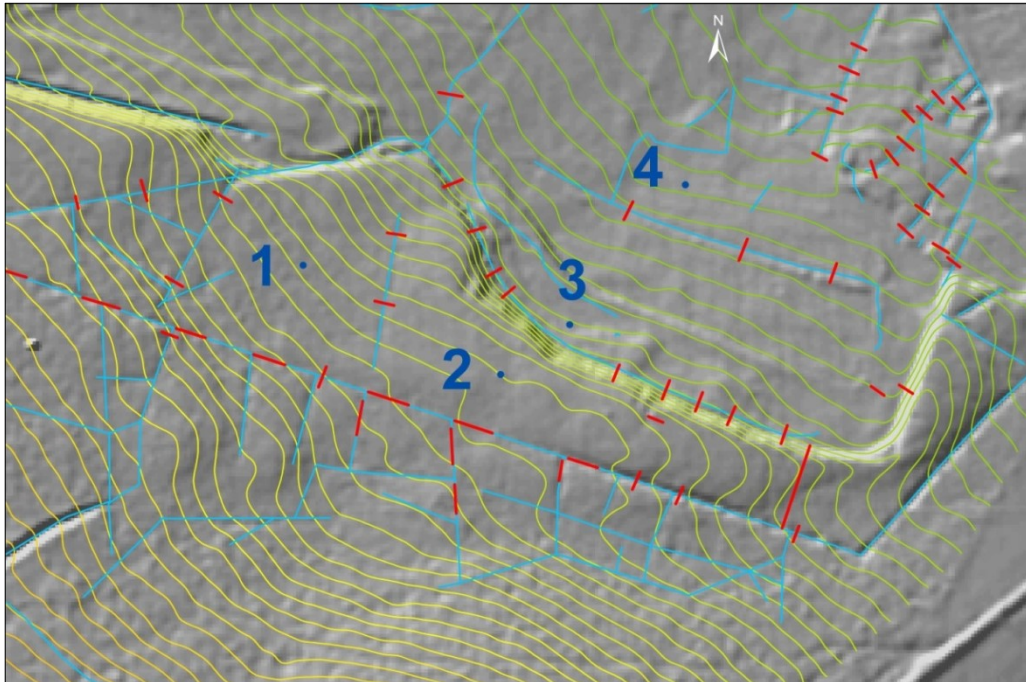


Abbildung 9 Lage der MWM 1 bis 4 (DGM2: GEOSN Sachsen)

Während die MWM 1 und 2 im Fichten-Moorwald mit ca. 2 m Torfauflage liegen, befindet sich MWM 3 nördlich der Torfstichkante mit einem Graben. Dort beträgt die Torfmächtigkeit lediglich 0,55 m. Zwischen der MWM 3 und 4 beeinflussen eine weitere Torfstichkante und ein Graben das Wasserregime. Das Wassereinzugsgebiet liegt südwestlich dieser vier Messstellen. Rot dargestellt sind die Maßnahmen, die seit 2014 das Wasser in den verbliebenen Torfkörper und die Torfstichbereiche leiten.

Projektbedingt begannen die Messungen der Wasserstände dieser MWM nur ein Jahr vor der Realisierung der Maßnahmen im östlichen Teil der Stengelhaide.

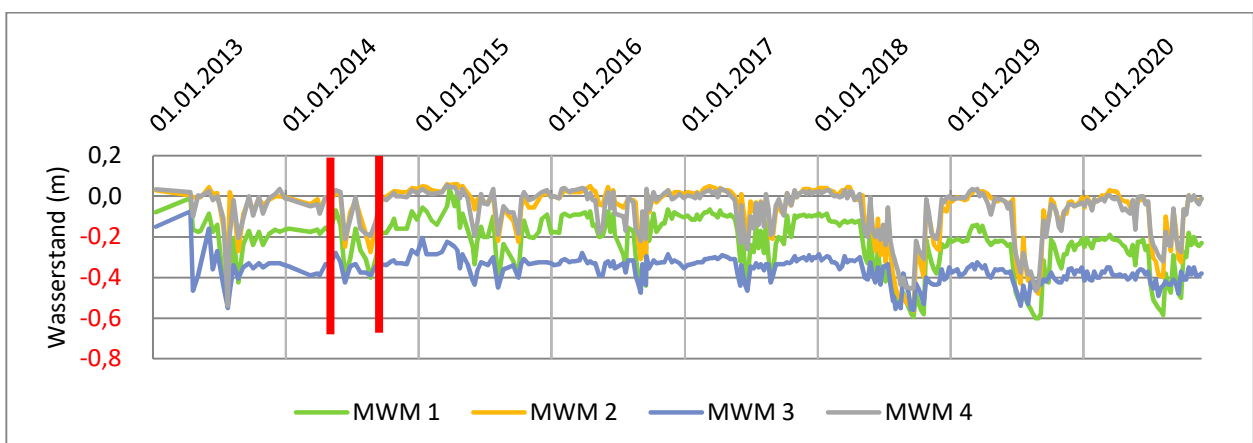
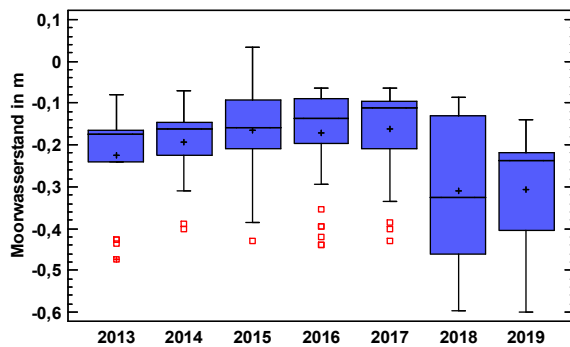
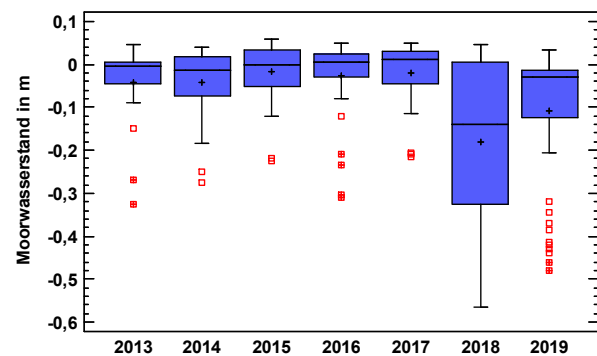
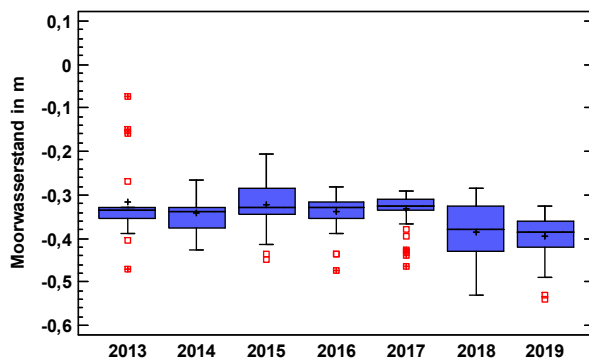
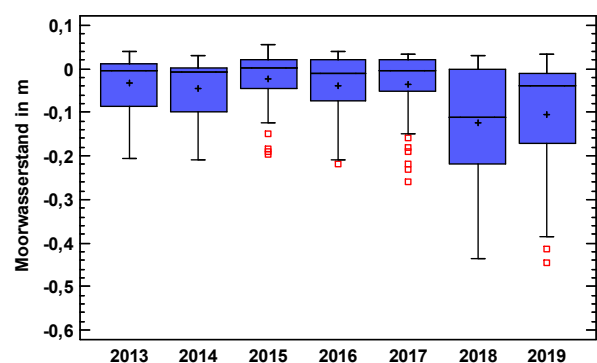


Abbildung 10 Verlauf der Wasserstände der MWM 1 bis 4 (rot - Realisierung von Maßnahmen)

Das oben stehende Diagramm zeigt die Wasserstände für den gesamten Zeitraum der Messungen. Deutlich erkennbar ist das jährliche Absinken des Wassers in den Sommermonaten. Während die MWM 1, 2 und 4 einen ähnlichen Verlauf der Kurven besitzen, weicht MWM 3 in den absoluten Werten und mit einem gleichmäßigeren Kurvenverlauf ab.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Box-Whisker-Plots für die MWM 1 - MWM 4. Die Mittellinie in jeder Box zeigt die Lage des Stichprobenmedians an. Die Plus-Zeichen kennzeichnen die Lage der Stichprobenmittelwerte. Die Ausläufer (Whisker) reichen von der Box bis zum kleinsten bzw. größten Wert jeder Stichprobe, mit Ausnahme von außen oder weit außen liegenden Punkten, welche separat dargestellt werden. Außen liegende Punkte sind solche, die sich mehr als 1,5 Quartilsabstände unterhalb oder oberhalb der Box befinden, sie werden als kleine Quadrate dargestellt. Weit außen liegende Punkte sind solche, die sich mehr als 3,0 Quartilsabstände unterhalb oder oberhalb der Box befinden, sie werden als kleine Quadrate innen mit einem Plus-Zeichen dargestellt. Das Vorhandensein von weit außen liegenden Punkten deutet auf Ausreißer oder eine stark schiefe Verteilung hin.

Abbildung 11 Box-Whisker-Plot der **MWM 1**Abbildung 12 Box-Whisker-Plot der **MWM 2**Abbildung 13 Box-Whisker-Plot der **MWM 3**Abbildung 14 Box-Whisker-Plot der **MWM 4**

Die für diese MWM relevanten Maßnahmen zum Wasserrückhalt und der Wiederanbindung des Wassereinzugsgebietes fanden im Jahr 2014 statt. Vor allem das teilweise Verfüllen des südlichen Grabens im Herbst 2014 sollte sich positiv auf das Wasserregime des verbliebenen Torfkörpers und die nördlichen Torfstichbereiche auswirken.

Für die MWM 1 bis 4 wird unabhängig von den absoluten Werten ein positiver Trend bis zum Jahr 2017 deutlich. Auffälliger reagieren die MWM 1 und 2 auf die Maßnahmen im südlichen Randgraben. Bedingt durch das Mikrorelief verteilt sich das Wasser hier günstiger im Torfkörper als in den anderen Bereichen. Das Jahr 2018 unterbricht den positiven Trend auf Grund der geringeren Niederschläge. Das entstandene Wasserdefizit konnte durch die Niederschläge des Jahres 2019 nicht ausgeglichen werden. Im Jahr 2019 waren die Niederschläge ebenfalls über das Jahr ungünstig verteilt.

Die MWM 3 fällt auch im Vergleich mit den MWM 5 bis 10 durch niedrige Wasserstände auf. Die Lage unterhalb von einer Torfstichkante und einem angestauten Graben kann diese tiefen Werte nicht erklären. Möglich wäre hier eine Erklärung für die dauerhaft niedrigen Werte durch die Vegetationsentwicklung. Das Wachstum der Fichten und die flächige Sukzession mit Birken bedeutet, dass die Pflanzen einerseits von dem höheren Wasserangebot profitieren und andererseits sehr viel Wasser verbrauchen.

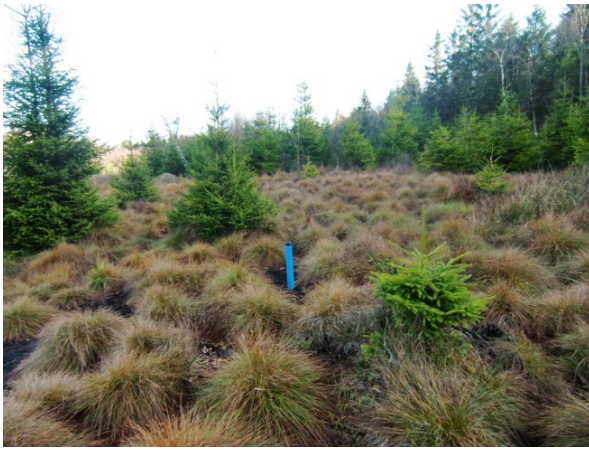


Abbildung 15 MWM 3 -Einbau November 2012
(Foto: A. Haupt)



Abbildung 16 MWM 3 im August 2020
(Foto: A. Haupt)

Um den Einfluss der zunehmenden Bewaldung dieses Standortes auf die Wasserstände quantitativ darstellen zu können, wären weitere umfangreiche Messungen, z.B. der Evapotranspiration, notwendig.

Auf der untersten Torfstichsohle und am weitesten entfernt von den Maßnahmen befindet sich die MWM 4. Trotz der Entfernung zu dem angestauten südlichen Randgraben reagieren die Wasserstände positiv. Ein direkter Vergleich mit den MWM 1 und 2 sollte dennoch nicht gezogen werden, da die MWM 4 im reinen mineralischen Boden steht.

3.2.2 Messstellen 5 bis 7

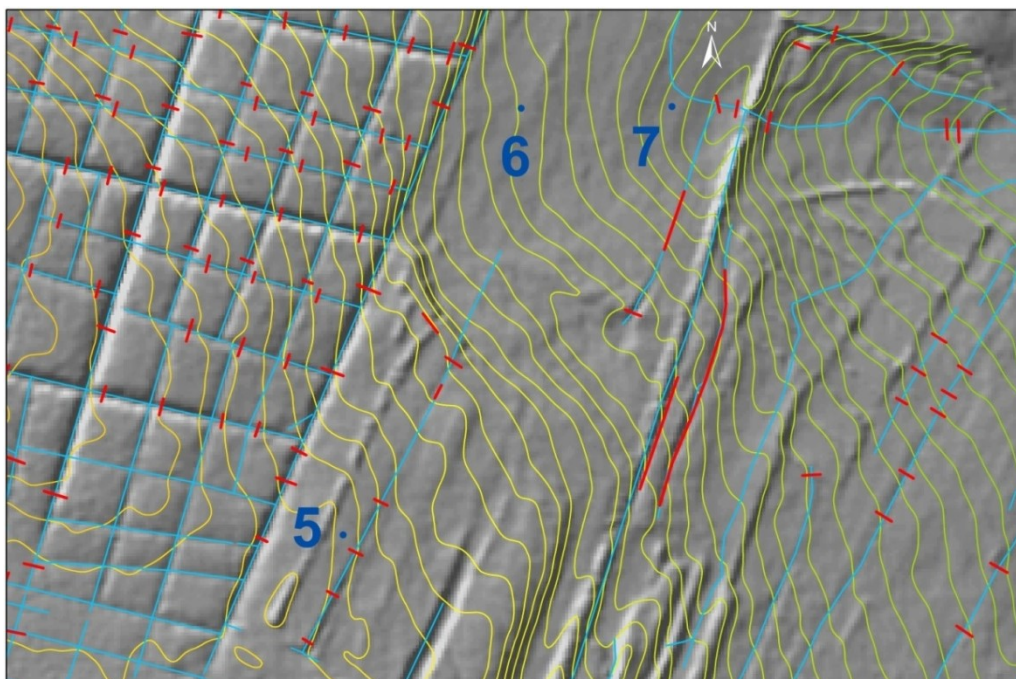


Abbildung 17 Lage der MWM 5 bis 7 (DGM2: GEOSN Sachsen)

Die MWM 5 liegt im südlichen mittleren Teil der Stengelhaide. Der dort stattgefunden Torfabbau hinterließ eine Resttorfauflage mit einer durchschnittlichen Höhe von 1 m. Westlich der MWM 5 befindet sich ein Wall aus der Zeit des Torfabbaus. Bei den MWM 6 und 7 ist kein Torf vorhanden, jedoch zeigt die Vegetation Initialen der Mooreneubildung. Entsprechend der von Hydroconsult GmbH (2009) berechneten Profildurchflüsse liegen die MWM 6 und 7 in einer der Hauptabflussbahnen des Moores. Das Wassereinzugsgebiet für die drei MWM befindet sich südwestlich davon.

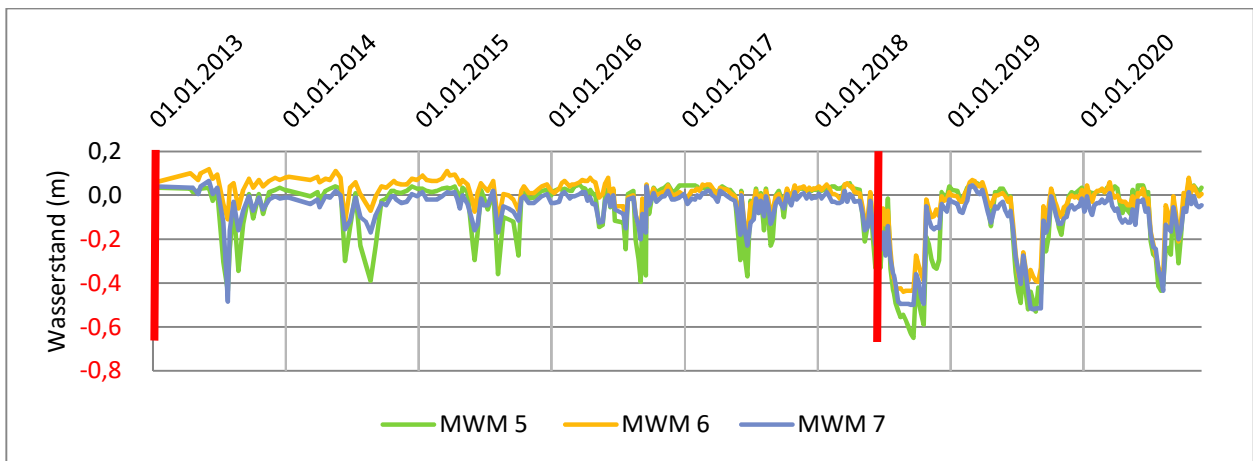


Abbildung 18 Verlauf der Wasserstände der MWM 5 bis 7 (rot - Realisierung von Maßnahmen)

Das vorhergehende Diagramm zeigt die Wasserstände für den gesamten Zeitraum der Messungen. Im Jahr 2013 fällt der kurzzeitige sehr tiefe Wasserstand der MWM 7 auf. Wenige Tage vorher kam es zu einem Durchbruch des tiefer gelegenen Mönchs am etwa 100 m entfernten Forststeig. Insgesamt zeigen die MWM 5, 6 und 7 einen ähnlichen Verlauf der Kurven. Bei der MWM 5 ist zu sehen, dass die Wasserstände die größten Schwankungen nach unten aufweisen. Die Maßnahmen des Jahres 2018 im Wassereinzugsgebiet dieser MWM sind in Bezug auf die absoluten Werte der Wasserstände noch nicht eindeutig messbar. Der seit 2018 anscheinend positive Trend könnte verschiedenartig interpretiert werden.

Die Erklärung zu den Box-Whisker-Plots ist in Kapitel 3.2.1 zu finden.

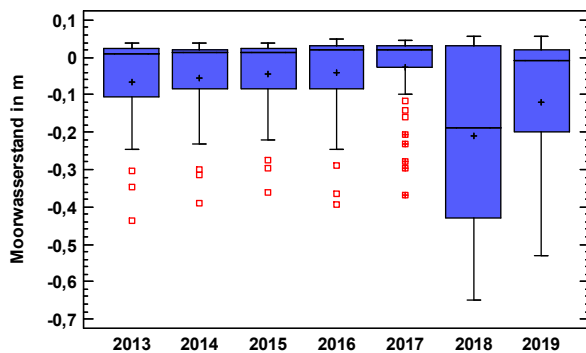


Abbildung 19 Box-Whisker-Plot der **MWM 5**

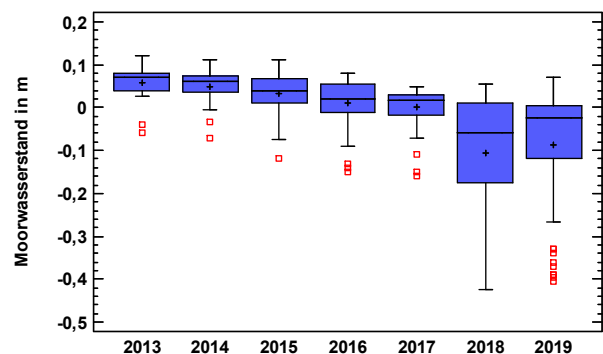


Abbildung 20 Box-Whisker-Plot der **MWM 6**

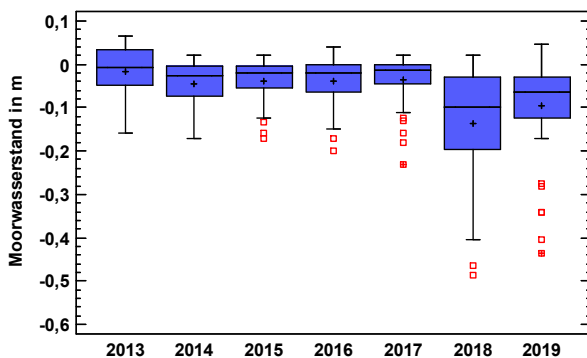


Abbildung 21 Box-Whisker-Plot der **MWM 7**

Östlich der MWM 5 konnten die Revitalisierungsmaßnahmen bereits 2012/13 realisiert werden. Die Umsetzung der Maßnahmen im westlichen Teil der Stengelhaide fand erst 2018 statt. Vor allem mit der Anbindung des westlichen Wassereinzugsgebietes und der Unterbrechung der konzentrierten Abflüsse

in den unterschiedlich tiefen Gräben sollten die Wasserstände dieser MWM langfristig positiv beeinflusst werden.

Wie bei den MWM 1 bis 4 zeigt die MWM 5 einen positiven Trend der Wasserstände bis 2017. In dem trockenen Jahr 2018 nahmen die Schwankungen der Wasserstände extrem zu. Das Jahr 2019 zeigt immer noch große Schwankungen, aber hier werden die tiefsten Werte als Ausreißer dargestellt.

Die beiden MWM 6 und 7 zeigen trotz der absoluten hohen Wasserstände einen negativen Trend. Für die MWM 6 kann bisher keine plausible Erklärung gefunden werden. Die MWM 7 liegt wie erwähnt direkt in der Abflussbahn und ist dem Durchlass unter dem Forststeig mit einem Mönch vorgelagert. Dieser Mönch ist seit 2013 undicht. Zwei vor den Mönch gebaute Anstau konnten den negativen Effekt auf die Wasserstände etwas mindern aber nicht aufheben.



Abbildung 22 Versuch der Reparatur des Mönchs 2013 (Foto: A. Haupt)

Da die Fläche mit den MWM 6 und 7 keine Gräben aufweist, können hier kaum gezielte Maßnahmen für die Anhebung der Wasserstände realisiert werden. In den letzten Jahren verfiel der Mönch immer weiter. Inzwischen ist von einer Unterspülung des Bauwerkes auszugehen. Da Wasser immer den Weg zum tiefsten Punkt findet, bleibt der Mönch im Zusammenhang mit dem Durchlass unter dem Forststeig auch weiterhin eine Schwachstelle im hydrologischen System der Stengelhaide.

3.2.3 Messstellen 8 bis 10

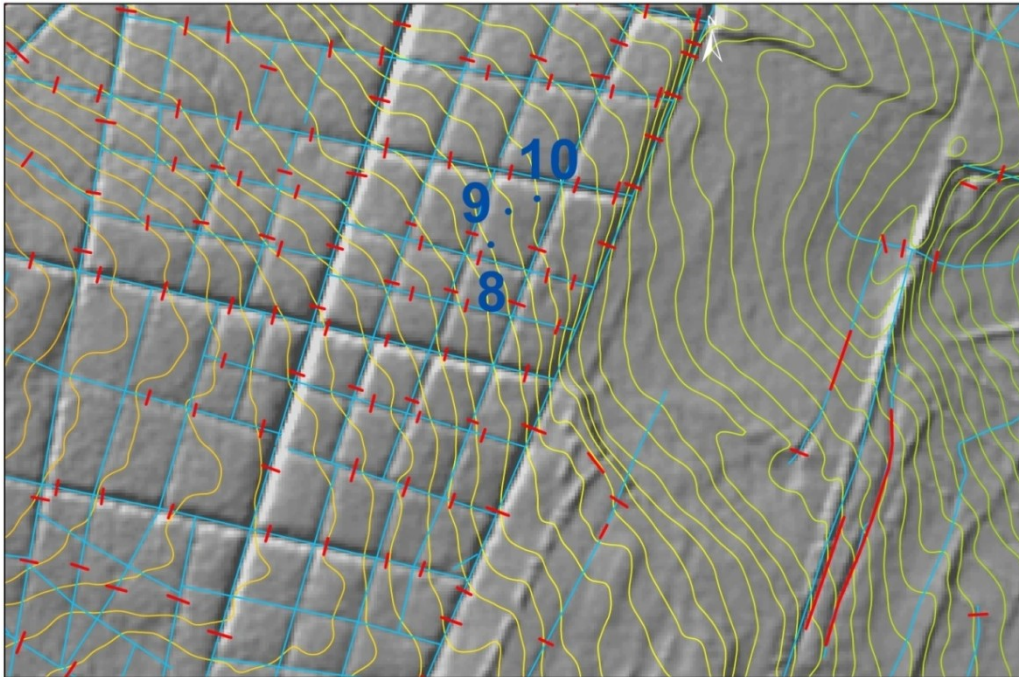


Abbildung 23 Lage der MWM 8 bis 10 (DGM2: GEOSN Sachsen)

Die MWM 8 bis 10 befinden sich im westlichen Teil der Stengelhaide, in dem kein Torf abgebaut wurde. Entsprechend der Anlage der Gräben weist dieser Teil des Moores eine sogenannte "Kissenstruktur" auf. Mit dem Einbau der Messrohre wurde versucht, die Diagonale eines solchen "Kissens" zu treffen. Das Wassereinzugsgebiet für diese MWM liegt südwestlich.

Da in dem Westteil der Stengelhaide erst 2018 die Maßnahmen realisiert wurden, zeigen das unten stehende Diagramm und die später folgenden Box-Whisker-Plots überwiegend den Zustand mit der aktiven Entwässerung bis April 2018. Der Bau aller Anstau in dem westlichen Teil fiel in das trockene Jahr 2018.

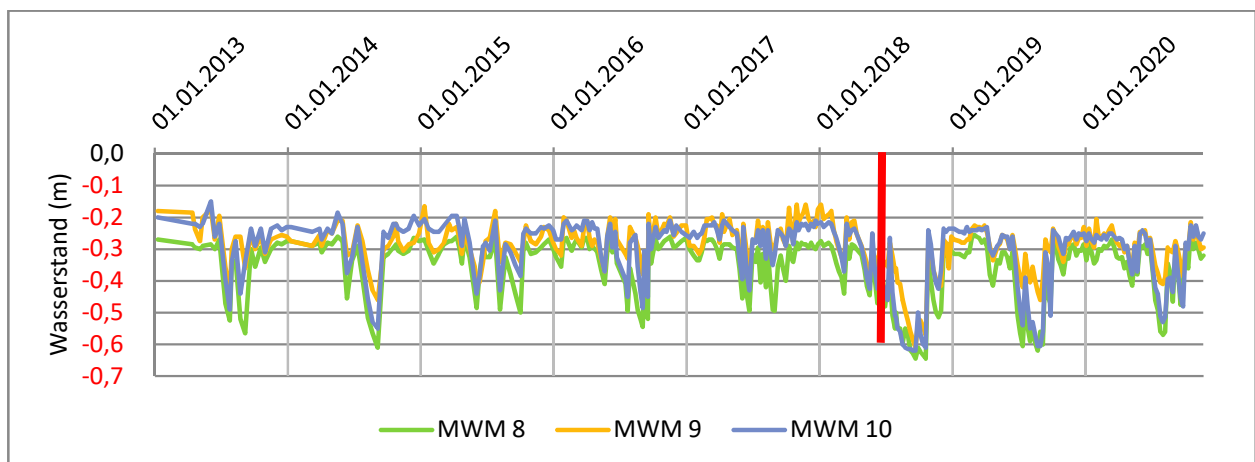


Abbildung 24 Verlauf der Wasserstände der MWM 8 bis 10 (rot - Realisierung von Maßnahmen)

Die Abbildung 24 zeigt die Wasserstände für den gesamten Zeitraum der Messungen. Erkennbar ist das Fallen der Wasserstände ab dem späten Frühjahr und im Sommer. Insgesamt ist der Wasserstand der MWM 8 niedriger als der MWM 9 und 10. Da die Niederschläge der Jahre 2018 und 2019 deutlich geringer als in den Vorjahren ausfielen, konnten sich die Maßnahmen des Jahres 2018 noch nicht mess- und sichtbar auswirken.

Die Erklärung zu den Box-Whisker-Plots ist in Kapitel 3.2.1 zu finden.

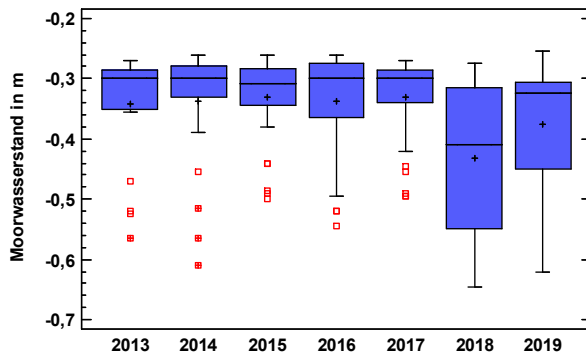


Abbildung 25 Box-Whisker-Plot der **MWM 8**

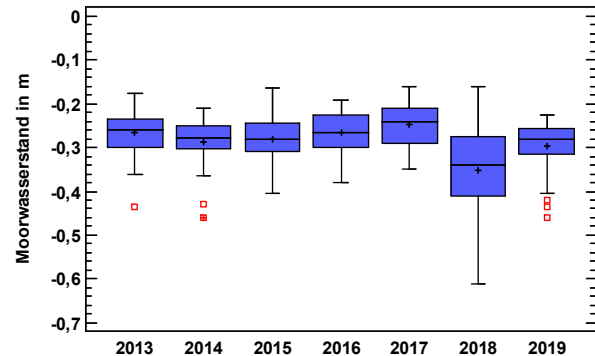


Abbildung 26 Box-Whisker-Plot der **MWM 9**

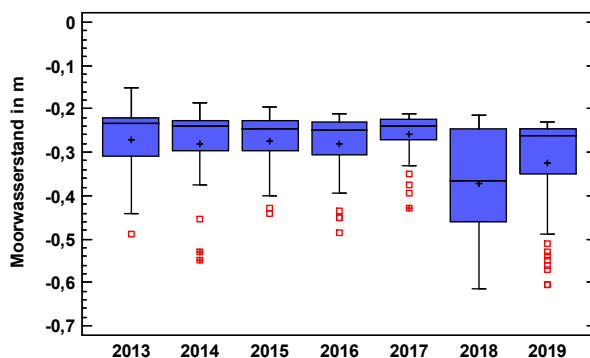


Abbildung 27 Box-Whisker-Plot der **MWM 10**

Für die MWM 8 bis 10 war vor 2017 kein eindeutiger Trend erkennbar. Innerhalb dieser Gruppe weist MWM 9 den stabilsten Wasserstand mit den wenigsten Ausreißern auf. Die MWM 8 liegt im oberen Teil der Fläche und soll durch zwei Anstau direkt beeinflusst werden. Im unteren Teil der Fläche befindet sich MWM 10, die durch das höhere Wasserangebot aus dem oberen Teil und den Rückstau einer Maßnahme profitieren soll. Die MWM 9 ist dagegen abhängig vom Zustrom aus der Richtung Südwest und dem Rückstau aus Nordost.

Da die Realisierung der Maßnahmen in dem Bereich dieser Messstellen mit dem Beginn der Trockenperiode 2018 zusammenfiel und auch die Jahre 2019 und 2020 geringere Niederschläge als die Vorjahre hatten, können zur Zeit noch keine Aussagen über die Wirksamkeit der Maßnahmen getroffen werden.

4 Fortführung des Monitorings

Wie die vorangegangenen Ausführungen zeigen, ist der Zeitraum der Messungen mit sieben Jahren für eindeutige Aussagen zu kurz. Ungünstige Witterungsverläufe in den einzelnen Jahren beeinflussen sehr stark die jeweiligen Wasserstände und deren Auswertung. Aus diesem Grund sollten die Messungen in der Stengelhaide längerfristig fortgeführt werden. Entsprechend der vorhandenen Kapazitäten wäre das Messintervall auf einwöchig bis 14-tägig festzulegen.

Für die nicht erklärbaren absoluten Werte der MWM 3 wird die Einrichtung einer mehrere Meter entfernten parallelen Messstelle vorgeschlagen. In der jetzigen Versuchsanordnung wurde vielleicht ein Standort im Torf/Ton getroffen, der nicht repräsentativ für diese Teilfläche des Moores ist.

Unabhängig von den Werten und dem Trend der Wasserstände der MWM 6 und 7 ist für den Durchlass unter dem Forststeig und den Mönch eine bautechnische Alternative zu finden. Dieser Schwachpunkt für die Wasserdynamik im Moor wirkt sich sehr weit in die Fläche aus.

Im Westteil der Stengelhaide befinden sich drei MWM, die nur einen kleinen Teil des Bereiches repräsentieren. Die zusätzliche Installation von maximal drei weiteren MWM z.B. in der Nähe der südlichen Wasserscheide wäre wünschenswert. Während der Realisierung der Maßnahmen in dem trockenen Jahr 2018 konnte ein rasanter Anstieg des Wassers in den Gräben beobachtet werden.



Abbildung 28 Verlandende Wasserfläche eines Staus auf der Wasserscheide zwei Jahre nach dem Bau
(Foto: A. Haupt)

Mit einer vergleichenden Arbeit wäre es vielleicht möglich, den Einfluss der unterschiedlichen Vegetationsstrukturen auf die einzelnen MWM zu untersuchen.

Der Aufbau einer separaten Wetterstation in der Stengelhaide wurde 2002 aus unterschiedlichen Gründen verworfen. Die Weiterentwicklung der Messtechnik und vor allem der Stromversorgung macht es vielleicht möglich, den Gedanken wieder aufzugreifen und in die Realität umzusetzen.

5 Zusammenfassung

Seit dem Jahr 2013 werden regelmäßige Messungen der Moorwasserstände in der Stengelhaide durchgeführt. Anhand der Lage der zehn Messstellen ist eine Gruppierung möglich: östliche, mittlere und westliche Stengelhaide. Die Standorte der MWM wurden abhängig von durchgeführten und durchzuführenden Maßnahmen zur Wiedervernässung ausgewählt.

Die erste Auswertung der erhobenen Daten zeigt, dass alle MWM auf Niederschläge und Temperatur reagieren. Die Korrelation zwischen den Wasserständen und den Niederschlägen verläuft positiv, die Korrelation zwischen den Wasserständen und der mittleren Tagesmaximaltemperatur negativ.

Weitere Wetterdaten konnten im Zusammenhang mit den MWM nicht ausgewertet werden, da die Werte der 11 km entfernten Station in Marienberg nicht für das Moor Stengelhaide zutreffen. Die Station Reitzenhain wurde nur für die Messung der Niederschläge eingerichtet.

Bei den MWM 1 bis 5 ist eine positive Veränderung der Wasserstände nach der Realisierung von hydrologischen Maßnahmen bis zum Jahr 2017 erkennbar. Dieser Trend wird durch die trockenen Jahre 2018 und 2019 unterbrochen. Die durchgeführten Maßnahmen der Wiedervernässung im westlichen Teil der Stengelhaide sollten sich ebenso positiv auf die MWM 6 bis 10 auswirken. Die erwähnten trockenen Jahre verhinderten bisher eine positive Reaktion der Wasserstände.

Um sichere Aussagen über die Wirksamkeit der hydrologischen Maßnahmen in der Stengelhaide treffen zu können, ist das Monitoring der Moorwasser-Messstellen langfristig fortzuführen.

6 Literatur

- BUFKOVÁ, I. ET AL. 2010. Restoration of drained mires (Šumava National Park, Czech Republic). Proceedings 7th European Conference on Ecological Restoration. Avignon, France, 23-27/08/2010
- EDOM, F., KESSLER, K., STEGMANN, H., WENDEL, D., DITTRICH, I. & MÜNCH, A. (2009): Hydrologisches und moorkundliches Gutachten zur Konkretisierung von Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen für das Moor Stengelhaide im FFH-Gebiet „Mothäuser-Heide“. Im Auftrag des LfULG, Dr. Dittrich & Partner Hydro-Consult GmbH Bannewitz & HYDROTELM - Frank Edom Dresden, 75 S. & 20 Anlagen.
- HAUPT, A., SOVA, P., POLÁKOVÁ, S., MARHOUL, P., ZÝVAL, V., BENEDIKTOVÁ, V., ČÍŽEK, O. (2015): Revitalisierung der Moore zwischen Reitzenhain und Kalek im Erzgebirge mit Know how Transfer. Projektbericht des Naturparks "Erzgebirge/Vogtland", Schlettau. 119 S. & Anlagen
- KESSLER, K.; EDOM, F.; STEGMANN, H.; DITTRICH, I.; (2010): Grundlagen zur Hydromorphologie und Stratigraphie im deutschen Teil des EU-Ziel3-Projektgebietes „Moore bei Satzung“, Auftraggeber: Landesdirektion Chemnitz, unveröffentlichter Zwischenbericht
- ROST, G. & HEMPEL, H. (1947): Gutachten über das Torfvorkommen „Stengelhaide“ bei Kühnhaide, Kreis Marienberg. Deutsche Geologische Landesanstalt, Zweigst. Freiberg.
- SCHINDLER, T., WENDEL, D., LANDGRAF, K., RICHTER, F., SCHIMKAT, J., LORENZ, J., STOLZENBURG, U., EDOM, F., BAUMANN, M., MÜLLER, F., GRASSEL, A., WENDT, U., (2008): FFH- Managementplan SCI DE 5345-302 „Mothäuser Heide“ im Auftrag des LfULG Freiberg. 307 S., 27 Anlagen
- SCHMIDT, P.A.; HUNGER, W. & EDOM, F. (1992): Gutachten zur ökologischen Situation, Regenerationsfähigkeit und naturschutzorientierten Folgenutzung des Torfabbaugebietes Reitzenhain. Projektbericht der TU Dresden. 44 S. & Anl.
- ULLMANN, S. & ZINKE, P. (2002): Ergänzende hydrologische Untersuchungen zum Moorgebiet Stengelhaide/Torfwerk Reitzenhain. Zweckverband Naturpark "Erzgebirge/Vogtland“, Schlettau, 32 S. & Anl.
- WENDEL, D. (2010): Autogene Regenerationserscheinungen in erzgebirgischen Moorwäldern und deren Bedeutung für Schutz und Entwicklung der Moore. Diss., TU Dresden, Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften Tharandt.

INTERNETQUELLEN

www.dwd.de (CDC - Climate Data Center)

www.wetter-kuehnhaide.de (Statistik)