

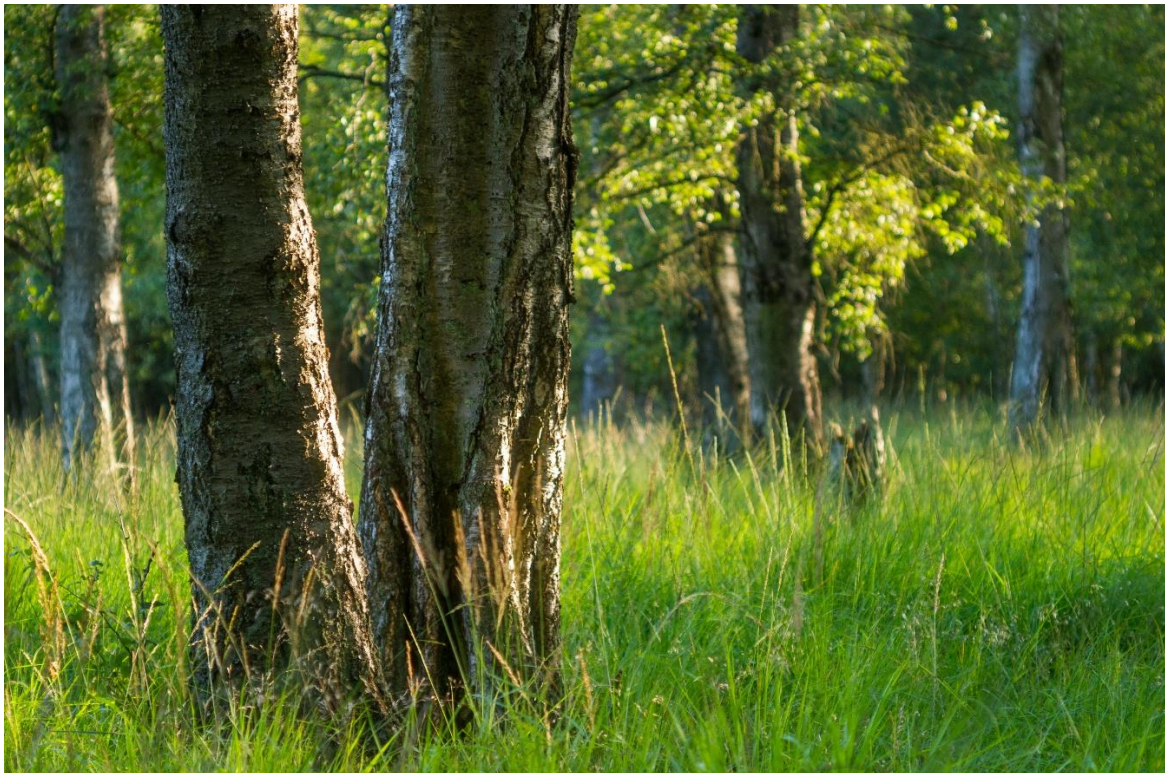


Forschung und sonstige Förderung zur klimaschonenden Landwirtschaft

Projekt „Birkenmonitoring in Waldmooren“ (BimoWa)

(Projektlaufzeit: 1.12.2024 – 30.04.2026)

gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen der Bereitstellung von Geldern für Forschung und sonstige Förderung zur klimaschonenden Landwirtschaft (Förderkennzeichen R3-28109-12347-2024)





Zitiervorschlag: Aljes, M.; Schmidt, M.; Wittenberg, A.; Küchler, P. (2026): Abschlussbericht zum Projekt „Birkenmonitoring in Waldmooren“ (BimoWa). Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt. Hann. Münden. 61 Seiten



Inhaltsverzeichnis

1. Hintergrund	5
2. Projektziele	5
3. Historische Entwicklung des Moorkomplexes Wildenkiel	7
3.1 Ziele und Methodik der Untersuchungen	7
3.2 Lage, Größe, Abgrenzung und territoriale Zugehörigkeit des Untersuchungsgebiets	7
3.3 Überblick zur Vegetationsgeschichte	8
3.4 Gebietsentwicklung seit dem 16. Jahrhundert	8
3.5 Düsteres Bruch	11
3.6 Kleines Bruch	14
4. Birkenmanagement im Moor	15
4.1 Ökologie der Moor-Birke (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.) und Sand-Birke (<i>Betula pendula</i> Roth)	15
4.2 Maßnahmen zur Regulierung von Moor- und Sandbirke auf Moorstandorten	16
5. Umsetzung von Maßnahmen zum Birkenmanagement	19
5.1 Variantenauswahl	19
5.2 Flächenauswahl	19
5.3 Durchführung (inklusive Kostenaufstellung)	20
6. Wiedervernässung „Kleines Bruch“ und „Wildenkiel Süd/Düsteres Bruch“	24
6.1 Kleines Bruch	24
6.2 Anlage einer Furt im Projektgebiet Wildenkiel Süd/Düsteres Bruch	29
7. Monitoring	30
7.1 Methoden	31
7.2 Vegetation	31
7.3 Gehölzverjüngung	35
7.4 Boden	35
7.5 Hydrologie	36
8. Ergebnisse	38
8.1 Vegetation	38
8.2 Gehölzverjüngung	45
8.3 Boden	46
8.4 Hydrologie	49
9. Diskussion	49
9.1 Maßnahmen zum Birkenmanagement	49
9.2 Maßnahmen zur Wiedervernässung	49



9.3 Monitoring.....	50
10. Empfehlungen	51
11. Zusammenfassung.....	53
Anhang	57



1. Hintergrund

In degradierten Mooren ist die Wiederherstellung der hydrologischen Zusammenhänge die Grundvoraussetzung für eine Moorentwicklung mit typischer Artenzusammensetzung und Grundwasserständen, die Torfwachstum ermöglichen. Dazu wurde im Projektgebiet, dem Moorkomplex Wildenkiel, in einem Teilbereich die standortfremde Fichtenbestockung entnommen und eine Vollverfüllung aller Entwässerungsgräben durchgeführt (Niedersächsische Landesforsten 2023). Dennoch ist bis zum Erreichen eines hydrologisch günstigen Zustandes eine mehrjährige Übergangsphase zu erwarten, während der auf dem trockenen und degradierten Oberboden der Aufwuchs von Sand- und Moor-Birke (*Betula pendula*, *B. pubescens* s. l.) sprunghaft ansteigt. Ein dichter Gehölzbewuchs wirkt sich nachteilig auf lichtliebende moortypische Arten aus, beispielsweise viele Torfmoose. Auch besitzen Birken für einen Laubbaum vergleichsweise hohe Transpirationsraten (Zimmermann et al. 2008). Daher stellt sich in vielen wiedervernässten Moorflächen die Frage nach einem geeigneten Management der aufkommenden Gehölze. Zunächst einmal gilt es jedoch die Frage zu klären, welche Beteiligung Birken historisch im Moor Wildenkiel hatten. Dies soll anhand historischer Karten, anhand von Literatur und dem Vorkommen von Gehölzresten im Torf geklärt werden. Diese Recherche bildet die Grundlage für eine Zielvorstellung der Vegetation im Moor, an der sich die Managementmaßnahmen des Birkenaufwuchses orientieren sollen.

2. Projektziele

Um das Management dem Leitbild entsprechend sowie kosteneffizient und wirksam umsetzen zu können, soll durch die Anlage eines langfristigen Monitoringsystems von Vegetation und Gehölzen auf Dauerbeobachtungsflächen der Effekt verschiedener Handlungsansätze (Beweidung, Mulchen, Vereinzeln, Sukzession zulassen) auf moortypische Arten (Zielarten) sowie die Grundwasserstände abgeleitet werden. Aufgrund bereits zahlreicher im Solling durchgeführter Renaturierungsmaßnahmen finden sich auch ältere Vergleichsflächen, in denen beispielsweise seit längerer Zeit beweidet wird oder in denen andere Maßnahmen zur Reduzierung von Birkenaufwuchs vorgenommen wurden. Über eine Literaturrecherche und die Etablierung des Monitorings sollen grundsätzliche Fragen zum Umgang mit Birken auf wiedervernässten Moorflächen je nach gewünschtem Zielzustand beantwortet werden, die sich auch auf andere Mooregebiete im Solling, weitere Regionen Niedersachsens und andere Trägerländer der NW-FVA (z. B. Hessen) übertragen lassen. Forschungsfragen sind in diesem Zusammenhang:

1. Welchen Einfluss hat das Aufkommen von Birkenverjüngung auf wiedervernässten Mooren (a) auf den Grundwasserstand und (b) auf die Zielarten im Moor?
2. Welche Maßnahmen erzielen bei möglichst geringem finanziellem und personellem Aufwand die besten Erfolge für die gewünschten Grundwasserstände und die Zielarten? In welchem Turnus müssen diese Maßnahmen erfolgen und ab wann hat sich ein den Zielen entsprechender Bestand eingestellt?
3. Sind auf unterschiedlichen Standorten (trockenere Anmoorstandorte vs. nasse Moorbereiche) unterschiedliche Ansätze notwendig?



Im Laufe des Forschungsprojekts traten weitere Fragen auf, die in den abschließenden Empfehlungen berücksichtigt werden. Diese sind:

4. Welche weiteren Maßnahmen könnten eine sinnvolle Ergänzung zu den bereits getesteten Maßnahmen sein?

5. Welche Perspektiven bestehen in Bezug auf eine Wiedervernässung weiterer Teilbereiche des Wildenkiel-Moorkomplexes?



Abbildung 1: Blick auf die verschiedenen Maßnahmenvarianten (beginnend hinter dem etwa mittig verlaufenden Forstweg „Bohlweg“) im Projektgebiet Wildenkiel Süd

3. Historische Entwicklung des Moorkomplexes Wildenkiel

3.1 Ziele und Methodik der Untersuchungen

Um Zielvorstellungen der Vegetation im Moor zu entwickeln, wurde im Rahmen des Projekts anhand historischer Quellen recherchiert, wie die Bestockung vor den Entwässerungsmaßnahmen aussah und insbesondere welche Beteiligung Birken hatten. Die Frage konnte durch die Literaturrecherche hinreichend beantwortet werden und förderte zahlreiche interessante Fakten über die wechselhafte Geschichte der Bruchstandorte im Bereich des heutigen Forstorts Wildenkiel zutage.

Die Umrechnung der in den ausgewerteten Arbeiten angegebenen historischen Maße erfolgt nach Aldefeld (1838). Wichtigste Maße sind: 1 Fuß = 28,511328 cm, 1 Ruthe (R) = 4,56181248 m, 1 Quadratruthe = 0,002083 ha, 1 Waldmorgen (WM) = 0,3335 ha.

3.2 Lage, Größe, Abgrenzung und territoriale Zugehörigkeit des Untersuchungsgebiets

Das Untersuchungsgebiet liegt etwa drei Kilometer südwestlich von Neuhaus im Solling auf ca. 360-430 m ü. NN und gehört überwiegend zum Wuchsbezirk Hoher Solling (Gauer & Kroihner, 2012). Die Abgrenzung des rund 550 ha großen Waldmoor-Komplexes Wildenkiel mit den historisch so bezeichneten Teilgebieten Düsteres Bruch, Rutenbruch, Torfbruch und Kleines Bruch (Abb. 1) erfolgt hier nach der von O. Grupe

1907/1908 bearbeiteten Geologischen Spezialkarte von Preußen, Blatt Höxter (Gruppe, 1912, Gruppe, 1929).

Einbezogen wurden alle Bereiche, die auf der Geologischen Spezialkarte von Moor-Stagnogley und Hochmoortorf (nur kleinräumig im Bereich des Torfbruchs) eingenommen wurden (Abb. 2). Grupe (1909) ordnet dieses Gebiet den „Molkenboden-Brüchern“ zu und nennt die Flurnamen Steinborn, Queckernborn, Baumgartenborn, Tünnekenborn, Schweineborn, Düsteres Bruch, Torfbruch, Rutenbruch und Kleines Bruch.

In dem hier näher betrachteten Zeitraum (16.-21. Jh.) gehörte das Untersuchungsgebiet zunächst zum Fürstentum Braunschweig-Wolfenbüttel, das im 19. Jahrhundert zum Herzogtum Braunschweig wurde. Seit 1946 ist es Teil

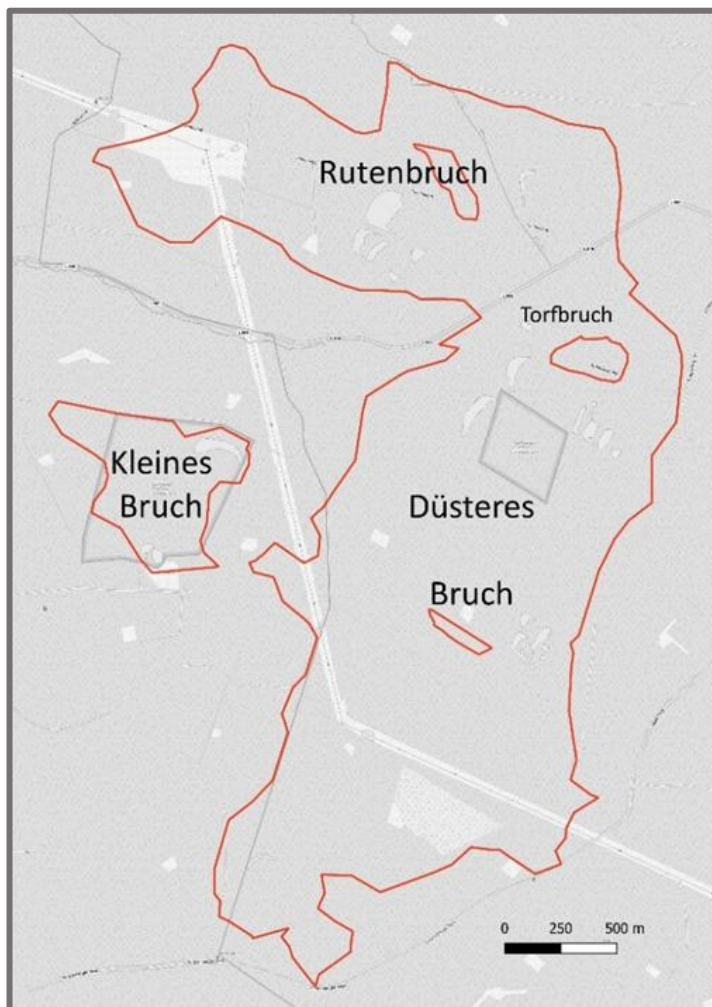


Abbildung 2: Abgrenzung des Waldmoor-Komplexes Wildenkiel (rote Umrandung) mit den Teilgebieten Düsteres Bruch, Rutenbruch, Torfbruch und Kleines Bruch nach der 1907/1908 bearbeiteten Geologischen Spezialkarte von Preußen, Blatt Höxter von 1912

des Bundeslandes Niedersachsen (Köbler



1999). Innerhalb des Fürstentums Braunschweig gehörte das Gebiet zum Amt Fürstenberg. Seit dem frühen 19. Jahrhundert war es Teil des Forstreviers Boffzen (Schulze 1836, Tacke 1943). Heute gehört das Untersuchungsgebiet zu den Revierförstereien Wildenkiel und Fürstenberg im Niedersächsischen Forstamt Neuhaus.

3.3 Überblick zur Vegetationsgeschichte

Durch ihre Fähigkeit, Pollen und Großreste von Pflanzen zu konservieren, sind Moore ein wichtiges Archiv der Vegetationsgeschichte, das mithilfe der Pollenanalyse erschlossen werden kann. Über Pollendiagramme lässt sich aus Bohrkernen, die in Mooren entnommen wurden, die regionale Vegetations- und Waldgeschichte eines Naturraums rekonstruieren. Leider liegt aus dem Waldmoorkomplex Wildenkiel selbst kein solches Pollenprofil vor, doch stehen entsprechende Daten aus benachbarten Mooren, wie dem 2,5 km entfernten Ahlequellmoor, zur Verfügung (Jahns 2005, Schlütz 2024). Damit lässt sich die Vegetationsgeschichte für die Hochlagen des Sollings sehr gut rekonstruieren.

Das Ahlequellmoor liegt östlich des Waldmoor-Komplexes Wildenkiel auf etwa 310 m ü. NN, ist vor etwa 8000 Jahren entstanden und damit älter als die bei Neuhaus und Silberborn gelegenen Hochmoore Mecklenbruch und Torfmoor (Schlütz 2024). Das Pollendiagramm zeigt, dass in der Umgebung des Moores vor etwa 7500 Jahren Eichen-Linden-Mischwälder mit Ulme und Hasel vorherrschten. Auf dem Quellmoor selbst wuchs ein Erlenbruchwald mit Kiefern. Die Kiefern wurden offenbar um 4700 v. Chr. von den Erlen verdrängt. Um 1200 v. Chr. kam es zu einem Wechsel der Moorvegetation, bei dem der Erlenbruchwald zurückging und stattdessen ein Birkenbruchwald mit Faulbaum aufkam. Torfmoosdecken zeigen die damals offenbar durch eine Klimaänderung feuchter gewordenen Bedingungen an (Jahns 2010). Ab etwa 750 v. Chr. kam die Rotbuche zur Massenausbreitung, die schon lange vorher in das Gebiet eingewandert war. Rotbuchenwälder lösten nun in kurzer Zeit die bis dahin vorherrschenden Eichen-Mischwälder ab (Schlütz 2024). Eine erste Siedlungsphase im Hochsolling kann über Siedlungszeiger unter den Pflanzen (vor allem Gräserpollen) für die Zeit ab 800-1050 n. Chr. belegt werden. Der geringe Anteil von Getreidepollen unter den Gräsern lässt vermuten, dass vor allem Weidewirtschaft betrieben wurde (Jahns 2010). Zeigerpflanzen wie Sauerampfer, Gilbweiderich oder Wiesenknöterich treten ab etwa 1750 verstärkt auf und belegen die bis heute in den Sollingtälern vorherrschende Grünlandwirtschaft. Auch der seit 1737 für den Solling belegte Fichtenanbau spiegelt sich in der letzten Phase des Pollendiagramms wider (Schlütz 2024).

3.4 Gebietsentwicklung seit dem 16. Jahrhundert

Bestockung und forstliche Nutzung

Für das ausgehende 16. Jahrhundert existieren bereits erste Forstbeschreibungen, wie die des Bergrats Erasmus Reinhold von 1588. Danach herrschten zu dieser Zeit im Solling bei Holzminden Eichen, Buchen und Birken (Sand- und Moor-Birke) vor. Darüber hinaus gab es einzelne Hainbuchen und auf Feuchtstandorten die Erle (Schwarz-Erle). Die Bestände werden als überaltert und ohne Nachwuchs beschrieben. Grund war der Verbiss durch Weidevieh (Schafe, Rinder) und Schalenwild (Rothirsch, Reh) (Tacke, 1943: 180). In der 1603 entstandenen Karte von Johannes Krabbe (Arnoldt et al. 2004) werden größere Teile des Gebiets als locker bewaldet dargestellt. Erkennbar sind die Flurbezeichnungen „Das Düsterbruch“, „Rote Bruch oder Rote Sol“ (=Rutenbruch) und „Das Lütke Bruch“ (=Kleines Bruch). Eingezeichnet ist auch die Quelle „Steinfischborn“ (Abb. 3), die über den Schmachthagengrund in die Rottmünde entwässert.



Abbildung 3: Krabbe-Karte von 1603 mit hereinprojiziertem Umriss des nach der 1907/1908 bearbeiteten Geologischen Spezialkarte von Preußen abgegrenzten Waldmoor-Komplexes Wildenkiel (rote Umrandung)

Pläne, die Bruchstandorte im Solling zu entwässern, gab es schon im 18. Jahrhundert. Dabei stand aber zunächst noch nicht die Aufforstung, sondern eine Verbesserung der Bedingungen für die Waldhute im Vordergrund. 1771 wurden im braunschweigischen Solling die Waldweiderechte auf sogenannte ständige Huteorte beschränkt, also räumlich eingegrenzt (NMELF 1996). Im damaligen Forstrevier Boffzen waren jedoch noch 1823 nur 5 % der Gesamtfläche von 2272,5 ha hutefrei (113,5 ha). 61,7 % der Wälder befanden sich in regelmäßigem Betrieb (1403 ha), waren aber „mit untergeordneter Hute belastet“. Weitere 21,7 % (492 ha) galten als „ständige Huteorte“ ohne Forstbetrieb und 11,6 % (264 ha) wurden als „wildes Bruch“ eingestuft (Tacke 1943). Leider ist eine nähere räumliche Zuordnung nicht möglich. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Kategorie

Die Eiche hat im 18. Jh. auf den Bruchstandorten nur eine sehr geringe Rolle gespielt und aufgrund der Höhenlage fruktifizierte sie kaum. Das geht u. a. aus den Beschreibungen der Sollingforsten von 1725 und 1755 hervor (Lindenberg & Schreiber 1876). Die Birke (Sand- und Moor-Birke) war um 1750 im Hochsolling hingegen bestandsbildend. Erste Versuche mit dem Anbau von Nadelbäumen (Lärche, Edeltanne, Fichte) gab es seit der Mitte des 18. Jahrhunderts. Zwischen dem Düsteren Bruch und dem Kleinen Bruch war auf der „Morgenstelle“ (Abb. 4) bereits 1746 eine Fichtenkultur von 0,95 ha (2 WM 135 R) Größe angelegt worden (Tacke 1943). Im gesamten Forstrevier Boffzen, das 1819 2236 ha umfasste, war der Anbau der Fichte bis etwa 1820 jedoch noch nicht über die ersten Versuche hinausgekommen, die aus der zweiten Hälfte des 18. Jh. stammten (Tacke 1943).

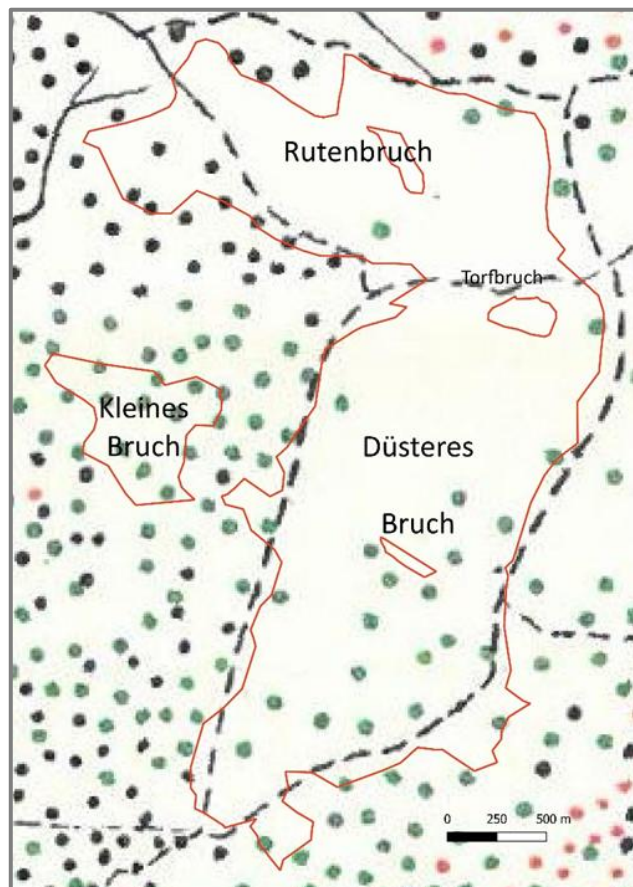


Abbildung 4: Bestockungsverhältnisse im Waldmoor-Komplex Wildenkiel um 1745 nach Tacke (1943). Grüne Punkte symbolisieren die Birke, schwarze die Eiche. Große Teile des Gebiets sind als unbestockt dargestellt.



„wildes Bruch“ vollständig und die „ständigen Huteorte“ teilweise den Moorstandorten zuzuordnen sind.

Nach der Ablösung der Waldweideberechtigungen, die bis etwa 1850 andauerte, konzentrierte sich die forstliche Arbeit im braunschweigischen Solling auf die Aufforstung der Blößen, die Entwässerung der Bruchstandorte sowie die Abschaffung der Streulaubnutzung (Tacke 1943). Erst seit ca. 1808 war der Hochwaldbetrieb eingeführt worden. Vorher wurden die Wälder plenterartig genutzt (Schulze 1836). Die Entwässerung und anschließende Aufforstung mit Fichten erfolgten seit dem frühen 19. Jahrhundert in mehreren Schritten (Tacke 1943).

Am Beginn des 19. Jahrhunderts waren nach Angaben des im damaligen Forstrevier Boffzen von 1866 bis zu seiner Pensionierung 1883 zuständigen Oberförsters Carl Heinrich Albert Schreiber (geb. 1815) die Standorte und die Baumartenzusammensetzung der Brücher im damaligen Forstrevier Boffzen noch weitgehend unverändert. Das heißt, Entwässerungsmaßnahmen und Aufforstungen hatten noch nicht in nennenswertem Umfang stattgefunden. Die Gesamtfläche der drei Teilgebiete Rutenbruch, Düsteres Bruch und Kleines Bruch gibt Schreiber mit etwa 700 Hektar an. Die Baumartenzusammensetzung bestand vorwiegend aus Birke in Mischung mit anderen Weichhölzern wie Schwarz-Erle, Faulbaum und Weide. Stellenweise kamen auch Fichte, Eiche und Rotbuche vor. Der Holzbestand war lückig und nur strichweise kamen geschlossene Partien vor. Mit der Abholzung und Entwässerung zur Aufforstung mit Fichten wurde um 1815 begonnen, und zwar offenbar im Rutenbruch. Die erste Fichtenkultur war eine Saat, auf erhöhten breiten, 4,5 m voneinander entfernten Bulten. 1836 beschreibt Schulze die Bestockung im Hochsolling als aus Birke, Erle, Eiche und Buche bestehend, „jedoch nur in einer schlechten Vegetation“. Älteren und jüngeren Fichten-Anpflanzungen bescheinigt er hingegen einen „kräftigen schönen Wuchs“. 1866 waren die Brücher im Forstrevier Boffzen bis auf einen kleinen Teil bereits komplett mit Fichten aufgeforstet worden (Lindenberg & Schreiber 1876).

1875 kamen 20- bis 60-jährige Fichten vor (demnach begründet zwischen 1815 und 1855). Die Stürme der Jahre 1868 und 1869 hatten bei den Fichten auf den Bruchstandorten großen Schaden angerichtet. So wurde der älteste, aus Saat entstandene Fichtenbestand komplett geworfen und in jüngere Bestände wurden erhebliche Lücken gerissen. Daher wurde bereits 1875 die Diskussion darüber geführt, ob die Fichte die richtige Baumart für die Bruchstandorte sei. Der bereits erwähnte Oberförster Carl Heinrich Albert Schreiber sprach sich gegen die Fichte und für Birke, Erle und Faulbaum aus: „Die der Fichte eingeräumten Flächen sind bereits sehr umfangreich und gewinnen von Jahr zu Jahr an Ausdehnung; es dürfte aber immerhin fraglich bleiben, ob unsere Nachkommen auch die erhofften hohen Erträge von der Fichte haben werden. Räumen wir der Birke unsere Brücher wieder ein, woselbst ihr von der Natur der Standort angewiesen ist, so dürften wir uns damit eines forstwirtschaftlichen Mißgriffs wohl nicht schuldig machen“. Die Birke konnte nach seinen Ausführungen als Brennholz sowie als Nutzholz für Stellmacher verkauft werden und die Verjüngung erfolgte kostenlos. Die Erle sollte in mäßiger Beimischung geduldet werden, erfriere im Gebiet aber regelmäßig und der Faulbaum sollte gefördert werden, da er zur Schießpulver-Fabrikation sehr gesucht war und gut bezahlt wurde (Lindenberg & Schreiber 1876).

Im 20. Jahrhundert war das Gebiet stark betroffen von den Windwürfen 1972 und 1976, denen überwiegend die Fichte zum Opfer fiel. In der Folgezeit wurde auf stark vernässten Böden auf die Fichtenwirtschaft, insbesondere eine künstliche Bestandesgründung verzichtet. In Teilbereichen wurde die Holzproduktion vollständig aufgegeben. Ab 1978 wurden zum Teil Hauptabzugsgräben unterbrochen, um Stauwasserflächen zu schaffen. Bis 1987 wurden auf diese Weise 30 ha Feuchtgebiete angelegt, die der Förderung und Erhaltung gefährdeter Tier- und Pflanzenarten dienen sollten (Prollius 1987).

Nachfolgend soll die Entwicklung für die einzelnen Teilgebiete beschrieben werden.

3.5 Düsteres Bruch

Das größte vermoorte Teilgebiet, dessen Ausdehnung zwischen 267 (Ziegenmeyer 1863) und 300 ha (Lindenberg & Schreiber 1876) angegeben wird, wurde 1587 als „Duster Bruch“ oder „Duester Bruch“ erwähnt und als „Moraß“ (Sumpfland, Moor) bezeichnet (Förster 1996). Nach Tacke (1943) wurde bereits 1727 der Vorschlag gemacht, die großen Blößen des Düsteren Bruchs, die „nur mit einzelnen alten Birken bestanden, deren Böden sauer und morastig und deren Aufschlag durch Abbrennen des Farnkrauts und durch Hude verdorben“ waren, durch Gräben zu entwässern und in Wiesen umzuwandeln. Dieser Plan kam offensichtlich nicht zur Umsetzung und umfangreichere Entwässerungsmaßnahmen zum Zwecke der Aufforstung wurden erst nach 1813 in Angriff genommen. Wie auch im Rutenbruch gab es im Düsteren Bruch Torfstiche. Gewonnen wurde Brenntorf für die Porzellanfabrik in Fürstenberg und eine Töpferei in Holzminden (Schulze 1836).

Noch bis 1846 war das Düstere Bruch „wegen der bruchigen Bodenbeschaffenheit“ nur bei lang anhaltender Dürre zugänglich. Die Bestockung zeigte um diese Zeit „das Bild des Urwalds“ (Koerber 1857), wies noch „beträchtliche Blößen“ auf und war nur horstweise und einzeln mit Birken, Erlen, Fichten und Weichhölzern bestockt. Das „überall sumpfige und bruchige Terrain“ war zu dieser Zeit „nicht zu passieren“ und Weidevieh soll hier versunken und umgekommen sein. Eine Holznutzung hat nur in sehr geringem Maße stattgefunden. Vielmehr war die Rindviehweide die Hauptnutzung, für die ein jährlicher Weidezins von 26 Talern erzielt wurde (Ziegenmeyer 1863).

Um die forstlichen Anbaumöglichkeiten zu verbessern, wurden Entwässerungsmaßnahmen als notwendig angesehen (Koerber 1857). Dafür wurden die Waldbestände vor dem Beginn der Entwässerungsmaßnahmen unter der Leitung des späteren Oberförsters Carl Wilhelm Polack abgeholzt (Lindenberg & Schreiber 1876). Nach seinem Bericht war das Düstere Bruch vor der systematischen Entwässerung ab 1847 überall feucht und stellenweise tief morastig. Forstliche Nutzung hat zu dieser Zeit nicht stattgefunden. Das Gebiet wurde an verschiedene Gemeinden zur Viehweide verpachtet. Mehrfach seien weidende Rinder stecken geblieben und ums Leben gekommen. Die Bestockung bestand aus Erlen, Birken, Wildapfel und Dornsträuchern (Lindenberg & Schreiber 1876).

Ab 1847 wurde die Entwässerung nach einem umfassenden Plan in Angriff genommen. Dabei wurden die Hauptabzugsgräben in einem Abstand von 456 m (100 Ruthen), die Zuleitungsgräben in je 274 m (60 Ruthen) Entfernung angelegt (Ziegenmeyer 1863, Abb. 5). Aufgrund der bis zu 2,30 m (8 Fuß) hohen Torfmächtigkeit erwies sich die Entwässerung als schwierig und kostenintensiv. Die Grabensohle wurde auf die unter dem Torf befindliche Tonschicht gelegt, sodass die Gräben häufig eine Tiefe von mehr als 2,30 m erreichten, während ihre obere Breite bei gut 7 m (25 Fuß) lag (Ziegenmeyer, 1863). Der Gesamtkostenaufwand lag bei 5000 Thalern, für die etwa 36500 m (8000 laufende Ruthen) Gräben gezogen wurden (Ziegenmeyer, 1863). Nach eigener Berechnung erreichen die Hauptabzugsgräben eine Gesamtlänge von 7064 m und die Zuleitungsgräben von 11812 m. Die Summe von 18876 m entspricht gut der Hälfte der angegebenen Länge. Vermutlich sind daher in die von Ziegenmeyer (1863) angegebene Länge von 36500 m noch zusätzliche kleinere Nebengräben mit eingegangen. Ein braunschweigischer Taler hatte 22,27 g 750er Silber. Wenn man den heutigen Silberpreis von 0,91 €/g zugrunde legt, dann entsprechen 5000 Taler etwa 101 000 €. Diese Berechnung kann aber nur annäherungsweise die Größenordnung der damals verausgabten Mittel verdeutlichen, da insbesondere die Löhne (Personalkosten) wesentlich unter den heutigen lagen.

Bei der Anlage der Entwässerungsgräben wurde in den Torfschichten eine Menge gut erhaltener Baumstämme gefunden. Einige darunter befindliche Eichenstämme konnten als Nutzholz verwertet

werden (Koerber 1857). So wurden bei den Grabungsarbeiten 4,50 bis 5,70 m (16 bis 20 Fuß) lange Eichenstämme im Moor zutage gefördert, die 1,70 m (6 Fuß) unter der Oberfläche lagen. Ihr Holz soll von ungewöhnlicher Härte gewesen sein und wurde als Bauholz verwendet (Ziegenmeyer 1863).

Nach Durchführung der Entwässerungsmaßnahmen wurde das Düstere Bruch aufgeforstet, indem in 1,10 bis 2,30 m (4-8 Fuß) Entfernung Hügel von ca. 60 cm (2 Fuß) Durchmesser aufgeworfen wurden, auf denen ein Jahr später (1848) mithilfe eines Spiralbohrers Fichten gepflanzt wurden (Ziegenmeyer 1863). Nach Koerber (1857) erfolgte die Pflanzung der Fichten auf Hügeln von 80-90 cm (3 Fuß) Durchmesser und 20-30 cm (8-12 Zoll) Höhe. Die Fichten hatten in den 14 Jahren bis 1862 eine Höhe von 5,70 m (20 Fuß) erreicht. Die Kosten für die Anfertigung der Hügel haben „pro mille“ 2,5 Taler, die Pflanzkosten 1 bis 1,25 Taler „pro Mille“ betragen (Ziegenmeyer 1863). Nach Lindenberg & Schreiber (1876) zeigten die Fichten auf trockeneren Standorten, z. B. an Grabenrändern, einen guten Wuchs, wiesen mit zunehmender Nässe der Standorte aber eine geringere Vitalität und Wuchsleistung auf.



Abbildung 5: Das ab 1847 angelegte Grabennetz aus Hauptabzugsgräben und Zuleitungsgräben im Düsteren Bruch, projiziert auf die Papen-Karte von 1842. Mit dargestellt sind Quellen sowie der Waldmoor-Komplex Wildenkiel insgesamt (rote Umrandung)

Das Gras auf den Schneisen im Düsteren Bruch wurde noch 1862 „alljährlich auf dem Halm versteigert“ und lieferte eine Jahresrente von etwa 300 Talern. Das nach dem Schnitt aufkommende Gras diente „den Bedürftigen der umliegenden Ortschaften als Streumaterial“ (Ziegenmeyer 1863).

Am Westrand des Düsteren Bruchs wird ein Forstort südlich des Bruchwegs noch heute als „Schreibers Birken“ bezeichnet. Dies ist der einzige Bereich im Düsteren Bruch, der auf der TK25 von 1898 noch eine Laubbaumsignatur aufweist. Es ist anzunehmen, dass die hier heute noch vorkommenden Moor-Birken auf einen Bestand zurückgehen, der von Oberförster Carl Heinrich Albert Schreiber (s. o.) erhalten wurde.

Rutenbruch (einschließlich Torfbruch)

Das Teilgebiet wird 1587 „Ruettenbruch“ genannt (Förster 1996). Auf der Krabbe-Karte von 1603 (Arnoldt et al. 2004) wird es als „Rote Bruch oder Rote Sol“ bezeichnet. Das Gebiet schließt das Torfbruch ein, das um 1830 als „Torfmoor“ in der Karte des Reviers Boffzen (Abb. 6) verzeichnet ist. Nach Förster (1996) deutet der Flurname

Torfbruch auf vormaligen Torfabbau hin. Wie auch im Düsteren Bruch gab es im Rutenbruch Torfstiche. Sie

lagen vermutlich im Bereich des Torfbruchs. Gewonnen wurde Brenntorf für die Porzellanfabrik in Fürstenberg und eine Töpferei in Holzminden (Schulze 1836).

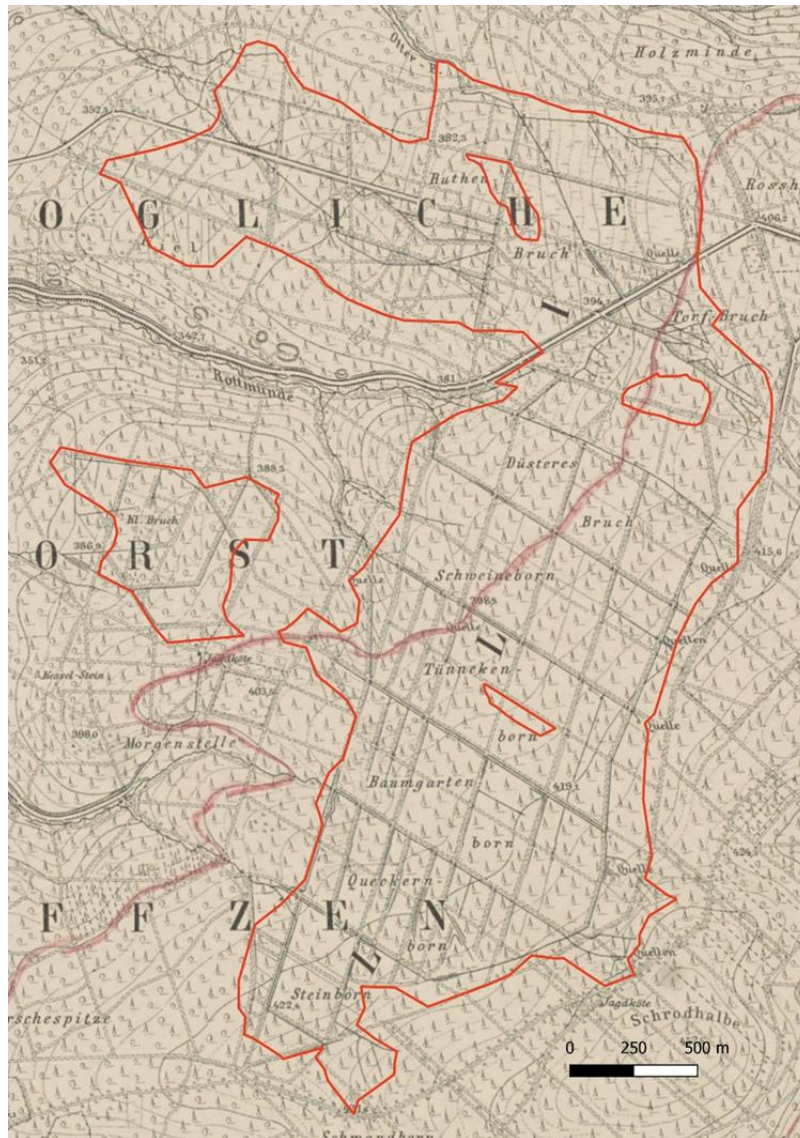


Abbildung 6: Ausschnitt der TK25 4222 (ehemals 2371) Blatt Höxter, Ausgabe von 1898 mit Abgrenzung des Waldmoor-Komplexes Wildenkiel (rote Umrandung).

Das Rutenbruch wurde deutlich früher als das Düstere Bruch entwässert und war 1875 bereits mehrere Male mit Fichten aufgeforstet worden (Lindenberg & Schreiber 1876). 1862 wechselten im Forstort Rutenbruch nasse und trockene Stellen auf „meist bruchigem torfigem Boden mit Thonunterlage“. Die Fichtenbestände waren zu diesem Zeitpunkt 30 bis 40 Jahre alt (begründet in den 1820er und 1830er Jahren). Ihr Höhenwuchs differierte ca. 6 m (20 und mehr Fuß). In den „zurückgebliebenen Bestandesparthien“ sollte zu dieser Zeit eine planmäßige Entwässerung durchgeführt werden (Ziegenmeyer 1863).

Das Torfbruch rechnet Grupe (1909: 18) zu den Hochmooren, wenn auch in „schwächerer Ausbildung“ als in den Gebieten Mecklenbruch und Torfmoor. 1909 war das Torfbruch schon größtenteils aufgeforstet.



3.6 Kleines Bruch

Das Teilgebiet wird 1603 in der Krabbe-Karte (Arnoldt et al. 2004) als „Lütke Bruch“ bezeichnet. 1866 gehörte das Kleine Bruch im Forstrevier Boffzen zu den wenigen Bereichen, die noch nicht mit Fichten aufgeforstet worden waren. Das komplett mit Birken bestockte Gebiet war auch zur Umwandlung in Nadelwald vorgesehen. Da sich nach dem Abtrieb des Birken-Altbestandes jedoch nach kurzer Zeit eine große Zahl junger Birken einstellte, wurde beschlossen, die Birke zu erhalten (Lindenberg & Schreiber 1876). In der TK 25 von 1898 sind daher im Kleinen Bruch neben Nadelbäumen auch Laubbäume verzeichnet.

1909 war nach Grupe (1909) der floristische Charakter der „Molkenboden-Brücher“ durch die „ausgedehnte Aufforstung mehr und mehr verwischt, bei dicht geschlossenen Fichtenbeständen vollkommen zerstört“. „In ihrer vollen Entfaltung und Ursprünglichkeit“ fand sich zu dieser Zeit die Moorvegetation nur noch in wenigen unaufgeforsteten, mit Birke, Erlen und Eichen bestandenen Brüchern, zu denen Grupe (1909) das Kleine Bruch zählte. Diese Feststellung verband er mit der Forderung, diese wenigen Gebiete (genannt werden noch Friedrichshäuser Bruch und Wedenborn) als Naturdenkmäler zu erhalten. Im Überdauern des Moor-Birken-Bestandes im Kleinen Bruch spiegelt sich wahrscheinlich die oben wiedergegebene kontroverse Diskussion um Fichte und Birke wider. Der zwischen 1866 und 1883 für die Revierförsterei Boffzen zuständige Oberförster Carl Heinrich Albert Schreiber sprach sich dabei stark für die Birke aus (vgl. Lindenberg & Schreiber 1876).



4. Birkenmanagement im Moor

4.1 Ökologie der Moor-Birke (*Betula pubescens* Ehrh.) und Sand-Birke (*Betula pendula* Roth)

Als Pionierbaumart sind Arten der Gattung *Betula* perfekt daran angepasst, große Flächen freiliegenden Bodens zu besiedeln. In geschlossenen Beständen fruktifizieren sie ab einem Alter von 20-25 Jahren. Wachsen sie freistehend auf, kann dies bereits im Alter von 10 Jahren der Fall sein. Der Pollenflug der männlichen Kätzchen findet zwischen März und Juli statt. Per Windbestäubung gelangen die Pollen auf die weiblichen Kätzchen, die ab März ausgebildet sind. Pro Kätzchen werden so hunderte von Samen gebildet, die im August zur Reife kommen. Die Ausbreitungsdistanzen variieren je nach Windverhältnissen, Geländetopografie und Bestandesstrukturen und können mehrere hundert Meter betragen. Tiebel et al. (2020) ermittelten für *Betula pendula* mittlere Distanzen von bis zu 380 m. Dies dürfte so auch auf *Betula pubescens* s. l. zutreffen. Sekundär können Birkenfrüchte auch auf der Schneedecke gleitend und im abfließenden Regen- und Schmelzwasser verfrachtet werden. Die Samen sind austrocknungs- und frosttolerant und bleiben lange keimfähig. Tiebel (2023) konnte nachweisen, dass die kleinen, reservestoffarmen Samen auch in der Samenbank des Bodens noch erstaunlich lange Zeit ihre Keimkraft behalten. Bei *Betula pendula* wurden bis zu 13 Jahre nachgewiesen. Auch wenn Birken jedes Jahr fruktifizieren, ist eine Massenausbildung keimfähiger Samen nur alle zwei bis drei Jahre zu beobachten.

Betula pendula bevorzugt etwas nährstoffreichere, gut drainierte, saure Böden, während *Betula pubescens* auch feucht-kühle und schlechter drainierte Böden toleriert und eine höhere Kältetoleranz als *Betula pendula* aufweist. Sommerliche Trockenphasen werden von beiden Birkenarten nicht gut vertragen. Aufgrund ihrer weiten Verbreitung von Zentralsibirien bis an den Alpenrand (*Betula pubescens*) sowie Nördliches Skandinavien bis Süditalien (*Betula pendula*) können sie sehr unterschiedliche morphologische Ausprägungen besitzen, die als Unterarten und Varietäten beschrieben sind (Thórsson et al. 2001). Neuere Erkenntnisse legen nahe, dass Exemplare, die in ihren Blattmerkmalen bzw. der Behaarung der jungen Triebe zwischen Moor- und Sand-Birke stehen, keinesfalls Hybriden derselben sind, sondern es sich vielmehr meistens tatsächlich um Moor-Birken handelt. Die als Karpaten-Birke (*Betula pubescens* ssp. *carpatica*) bezeichnete Unterart der Moor-Birke ist vermutlich aus zurückliegenden Kreuzungsereignissen mit der Zwerg-Birke (*Betula nana*) entstanden (Hibisch-Jetter 1997).

Wie bereits in Kapitel 2.1 ausgeführt, gehören Moor-Birken zum natürlichen Bestandesbild des einstigen Moorkomplexes sowohl im Düsteren Bruch als auch im Kleinen Bruch. Die Sand-Birke ist auf Moorstandorten eher als Anzeiger einer gestörten Moorhydrologie zu betrachten, befindet sich aber auf den wiedervernässten Moorflächen aktuell deutlich in der Unterzahl. Die hier im Bericht als Moor-Birke bezeichnete Hauptbaumart der Sukzession kommt in ihrer Ausprägung in der Fläche zum großen Teil als Karpaten-Birke mit intermediären Blatt- und Sprossmerkmalen vor, wird aber der Einfachheit halber lediglich als Moor-Birke bezeichnet.

Mit über 160 Insektenarten, die auf Sand- und Moor-Birke als Habitat angewiesen sind, tragen diese Baumarten erheblich zur habitattypischen Artenvielfalt bei. Alte Birken besitzen außerdem eine hohe ökologische Wertigkeit als Nistbäume für Kleinspecht und Weidenmeise und zur Nahrungsaufnahme für seltene Vogelarten, wie Erlen- und Birkenzeisig (Schmidt 2000).



4.2 Maßnahmen zur Regulierung von Moor- und Sandbirke auf Moorstandorten

Wie einleitend bereits beschrieben ist die sogenannte „Birken-Problematik“ in Fachkreisen der Moorrenaturierung ein vielfach diskutiertes und selten mit abschließenden Antworten zu fassendes Thema. Die Forschung zur Sukzession von Birken auf trockengelegten Moorstandorten geht zurück bis zu den Anfängen der Moorrenaturierung in den 1970er Jahren und konzentrierte sich zunächst auf naturschutzrelevante Hochmoorbereiche, die im Rahmen des 1. Niedersächsischen Moorschutzprogramms als Naturschutzgebiete ausgewiesen wurden (NMELF 1981). Forstwirtschaftlich genutzte Moore finden explizit erst im 2. Niedersächsischen Moorschutzprogramm Erwähnung (NMELF 1986), wobei jedoch die Niedermoore nicht gesondert adressiert werden. Für deren Schutz wird auf die Erfassung der Schutzwürdigkeit innerhalb der Landschaftsrahmenpläne durch Naturschutzbehörden verwiesen. Somit fehlt eine systematische Erfassung von Niedermoorstandorten im Wald und deren Zustand bis heute. Im Solling lieferte ein von den Niedersächsischen Landesforsten in Auftrag gegebenes Gutachten (Küchler 2011) die Grundlage für eine systematische Wiedervernässung wertvoller Moorgebiete, die bis heute andauert. Begleitende Forschung wird auf einigen der Gebiete durchgeführt, so auch im Wildenkiel (Diepeveen et al. 2022, Jansen und Schlette 2025) – eine explizite Fragestellung zur Birkensukzession auf den renaturierten Moorflächen stand dabei jedoch nicht im Fokus. Auch in der internationalen Literatur wurde bis auf eine Studie aus Polen (Kamocki et al. 2017) bisher kein vergleichbares Experiment gefunden. Untersuchungen zu Moor-Birken beschränken sich meist auf den Aspekt der wirtschaftlichen Nutzbarkeit von Birkenbeständen auf entwässerten Moorböden im Skandinavischen Raum (z. B. Sarkkola et al. 2009; Niemistö 2013; Hytönen 2018).

Die tiefe Entwässerung der Moorböden im Moorkomplex Wildenkiel Süd sorgt auch nach dem Verschluss der Entwässerungsgräben für ausreichend gute Wachstumsbedingungen der Moor-Birken auf den Torfböden. Durch die langjährige Entwässerung ist das sogenannte Acrotelm, also der Bereich der wachsenden Moorvegetation mit Porenströmung und der darunterliegende Torfbildungshorizont, überwiegend gestört. Dadurch kann der Mechanismus der Eigenentwässerung durch den Bewuchs mit Birken zum Tragen kommen: Die zunehmende Blattbiomasse sorgt sowohl für eine höhere Transpiration als auch Interzeption, insbesondere wenn länger anhaltender Landregen ausbleibt und auch die Wurzeln tragen durch das Eindringen in den Torf zur Belüftung und Entwässerung bei (Löffler 2002). In einer Studie von Eggelsmann (1981) fallen die jährlichen Verdunstungsraten von Moorbirkenwäldern bei einem Jahresniederschlag von 750 mm mit 580 mm gegenüber offener Moorvegetation (Torfmoosstadien) mit 550 mm nur unwesentlich höher aus. Entscheidend sind jedoch die wesentlich größeren Interzeptionsverluste, die im Moorbirkenwald um 60% höher sind als in Torfmoosrasen. Fraglich ist jedoch, ob eine starke Offenhaltung der Landschaft sich positiv auf den Torferhalt bzw. vor allem auf die Etablierung moortypischer Vegetation auswirken kann.

Zum Umgang mit Birkensukzession auf Hochmoorstandorten beobachtete Schouwenaars (1982), dass sogenannte Entkusselungsmaßnahmen nicht als langfristige Strategie zur Verhinderung von Birkenaufwuchs dienen können, sondern der ausreichend hohe Wasserstand dafür sorgt, dass Birken weniger vital wachsen bzw. absterben. Zu dieser Erkenntnis kommt auch Wagner (1994) in einer Studie zu Hochmooren in Schleswig-Holstein sowie Dierßen & Dierßen (1974) in Bezug auf Pflegemaßnahmen auf Standorten der Moorheide. Stellen sich hohe Wasserstände aufgrund erfolgter Renaturierungsmaßnahmen und einem ausreichenden Wasserdargebot ein, führt dies zu sekundärer Versumpfung und einer Verlangsamung des Birkenwachstums bzw. bei Altbirken auch zum Absterben. Entkusseln dagegen führt aufgrund der damit verbundenen Bodenverwundung zu höheren Keimlingsraten der Birken und zur Verletzung eventuell vorhandener Torfmoospolster. Weiterhin beschreibt Wagner (1994), dass ein Mangel



an Phosphor sich wachstumshemmend auf die Moor-Birke auswirkt. Sofern Torfmoose vorhanden sind unterliegt die Moor-Birke diesen in der Konkurrenz um Phosphor. Eine Beweidung von Hochmooren mit Schafen zum Zurückdrängen von Gehölzen wird von Eigner (1982) als vorübergehende Pflegemaßnahme bewertet, mit dem Zweck den Wiederaustrieb der Birke nach Entkusseln zu verhindern, Pfeifengras zurückzudrängen und die Ausbreitung wertvoller Heidekraut- und Torfmoosgesellschaften zu fördern. Dies ist nur bei ausreichender Wiedervernässung und unter Nutzung einer geführten Wanderherde mit geeigneten Schafrassen zielführend. Andernfalls laufen beweidete Flächen Gefahr, sich in Dominanzbestände von Pfeifengras und Drahtschmiele zu entwickeln. Der Nährstoffentzug muss durch gezielte Herdenführung und Kotabgabe außerhalb der Moorfläche sichergestellt werden.

Eine mechanische Behandlung von Moor-Birken (durch Mulchen oder Absägen) ohne anschließende Beweidung ist aufgrund ihrer Fähigkeit durch „schlafende“ Knospen den Schaden zu kompensieren, nicht erfolgreich. Diese Fähigkeit ist bei der Moor-Birke sogar noch stärker ausgeprägt als bei der Sand-Birke (Hynynen et al. 2010). Eine Übergangspflege allein über Beweidung bewerkstelligen zu wollen ist jedoch aufgrund zahlreicher Einschränkungen nicht möglich. Häufig ist es schwierig, einen geeigneten Schäfereibetrieb zu finden. Zudem muss die Zugänglichkeit der Flächen mit einem vertretbaren Aufwand gewährleistet sein. Wenn sich Wölfe im Gebiet aufhalten, werden wolfsichere Nachtpferche benötigt und nicht zuletzt muss die Fläche genügend Futter für die Tiere bieten. Daher wurde im Rahmen des Projekts auch nach einer mechanisierten Methode gesucht, die zu einer Wuchshemmung von Birkenverjüngung beiträgt. Hier wurde auf die Erfahrung aus einem benachbarten Forstamt mit dem Mulchen von Birkenverjüngung in 0,7-1 m Höhe mit einem Schlegelmulcher zurückgegriffen. Der Mulchkopf wurde so eingestellt, dass er ein starkes Ausfransen der Triebe ermöglicht.

Bei fortgeschrittener Sukzession (Birkenvorwaldstadium) mit einer Wuchshöhe über 3 m ist ein Mulchen nicht mehr durchführbar. Die Frage, ob ein Auflichten solcher Bestände ebenfalls positive Effekte auf die gewünschte Moorvegetation hat, war ebenfalls Bestandteil unserer Untersuchungen. In einer experimentellen Studie zu verschiedenen Behandlungsvarianten von Birkenaufwuchs in einem Waldmoor in Polen (Kamocki et al. 2017) wurde erforscht, welche Schnittzeitpunkte und -höhen eine möglichst geringe Überlebensrate der Birken bewirken. Die effizienteste Methode war dabei ein Winterschnitt in einer Höhe von 1,3 m. Je jünger der Bestand, desto geringer ist die Intensität des Austriebs. Kamocki et al (2017) empfehlen daher einen Rückschnitt, bevor die Bestände älter als 15 Jahre alt sind. Diese Variante der motormanuellen Behandlung wurde aufgrund von Beobachtungen aus anderen wiedervernässten Mooren im Projektgebiet Kleines Bruch angewendet, nach denen unter größeren Moor-Birken eine Verjüngung trotz ausreichender Lichtverhältnisse nicht erfolgt (s. Abb. 7).

Aus der Erfahrung der Projektbearbeitenden soll ein wichtiger Aspekt zum Umgang mit den in noch nicht wiedervernässten Fichtenbeständen vorhandenen Altbirken unbedingt erwähnt werden: im Gegensatz zur Vorgehensweise im Projektgebiet Wildenkiel Süd sollten diese sowie vereinzelt vorkommende Laubbäume bei zukünftigen Wiedervernässungen bei der Entnahme der Fichten dringend belassen werden. Diese Altbäume bieten wertvolle Habitatstrukturen und dienen als Windbremse und wandernder Schatten für die sonst plötzlich stark besonnene Vegetation. Zum anderen wirkt sich das Vorhandensein alter Bäume mit zum Teil uralten Wuchsformen auch positiv auf ein ansonsten zunächst einmal stark verändertes Landschaftsbild aus. Die Prämisse, den Moorbereich dauerhaft baumfrei zu halten, greift nach unseren Erkenntnissen nicht bzw. nur für einen sehr kleinen Teilbereich – jedoch nur insofern ausreichend Wasser zur Verfügung steht, so dass dieser sich selbst vernässen kann. Auch das Argument der Samenausbreitung ist hinfällig, da die Ausbreitung von Birkensamen sowohl über Schneeschmelze als auch über weite Distanzen stattfindet bzw. aus der Samenbank eine Verjüngung stattfinden kann, sobald günstige Bedingungen (Licht und offener

Boden) vorhanden sind. Eine weitere Beobachtung an anderen Moorstandorten zeigt, dass im Umkreis der Krone älterer Moor-Birken keine Verjüngung stattfindet, auch wenn das Lichtangebot diese eigentlich erlauben sollte. Anscheinend sorgen wurzelchemische Prozesse dafür, dass das Auflaufen von Verjüngung verhindert wird.



Abbildung 7: Ältere Moor-Birken im Kükenbruch im Solling ohne sie umgebende Verjüngung im Vordergrund, in der dahinter liegenden Offenfläche dagegen deutliche sichtbare Verjüngung. Foto: P. Küchler.

Als weiteres Argument für den Erhalt alter Moor-Birken auf den noch vorhandenen Restmoorflächen kann die sich grundsätzlich verschlechternde Prognose der Wuchsbedingungen der Moor-Birke in Folge des Klimawandels geltend gemacht werden: Aufgrund der relativ geringen Dürretoleranz der Moor-Birke gilt diese als „Klimawandelverlierer“, d. h. bei einer starken Erwärmung sind Arealverluste zu erwarten (Engel et al. 2024). Bei einem zukünftigen Klima mit starker Erwärmung nach einem RCP-Szenario 8.5 (Karger et al. 2020) erweisen sich große Teile Mitteleuropas als ungeeignet. Nur stark vernässte Standorte sowie Moore und Standorte in hohen Lagen sind weiterhin für die Moor-Birke geeignet. Die Moor-Birke wurde seitens der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald insbesondere deshalb 2023 zum Baum des Jahres ausgerufen, um auf die dramatische Situation von ehemaligen Moorstandorten in Deutschland hinzuweisen, die mittlerweile zu 90 % entwässert sind (Roloff 2023). Zahlreiche weitere Argumente für den Erhalt und die Förderung von Moor-Birkenwäldern finden sich auch bei Müller-Kröhling (2023).

Ein Ansamen der Moor-Birke auf wiedervernässten Moorflächen, auf denen zunächst größtenteils eine Rohbodensituation herrscht, ist also in jedem Fall nicht zu verhindern. In einer Studie von Daniels (2001) wurden Experimente auf wiedervernässten Hochmoorpoldern durchgeführt, in denen Horste des Scheidigen Wollgrases (*Eriophorum vaginatum*) den Samen der Moor-Birke als Ammenpflanzen dienten. Hier keimten zunächst deutlich mehr Samen als auf der benachbarten Freifläche. Allerdings entwickelten



die Moor-Birken auf der Freifläche deutlich längere Wurzeln und mehr Blätter bei gleicher Sprosslänge. Ein Ansamen von Wollgras auf geeigneten Flächen könnte daher eine weitere Strategie sein, um einem starken Birkenwachstum etwas entgegenzusetzen.

5. Umsetzung von Maßnahmen zum Birkenmanagement

5.1 Variantenauswahl

Es wurden vier Maßnahmen identifiziert, die auf den wiedervernässten Flächen zur Anwendung kamen:

- 1) Bodennahes Mulchen der Fläche mit anschließender Beweidung mit einer gemischten Herde (Bergschaf, Leineschaf, Schwarzköpfiges Fleischschaf sowie Kreuzungen der genannten Rassen)
- 2) Beweidung von Flächen mit Birkenaufwuchs ohne direktes vorheriges Mulchen
- 3) Mulchen mit einem Schlegelmulcher in ca. 1 m Höhe mit starkem Ausfransen der Triebe
- 4) Birkenvereinzelung in Birkenvorwaldstadien

Der naturnahe Moorbirkenbruchwald im Projektgebiet Kleines Bruch wurde als Referenzfläche für einen möglichen Zielzustand ebenfalls als Variante betrachtet. Für jede Maßnahmenvariante wurde eine Fläche gesucht, die ähnliche Ausgangsbedingungen aufweist und als Nullvariante gelten kann. Insgesamt wurden acht verschiedene Varianten ausgewiesen. Diese werden im folgenden Kapitel näher erläutert.

5.2 Flächenauswahl

Für die Durchführung der verschiedenen Maßnahmen wurden die beiden Projektgebiete Kleines Bruch und Wildenkiel Süd (Düsteres Bruch) hinsichtlich der Homogenität des Birkenaufwuchses durch Begehen der Flächen und anhand von Luftbildern abgegrenzt. Dabei erwiesen sich die je Variante zur Verfügung stehenden Flächen als sehr unterschiedlich groß. Tabelle 1 stellt die Flächengröße der einzelnen Varianten, die Beschreibung des Ausgangszustands sowie der im Projekt durchgeführten Maßnahme dar.

Tabelle 1: Darstellung der im Projekt definierten Varianten, sowie die jeweilige Flächengröße, auf der die Maßnahme zur Anwendung kam und die Flächengröße, auf der sich Monitoringflächen befinden.

Variante	Beschreibung	Maßnahme im Projekt	Flächengröße Maßnahme in Hektar	Flächengröße Monitoring in Hektar
0-0	Referenzfläche für potentiellen Zielzustand 166 Jahre alter Moorbirkenbestand	Wiedervernässung im Herbst 2025	2,2	2,2
1-1	Fichtenabtrieb und Grabenverfüllung 2022 3 Jahre alte Birkensukzession, einmaliges Mulchen in 2022	Beweidung im April/Mai 2025, teilweise gekoppelt, teilweise gehütet	8,1	8,1



2-0	Fichtenabtrieb und Grabenverfüllung 2019 4 Jahre alte Birkensukzession, einmaliges bodennahes Mulchen in 2022	Keine Maßnahme	0,9	0,9
2-1	Fichtenabtrieb und Grabenverfüllung 2019 5 Jahre alte Birkensukzession, bodennahes Mulchen in 2022	Bodennahes Mulchen im April 2025 und anschließende Intensiv-Beweidung mit Berg-Schafen im April/Mai, Nachbeweidung einer Teilfläche im Juli, gekoppelt	9,1	6,7
3-0	Fichtenabtrieb und Grabenverfüllung in 2019 4 Jahre alte Birkensukzession	Keine Maßnahme	1	1
3-1	Fichtenabtrieb und Grabenverfüllung in 2019 4 Jahre alte Birkensukzession	Mulchen in 1 m Höhe mit Schlegelmulcher Juli 2025	2,1	2,1
4-0	Fichtenabtrieb ca. 2010 15 Jahre alte Birkensukzession (Birkenvorwaldstadium)	Keine Maßnahme	1,5	0,3
4-1	Fichtenabtrieb ca. 2010 15 Jahre alte Birkensukzession (Birkenvorwaldstadium)	Motormanuelle „Läuterung“, möglichst Belassen von kleinen Trupps, Abstand zwischen den Birken ca. 3 m	1,1	0,4

5.3 Durchführung (inklusive Kostenaufstellung)

Um die verschiedenen Versuchsvarianten durchführen zu können, mussten bereits zu Beginn des Jahres 2025 entsprechende Vorbereitungsmaßnahmen umgesetzt werden. Da einige Varianten eine Beweidung mit Schafen vorsahen, wurden im Projektgebiet Wildenkiel Süd sowohl an der Nord- als auch an der Südseite jeweils fest installierte, wolfsichere Nachtpferche errichtet werden. Diese dienen dem Schutz der

Tiere während der Nachtstunden. Darüber hinaus wurden vor Beginn der Brut- und Setzzeit mithilfe einer bodenschonenden leichten Mulchraupe Zauntrassen angelegt, um mobile Elektrozäune einsetzen zu können.

Im Vorfeld stellte sich die Frage nach dem optimalen Zeitpunkt für die Schafbeweidung. Durch Literaturrecherchen sowie den Austausch mit anderen Moorbeweidungsprojekten wurde als erfolversprechendster Zeitraum die Phase unmittelbar nach dem frischen Blattaustrieb der Birken identifiziert. In der Solling-Region liegt dieses Zeitfenster in der Regel zwischen Ende April und Anfang Mai.

Variante 1-1 Beweidung von Flächen mit Birkenaufwuchs ohne vorheriges Mulchen: Nach dem Birkenaustrieb Ende April 2025 wurden in die 8 Hektar große Fläche rund 750 Bergschafe eingetrieben und tagsüber von dem Schäfer gehütet. Während der Nacht befanden sich die Tiere in den wolffssicheren Nachtpferchen. Neben dem Schutz vor Wölfen hat dieses Vorgehen den Vorteil, dass die Schafe einen Großteil der tagsüber aufgenommenen Nährstoffe nachts im Pferch ausscheiden. Dadurch werden der Moorfläche Nährstoffe entzogen.

Die Birkenbestände wurden vor der Beweidung nicht bearbeitet und waren daher höher als die Schafe. Die Tiere konnten somit zwischen den jungen Bäumen die Kraut- und Grasvegetation sowie die erreichbaren Birkenblätter verbeißen (Abb. 8). Die Dauer der Beweidung betrug etwa eine Woche.

Die Kostenaufwendungen für diese Variante der Schafbeweidung beliefen sich auf 224 €/ha netto.



Abbildung 8: Grasende Schafe auf den Monitoringflächen der Variante 1-1. Die leuchtend weißen Fruchtstände des Scheidigen Wollgrases sind auf der Fläche zahlreich vertreten. Foto: A. Wittenberg

Variante 2-1 Intensiv-Beweidung von Flächen, die kurz zuvor bodennah gemulcht wurden: Im Unterschied zu Variante 1-1 erfolgte hier vorab eine Bearbeitung der Fläche. Auf insgesamt 6,4 ha wurden sämtliche jungen Bäume mit einem Mulchgerät an einem bodenschonenden Moorbagger auf eine Höhe von etwa 15 bis 20 cm heruntergemulcht (Abb. 9). Diese Arbeiten mussten vor Beginn der Brut und Setzzeit abgeschlossen sein.

Da bereits ein Kranichpaar in unmittelbarer Nähe mit der Brut begonnen hatte, mussten etwa 2 ha der geplanten Fläche von den Maßnahmen ausgenommen werden. Die Mulcharbeiten in diesem Teilbereich wurden erst Ende Juli 2025 nachgeholt, weshalb dort im Jahr 2025 keine Beweidung stattfinden konnte.

Der Eintrieb der 750 Schafe erfolgte Ende April 2025 zum Zeitpunkt des Birkenausriebs. Zur Durchführung einer intensiven Beweidung wurden mobile Elektrozäune entlang der Außengrenzen dieser Variante installiert. Die Betreuung der Herde erfolgte noch intensiver als in Variante 1-1, um einen höheren Verbissdruck auf den Birkenaustrieb sowie die aufkommende Grasvegetation zu erzielen. Die Beweidungsdauer betrug ebenfalls etwa eine Woche.

Da die Birken trotz Mulcharbeiten und Frühjahrsbeweidung über die Sommermonate erneut stark austrieben, wurde Ende Juli auf einer ausgewählten Teilfläche von knapp 2,5 ha eine zweite Intensivbeweidung durchgeführt. Hierzu wurde eine verkleinerte Herde von 150 Schafen für die Dauer einer Woche eingetrieben. Die zuvor festgelegten Probeplots wurden ausgezäunt, um die Aussagekraft des Forschungsprojektes als Gesamteinheit zu gewährleisten. Durch diese zweite Intensivbeweidung konnten zusätzliche wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden. Die Kostenaufwendungen für diese Variante beliefen sich auf (Nettobeträge):

Zauntrassen vorbereiten: 0,36 €/lfm

Mulcharbeiten: 2600 €/ha

Schafbeweidung: 224 €/ha



Abbildung 9: Kleinbagger während des bodennahen Mulchens auf der Fläche der Variante 2-1 (links). Gemischte Schafherde im April während des ersten Auftriebs (rechts). Foto: A. Wittenberg

Variante 3-1 Mulchen auf 80-100 cm Höhe von bereits kräftigeren Birken ohne anschließende Beweidung:

Um auch eine rein maschinelle Maßnahme zu untersuchen, wurde Ende Juli 2025 der Birkenaufwuchs auf der Versuchsfläche der Variante 3-1 mit einem Mulchgerät an einem bodenschonenden Moorbagger auf etwa 80 bis 100 cm Höhe heruntergemulcht (Abb. 10). Der Zeitpunkt wurde gewählt, nachdem die Birken

vollständig belaubt waren und die gesetzliche Brut- und Setzzeit entsprechende Maßnahmen wieder zuließ. Die Drehzahl des Mulchkopfes wurde dabei bewusst so eingestellt, dass die Birkenstämme stark ausfaserten.

Die Kostenaufwendungen für die Mulcharbeiten im Rahmen dieser Variante beliefen sich auf 2600 €/ha netto.



Abbildung 10: Nahaufnahme eines Mulchkopfs für das Mulchen der Birken in 0,7-1 m Höhe (links). Försterin Anne Wittenberg neben den gemulchten Birken zum Größenvergleich (rechts). Fotos: NLF

Variante 4-1 Birkenvereinzelung in Beständen (Birkenvorwaldstadium): Um die Vereinzelung der Birken in Variante 4-1 planen zu können, wurden neben der Literaturrecherche auch andere Moorflächen mit Birkenbeständen untersucht. Ziel war es, einen Abstand zu finden, der den natürlichen Strukturen eines Birkenmoorwalds möglichst nahekommt. Unter älteren Moor-Birken wächst keine Birkenverjüngung, sodass der Bereich um die Birke ringförmig birkenfrei bleibt. Es wurde der Abstand von natürlich gewachsenen älteren Moor-Birken zu anderen älteren Birken oder Birkennaturverjüngung gemessen. Der Abstand belief sich auf einen Wert zwischen 2,8 m und 3,2 m.

Auf Grundlage dieser Ergebnisse wurde innerhalb der Versuchsfläche zunächst eine Referenzfläche markiert. In diesem Bereich wurden einzelne stärkere Birken oder Gruppen von 3 bis 5 schwächeren Birken ausgewählt und in einem Radius von 2,8 m bis 3,2 m alle anderen Birken motormanuell entnommen. Es wurde darauf geachtet, den Bestand möglichst stabil und gesund zu erhalten. Daher wurden die Randbereiche der Variante 4-1 in einer Breite von ungefähr 2 m von diesem Vorgehen ausgespart und dicht belassen. Befanden sich in Bereichen ausschließlich lange, dünne und dadurch weniger stabile Birken, so wählte man eher 5 als 3 Begleitbirken. Dies soll einem Umbiegen der dünnen Birken entgegenwirken, sodass sich die Gruppe geschlossen halten kann.

Anschließend erfolgte die Vereinzelung der Birkenbestände durch ein beauftragtes Unternehmen nach diesem festgelegten Schema. Dabei wurden die Birken nicht bodennah gefällt, sondern in einer Höhe von etwa 1 m abgeschnitten (Abb. 11). Ziel dieses Vorgehens ist es, ein starkes, stockausschlagartiges Austreiben im bodennahen Bereich zu verhindern und den Neuaustrieb möglichst auf den oberen Stammbereich zu beschränken oder gegebenenfalls vollständig zu unterbinden.

Der anfallende Schlagabraum verblieb auf der Fläche. Folglich wird der Boden beschattet, was das Aufkommen einer erneuten Birkennaturverjüngung zusätzlich erschweren soll. Die Kostenaufwendungen für die in dieser Variante notwendige Vereinzelung beliefen sich auf 6099 €/ha netto.



Abbildung 11: Einrichtung einer Monitoringfläche der Variante 4-1 vor Maßnahmendurchführung (links). Waldbild nach Durchführung der Maßnahmen (rechts). Fotos: A. Wittenberg

6. Wiedervernässung „Kleines Bruch“ und „Wildenkiel Süd/Düsteres Bruch“

6.1 Kleines Bruch

Obwohl das Hangmoor Kleines Bruch bereits im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts durch die Anlage von zahlreichen Entwässerungsgräben und Fichtenanpflanzungen wirtschaftlich nutzbar gemacht werden sollte, hat sich die Moor-Birke aus diesem Gebiet nicht verdrängen lassen (s. Kap. 3).

Das ca. 35 ha große Gebiet wurde 1998 auf Grund seines naturnahen Birken-Bruchwalds unter Schutz gestellt. Bereits im ersten Verordnungstext wird festgehalten, dass diese schützenswerten Bestände auf einer 50 bis 100 cm starken Torfauflage wachsen. Durch das Entwässerungssystem hat sich bis zum Jahr



2025 die Torfmächtigkeit in dem Gebiet auf überwiegend 20-30 cm reduziert. Im Bereich des nordöstlichen Biotopteichs wurden noch ca. 70 cm nachgewiesen. Im Rahmen der für das Schutzgebiet erstellten Bewirtschaftungspläne zeigte sich über mehrere Jahrzehnte hinweg die Wiedervernässung durch Grabenverschlüsse als zentrale naturschutzfachliche Empfehlung. Im Jahr 2011 führte Philipp Küchler im Auftrag des Forstamtes Neuhaus ein umfassendes Moorscreening für die Sollingregion durch, welches auch das Kleine Bruch beinhaltet (Küchler 2011). In einem begleitenden Schreiben wurde auf die Notwendigkeit des Grabenverschlusses eingegangen und die Revitalisierbarkeit des Kleinen Bruchs fachlich bestätigt. Das Gebiet stellt hinsichtlich seines Wasserhaushalts ein weitgehend geschlossenes System dar und bietet somit gute Voraussetzungen für entsprechende Maßnahmen. Große Bereiche im Umfeld des Kleinen Bruchs wurden 2019 aus der wirtschaftlichen Nutzung genommen und stehen seitdem unter Prozessschutz.

Im Jahr 2025 konnten die Wiedervernässungsmaßnahmen im Rahmen des BimoWa-Projekts realisiert werden. Die Umsetzung erfolgte im Spätsommer/Frühherbst 2025 bei trockener Witterung. Zunächst wurden alle Gräben vermessen, um ihre genaue Lage und ihr Volumen zu bestimmen. Für die Verfüllung kam die in der Region bereits bewährte Zuger Methode zum Einsatz:

1. Bereiche außerhalb der Torfschicht werden mit verdichtenden Mineralbodengemisch (fortan als Mineralboden bezeichnet) vollverfüllt. Das Material hierfür stammt aus einem ortsnahen Buntsandsteinbruch (Verwitterungslehmgemisch).
2. Bereiche innerhalb des Torfköpers, die durchströmbar bleiben müssen, werden mit Sägemehl verfüllt. Sägemehl weist eine ähnliche Kapillarwirkung wie ein Torfkörper auf.

Das benötigte Material wurde auf für das Projekt angelegten Lagerplätzen außerhalb des Naturschutzgebiets, jedoch logistisch gut erreichbar, gelagert. Um den sensiblen Boden zu schonen, wurden für das gesamte Bauvorhaben ausschließlich Maschinen mit einem geringen Bodendruck zugelassen. Da jeder Graben einzeln angefahren werden musste, wurde entlang jedes Grabens eine ca. 3,5 m breite „Baustraße“ mit einem Mulchgerät vorbereitet. Auch die Gräben an sich wurden von bereits aufkommendem Baumbewuchs befreit.

Für das Verfüllen wurde das Gebiet in Bauphasen untergliedert (s. Abb. 12), damit durch die aufstauenden Maßnahmen die Bereiche weiterhin bearbeitet werden können und nicht infolge der Umsetzung bereits zu nass für eine Befahrung werden. Jeder Graben wurde von organischem Material bis auf die Grabensohle mit einem Bagger gesäubert. Dieses Material wurde seitlich zwischengelagert. Im Anschluss folgte die Verfüllung des Grabens je nach Standort mit Mineralboden oder mit Sägespänen:

1. Beladung des benötigten Materials auf dem Lagerplatz
2. Transport in die Moorfläche per Dumper (mit einer drehbaren Mulde) über die Baustraßen
3. Befüllen des gesäuberten Grabens durch den Dumper mit dem Material
4. Einbau und Verdichtung des Materials mit einem Bagger
5. Abdecken des Verfüllten Grabens mit zuvor entnommenem organischem Material

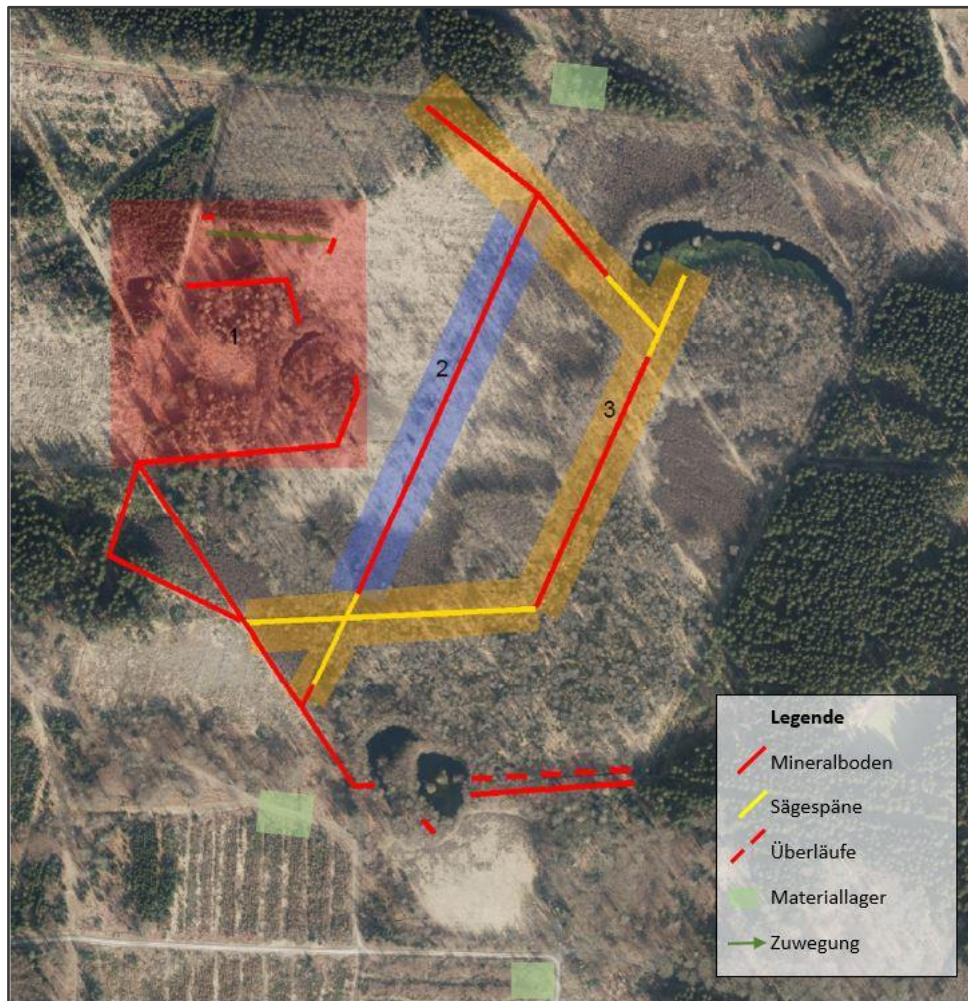


Abbildung 12: Bauphasen der Wiedervernässung im Kleinen Bruch. Erläuterung im Text

Zur Kompensation einer zu erwartenden späteren Setzung wurden die Gräben um etwa 20 % überhöht verfüllt. Bei mit Mineralboden verfüllten Gräben blieben im Abstand von etwa 30 m oberflächliche Wasserdurchlässe auf Geländeneiveau, um das Oberflächenwasser mit der natürlichen Hangneigung fließen zu lassen. Damit extreme Witterungsbedingungen wie Starkregen oder Schneeschmelze die mit Sägespänen verfüllten Gräben nicht ausspülen, wurden in Abständen von 30 bis 40 m etwa fünf Meter breite Mineralbodenblomben innerhalb des Grabens eingebaut. Zum Abschluss wurden die Gräben mit dem zuvor entnommenen organischen Material abgedeckt, um das Milieu an den Standort anzupassen und eine Verjüngung durch Mineralbodenkeimer zu verhindern (Abb. 13 und 14).

Der südliche Graben, der das Wasser außerhalb des Moorkörpers in die beiden Teiche leitet, wurde nicht vollverfüllt. Das aus dem Einzugsgebiet Wildenkiel stammende Wasser soll möglichst gleichmäßig in das Moor einsickern und nicht nur an einem Punkt gestaut werden. Daher wurde der Graben an drei Stellen mit Dämmen aus Mineralboden aufgestaut. Jeder Damm erhielt einen Überlauf, der das überschüssige Grabenwasser gezielt in die besonders relevanten Bereiche im Moor fließen lässt (Abb. 15). In die Dämme wurden zudem manuell bedienbare KG-Rohre eingebaut, um den Wasserdurchfluss je nach Bedarf zu regulieren und eine gleichmäßige Verteilung über alle Parzellen zu gewährleisten.



Im Zuge der Umsetzung wurden rund 2600 laufende Meter Entwässerungsgräben gesäubert, verfüllt und mit dem ausgehobenen Material wieder abgedeckt. Dabei kamen 5000 Tonnen Mineralboden und 890 Kubikmeter Sägemehl als Füllmaterial zum Einsatz.



Abbildung 13: Grabensäuberung am Graben südlich des Kleinen Bruchs (links). Ein Dumper mit drehbarer Mulde kippt Sägespäne ab (rechts). Fotos: A. Wittenberg



Abbildung 14: Eingebrahtes Sägemehl im Hauptgraben nördlich des alten Moorbirkenbestands (links). Mit organischem Material (Grabenaushub) abgedeckter Graben nach Ende der Arbeiten. Links der Baustraße befinden sich Monitoringflächen der Variante 4-1, rechts solche der Variante 0-0. Beide Varianten sind seit der Umsetzung der Maßnahmen bereits deutlich vernässt. Fotos: A. Wittenberg



Abbildung 15: In einem der Dämme südlich des NSG Kleines Bruch verbautes KG-Rohr, mit dem sich je nach Wasseraufkommen das Volumen des Durchflusses regulieren lässt. Foto: M. Aljes

6.2 Anlage einer Furt im Projektgebiet Wildenkiel Süd/Düsteres Bruch

Das durch Grabensysteme entwässerte über 70 ha große Hangmoor Wildenkiel Süd wurde im Zeitraum von 2018 bis 2022 mittels Zuger Methode wiedervernässt, analog zu den Maßnahmen im Kleinen Bruch (s. Kapitel 6.1). Lediglich die letzten 110 m Meter des Sammelgrabens entlang des Bruchwegs wurden zunächst aus finanziellen Gründen ausgespart. Das in diesem Graben gesammelte Wasser wurde durch einen Wegedurchlass des Forstwegs Teichdamm aus dem Moor abgeleitet. Da sich der Durchlass im Wegekörper befand, lag der Wasseraustritt etwa 1,10 m unterhalb des Moorniveaus. Dadurch wurde das Wasser insbesondere im unteren Moorabschnitt bereits vor vollständiger Sättigung des Moorkörpers abgeführt. In diesem Bereich bestand somit weiterhin eine nachweisbare künstliche Entwässerung.

Im Rahmen des BimoWa-Projekts konnte Anfang 2026 der verbliebene Abschnitt des Sammelgrabens mit Mineralboden vollständig verfüllt werden. Der bestehende Durchlass wurde zurückgebaut und durch eine Furt auf Moorniveau ersetzt. Für die Furt wurde der Wegekörper mit milieuangepasstem Material aufgefüllt. Zur Ableitung überschüssigen Wassers wurde auf Höhe des Moorniveaus mithilfe großformatiger Rohblöcke eine Wasserrinne hergestellt (Abb. 16). Das Wasser kann dadurch oberirdisch durch den weiterhin befahrbaren Weg durch die Zwischenräume der Blöcke abfließen. Ein besonderes Augenmerk lag auf einer mosaikartigen Anordnung der Rohblöcke, um möglichst naturnahe Abflussverhältnisse und reduzierte Fließgeschwindigkeiten zu gewährleisten. Auf der dem Moor abgewandten Seite der Furt wurde eine flach geneigte Sohlgleite angelegt. Durch die erfolgreiche Baumsetzung erfolgt ein Wasseraustritt aus dem Moor erst nach vollständiger Sättigung des Moorkörpers.

Für die Baumsetzung wurde Material aus einem ortsansässigen Buntsandsteinbruch verwendet. Insgesamt kamen knapp 465 Tonnen Mineralboden zur Verfüllung des Grabens zum Einsatz. Für den Bau der Furt wurden zudem knapp 100 Tonnen Grobschotter sowie 35 Tonnen Rohblöcke aus Weserhartsandstein mit den Kantenlängen von 30 bis 80 cm eingebaut. Die Sohlgleite wurde aus weiteren fünf Tonnen Buntsandstein mit Steinabmessungen von 15 bis 20 cm hergestellt.

Die Kostenaufwendungen für diese Variante beliefen sich auf (Nettobeträge):

Grabenverfüllung: 70,80 €/lfm

Furtbau: 11000 €



Abbildung 16: Furt aus Sandsteinblöcken am nordwestlichen Ablauf des Projektgebiets Wildenkiel Süd (links). Rückstaubereich mit Moor-Birken (rechts). Fotos M. Aljes.



7. Monitoring

Das Monitoring dient der Evaluation verschiedener Behandlungsvarianten von Birkenjungwuchs auf den wiedervernässten Moorbereichen. Die Herausforderung bestand darin, die Flächen so zu wählen, dass Aussagen über die Wirksamkeit der durchgeführten Maßnahmen möglich sind, die sowohl statistische Gültigkeit besitzen als auch mit einem vertretbaren Aufwand durchgeführt werden können. Aufgrund der bereits im Vorfeld heterogenen Behandlung einzelner Moorbereiche (einmaliges niedriges Mulchen mit und ohne anschließende Beweidung, gar keine Behandlung auf unterschiedlich nassen Bereichen) existiert bereits jetzt eine Vielfalt an unterschiedlich großen und zum Teil wieder ausgetriebenen Birken. Ein Probeflächendesign, bei dem die Aufnahmeflächen innerhalb der Behandlungsvarianten ausgezäunt werden, wurde wieder verworfen, da für den Wasserhaushalt die Bestockung auf großer Fläche ausschlaggebend ist und Ergebnisse einer Auszäunungsfläche daher nicht als Kontrollfläche dienen können.

Hintergrund der Überlegungen zu den einzelnen Varianten ist die Tatsache, dass Ressourcen und Unternehmer nur begrenzt zur Verfügung stehen. Auch sollen die Varianten möglichst auf andere wiedervernässte Waldmoore übertragbar sein.

Die Beweidung mit Schafen auf acht Hektar Moor ist für die nächsten vier Jahre bis einschließlich 2028 gesichert. Wir gehen davon aus, dass dieser Zeitraum auch mindestens nötig ist, bis sich die Wasserstände soweit erholt haben, dass der Birkenzuwachs danach wesentlich langsamer abläuft. Für die restlichen Bereiche gilt es zu klären, ob allein mechanische Behandlungsvarianten mit einem Schlegelmulcher ebenfalls zur Reduktion der Wuchskraft der Birken führen.

Für die Auswahl der Probeflächen wurde ein regelmäßiges Gitternetz mit einem Abstand von 15 x 15 m der Punkte zueinander erstellt. Es wurde ein Puffer vom 10 m zum Rand des Polygons bestimmt und alle darin liegenden Punkte wurden ausgewählt. Per Zufallsauswahl innerhalb der dadurch entstandenen Zeilen wurde daraufhin entlang des Gefällegradienten je ein Punkt pro Zeile gewählt. Sollte sich der Punkt aufgrund der vorher festgelegten Kriterien (befindet sich innerhalb des Anmoor- oder Moorbereichs, befindet sich außerhalb von gestörtem Boden, d. h. Grabenverfüllung, Mineralboden) unpassend sein, wird die vorher auf gleiche Art ausgewählte Alternative getestet. Sollte dieser Punkt ebenfalls unpassend sein, findet eine Verschiebung des Originalpunktes um 15 m nach Osten statt.

Um Synergien mit bereits erhobenen Daten herzustellen, wurden in den Varianten 2-1 und 3-0 zwei bzw. fünf Punkte ausgewählt, die im Rahmen einer Bachelorarbeit bereits im Jahr 2021 vegetationskundlich erfasst wurden. Um die Fragestellung hinsichtlich der Wirkung der Maßnahmen auf die Vernässung des Torfkörpers beantworten zu können, müssen sich die Probeflächen innerhalb der Kulisse der organischen Böden befinden. Die aktuelle Moorkarte basiert auf dem Screening von Philipp Küchler aus dem Jahr 2012. Da für das Screening damals nur wenig Zeit zur Verfügung stand und einige Bereiche aufgrund dichter Fichtenverjüngung sehr unzugänglich waren, gibt es gewisse „blinde Flecken“ auf der Karte der Torfmächtigkeiten. Um sicherzustellen, dass sich die Probeflächen im Bereich Moor oder Moorgley befinden, wurden an jedem ausgewählten Punkt mittels einer Moorklappsonde eine Bodenansprache bis auf den mineralischen Untergrund durchgeführt.



7.1 Methoden

Einrichtung der Monitoringflächen (Plots): Es wurden insgesamt 48 Plots mit einer Größe von 25 m² (5 x 5 m) mit Robinienstäben an allen vier Eckpunkten markiert und diese dauerhaft mit Magneten vermarkt. Darüber hinaus wurden die Eckpunkte mit einem Differential-GPS eingemessen werden. Die Einrichtung der Plots erfolgte größtenteils im April 2025. Da die Durchführung der Variante 3-1 (Hohes Mulchen) erst im Juli 2025 und die Variante 4-1 (Birkenvereinzelnung) im September 2025 erfolgte, wurden diese Plots erst im Oktober eingerichtet. Abbildung 17 gibt eine Übersicht über die Lage und Abgrenzung der Varianten. Während der Kartierung wurden an jedem Plot ein Foto von der südwestlichen Richtung der nordöstlichen Ecke gemacht. Des Weiteren wurden mit einer Drohne (DJI Mini 4 Pro Fly More Combo) Aufnahme aus 15 m Höhe (bei niedrigwüchsiger Vegetation) bzw. 25 m Höhe gemacht. Diese geben einen Eindruck der strukturellen Vielfalt der Plots und dienen der Eichung der Einschätzung von Deckungsgraden (z. B. der Baum-/Strauchschicht, Totholz etc.) (Abb. 18).

7.2 Vegetation

Die Aufnahme der Vegetation wurde größtenteils im Zeitraum von Mai bis Juli 2025 durchgeführt. Auf den Varianten 3-1 und 4-1 konnte dies aufgrund des Zeitpunkts der Durchführung der Maßnahmen erst im Oktober 2025 erfolgen. Die Aufnahmemethodik orientiert sich an dem seit 2022 an der NW-FVA für das Monitoring wiedervernässter Waldmoore verwendeten vereinfachten Verfahren (s. Aufnahmebogen im Anhang 1). Hierbei ist die Erfassung der Vegetation auf Artebene lediglich alle fünf Jahre vorgesehen. In den dazwischenliegenden Jahren werden die Deckungsgrade für Gruppen moortypischer Arten (Seggen, Wollgräser, Binsen, Torfmoose) sowie für Wechselfeuchtezeiger (Pfeifengras, Zwergsträucher) und Störzeiger (Brennnessel, Brombeere, Himbeere, Adlerfarn) erfasst. Dies verringert den Arbeitsaufwand erheblich, dennoch können grundsätzliche Aussagen über die Entwicklung der Vegetation abgebildet werden. 2025 wurden die Deckungsgrade von Baum-, Strauch-, Kraut- und Mooschicht, Streuschicht, Offenboden und Totholz sowie der vorkommenden Pflanzenarten auf Artebene nach der Skala von Braun-Blanquet erfasst. Totholz- und stubbenbesiedelnde Moose wurden lediglich unter der Kategorie „andere Waldmoose“ aufgenommen, da sie als Relikte der Bewirtschaftung keine Zeigerfunktion besitzen.

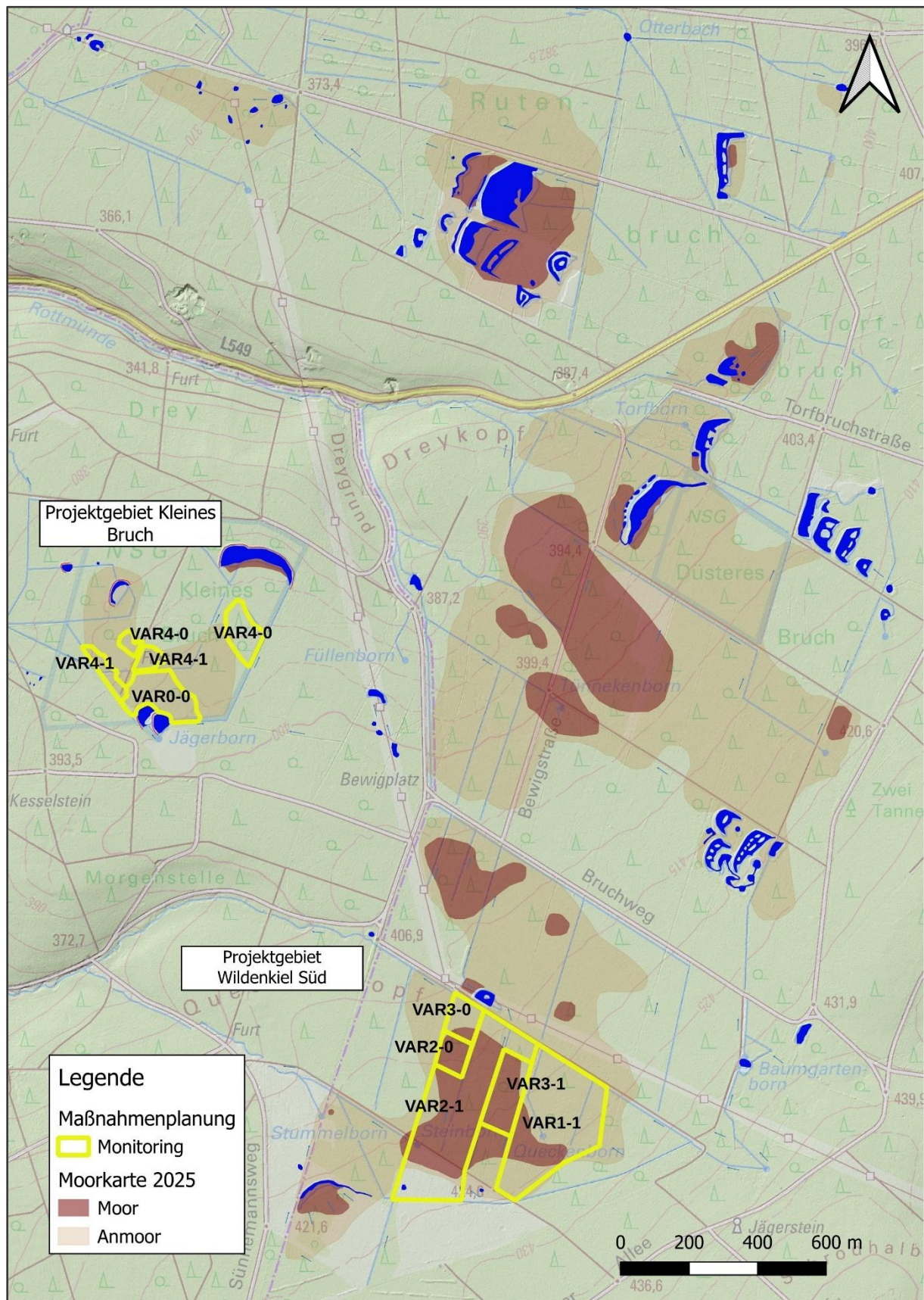


Abbildung17: Übersicht der Abgrenzung der acht Monitoringvarianten



Abbildung 18: Aufnahmen des Plots 3 der Behandlungsvariante 2-1 (Mulchen und Beweiden) aus der südwestlichen Ecke (links) und in der Drohnenaufnahme (rechts)

Um Synergien mit bereits erhobenen Daten herzustellen, wurden in den Varianten 2-1 und 3-0 zwei bzw. fünf Punkte ausgewählt, die im Rahmen einer Bachelorarbeit (Rother 2022) bereits im Jahr 2021 vegetationskundlich erfasst wurden. Abbildung 19 zeigt eine Übersicht aller Vegetationsplots in den beiden Projektgebieten Kleines Bruch und Wildenkiel Süd.

Für die Auswertung wurde das Statistikprogramm R Version 4.5.0 (RCore Team 2024)) verwendet, um Deckungsgrade der einzelnen Schichten, Moorartengruppen und Störzeiger zu berechnen. Eine Zuordnung der Ellenberg-Zeigerwerte für Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, Reaktion und Stickstoff zu den einzelnen Arten erfolgte über die Beta-Version der an der NW-FVA entwickelten Rote-Liste-App (<https://www.nw-fva.de/rlapp/>). Die Berechnung der Werte zur Erstellung der Boxplots erfolgte ungewichtet an Hand des Vorkommens der Arten je Plot.

Mit der im Rahmen des Projekts „Waldmoore: Beitrag in Hinblick auf Biodiversitäts- und Klimaschutz“ des Thünen-Instituts für Waldökosysteme unter Beteiligung der NW-FVA erstellten bundesweiten Moorartenliste lag bereits ein (bisher noch unveröffentlichtes) Tool zur Einstufung der kartierten Arten vor. Die Liste unterscheidet „moortypische“ (Arten der naturnahen Moore und Anmoore, aber auch in anderen Feuchtgebieten vorkommend) und „moorspezifische“ (ausschließlich in wassergesättigten, naturnahen Mooren und Anmooren) Arten. Für die Einordnung der Pflanzenarten im Bereich Wildenkiel wurde die niedersächsische Teilliste verwendet.

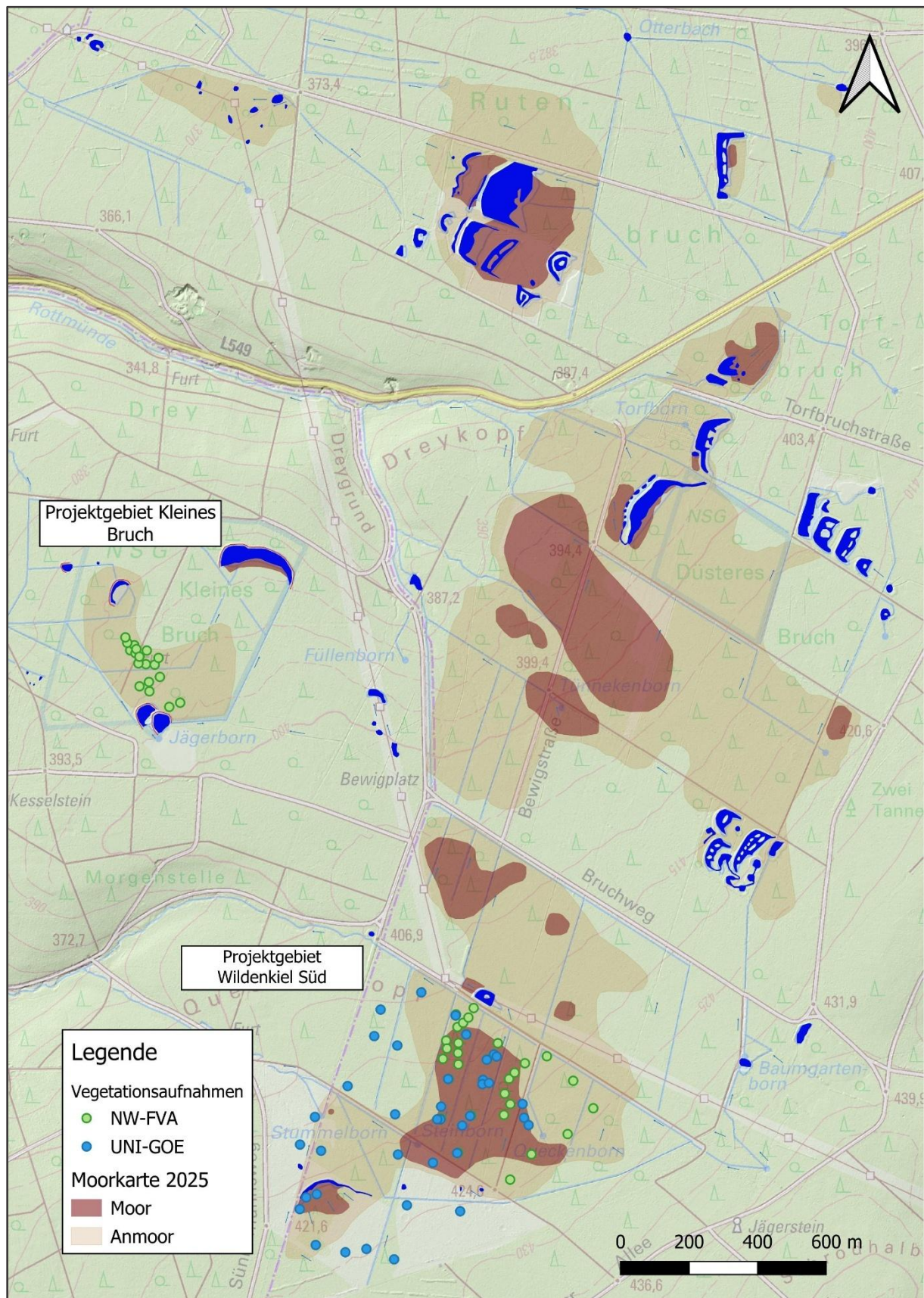


Abbildung 19: Übersicht über die Lage der Vegetationsaufnahmen der NW-FVA sowie der Universität Göttingen innerhalb der Projektgebiete

7.3 Gehölzverjüngung

Die Aufnahme der Gehölzverjüngung erfolgte ebenfalls auf den 5 x 5 Meter großen Probeflächen. Es wurden alle Gehölze mit Angabe ihrer Art erfasst, dazu erfolgte die Einordnung in eine der vier Höhenklassen 1 (<0,3 m), 2 (0,3-3 m), 3 (>3 m) und 4 (>3 m und BHD >7 cm) und die Zuordnung zum Zustand des Objektes (d. h. einer Klasse der oberirdischen Objekte des Derbholzbestands entsprechend der Aufnahmemethodik für Probekreisinventuren in hessischen Naturwaldreservaten (Meyer et al. 2022, s. Tab. 5). Die Klassen geben an, ob es sich um lebende oder tote, vollständige oder unvollständige Objekte oder Stubben handelt. Dabei wurden die durch Mulchen bzw. Fraß in ihrer Höhe reduzierten Pflanzen als Stubben aufgenommen. So lässt sich später beurteilen, zu welchem Prozentsatz die Gehölze wieder austreiben. Die Höhe wurde bis fünf Meter mit einer Teleskopmessstange erfasst, die Oberhöhe für den Plot mit einem Vertex IV © inkl. Transponder T3 gemessen bzw. wo dies nicht möglich war (vor allem im Birkenvorwaldstadium), geschätzt.

7.4 Boden

Bohrprofile

An jeder Probefläche wurde etwa ein bis zwei Meter von der Südwestecke entfernt ein Bohrprofil mit einer Moorklappsonde der Firma UGT (bei höheren Torfmächtigkeiten) oder einem Stechbohrer mit schmaler Kammer der Firma Ejkelkamp (auf anmoorigen Standorten) bis zum mineralischen Untergrund erstellt. Es wurden die Abfolge von Torfart, Zersetzungsgrad, Beimengungen und die jeweilige Mächtigkeit der Schichten aufgenommen.

Monitoring der Geländehöhenänderung

In Anlehnung an eine Methodik, die im bundesweiten Moorbodenmonitoring Wald (s. Gabriel et al. 2023) Verwendung findet, wurde an jeder Probefläche im Abstand von ein bis zwei Metern zur Südwestecke eine Edelstahlgewindestange (ein Zoll) bis in den mineralischen Untergrund eingeschlagen, mittels derer Höhenänderungen der Oberfläche (Quellen und Schrumpfen des Torfkörpers bzw. langfristig Torfwachstum und Torfzehrung) nachgewiesen werden können. Auf dem Deckel wurden mit einem Edding Permanent Marker Markierungen in alle vier Himmelsrichtungen angebracht und die Entfernung zwischen Oberkante und Boden mit einem Zollstock auf den Millimeter genau gemessen (der Eigendruck des Zollstocks bestimmt die Einsinktiefe) (s. Abb. 20).

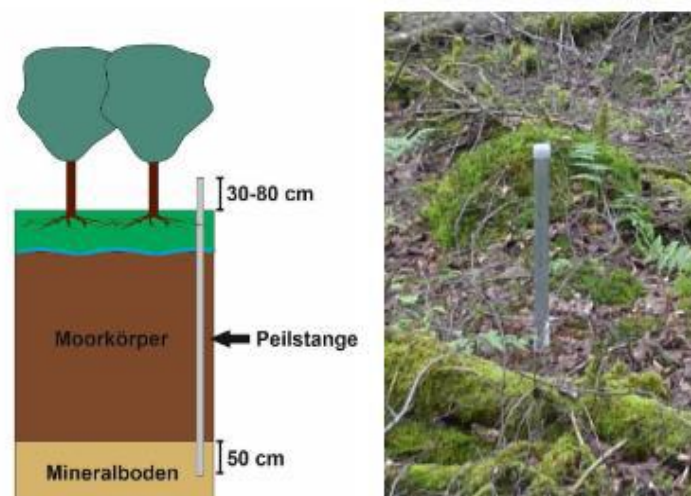


Abbildung 20: Installation der Peilstange im Torfkörper (links), Peilstange im Gelände (rechts). Abbildung entnommen aus (Gabriel et al. 2023).



Entnahme von Bodenproben zur Berechnung des Kohlenstoffvorrats

Um den noch verbliebenen Kohlenstoffspeicher der organischen Böden im Wildenkiel-Komplex quantifizieren zu können, wurden am 2. und 3. September 2025 an insgesamt elf Standorten im Moorkomplex Wildenkiel Bodenproben entnommen. Je Standort und Horizont wurde eine volumengerechte Probe mittels Stechzylinder oder, bei tiefergehendem Profil mittels Moorklappsonde, entnommen, an Hand derer die Trockenrohdichte der Torfe bestimmt werden kann. Analog wurde in jedem Horizont auch eine Mischprobe zur Bestimmung der Kohlenstoffgehalte entnommen, des Weiteren eine Probe der organischen Auflage mittels Stechrahmen. Die Proben wurden zur Untersuchung in das Umweltlabor der NW-FVA gegeben.

Aus der Standortkartierung von Schmidt-Bucherer und Görges (1965) liegen Informationen über die damalige Ausdehnung des Torfkörpers vor. Die Karte mit den Umrissen der einzelnen Standorttypen wurde georeferenziert und diese unter Verwendung von QGIS digitalisiert, sodass flächenscharfe Berechnungen der Bereiche sowohl für ihre Ausdehnung als auch den Kohlenstoffspeicher möglich waren. Dazu wurden die im Labor ermittelten Werte für jeden der elf im Jahr 2025 aufgenommenen Standorte genutzt, um ein Leitprofil in Anlehnung an (Möller and Heller 2009) je Standort zu erstellen. Für die Erstellung der Leitprofile wurden auch bereits vorhandene Labordaten aus einer Bachelorarbeit (Gretges 2021) und der Thünen-Fläche für das bundesweite Moorbodenmonitoring verwendet, die sich südlich der Wetterstation im Projektgebiet Wildenkiel Süd befindet. Die so berechneten Kohlenstoffwerte werden mit der durchschnittlichen Mächtigkeit und der Ausdehnung des Torfkörpers für einen Standort multipliziert. Für die Berechnung des Kohlenstoffspeichervorrats zum Zeitpunkt der Standortaufnahme in den 1960er Jahren wurden die Leitprofile den entsprechend passenden Standorttypen von damals zugeordnet und ebenfalls über die damalige Ausdehnung und durchschnittliche Moortiefe der Vorrat berechnet. Dadurch lassen sich Aussagen sowohl zum Verlust der Moorausdehnung als auch über durch die Entwässerung aus dem Moor freigesetzte Kohlenstoffdioxid-Emissionen treffen. Eine Karte der in die Berechnungen einbezogenen Bodenprobepunkte findet sich in Anhang 2.

7.5 Hydrologie

Seit 2014 werden im Moorkomplex Wildenkiel an 20 Standorten mittels automatisierter Datenlogger die Grundwasserstände aufgezeichnet und an acht Gewässerstrukturen automatisierte Abflussmessungen durchgeführt (Abb. 21). Eingerichtet wurden diese im Auftrag der Niedersächsischen Landesforsten durch das Ingenieurbüro Matheja Consult, durch welches auch die jährliche Auswertung und Erstellung eines Berichts erfolgt. Der letzte Bericht gibt Auskunft über die Verhältnisse im Kalenderjahr 2024. Die Pegelstandorte wurden im Rahmen des Projekts BiMoWa geprüft und die Technik der Datenlogger vereinheitlicht. Im Kleinen Bruch wurde ein zusätzlicher Datenlogger eingebaut.

Ein wichtiger Faktor, um Grundwasserstände auswerten zu können, sind zeitlich hoch aufgelöste und räumlich möglichst nahe liegende Niederschlagsdaten. Die bisher genutzten Daten für die Auswertung stammten von der südwestlich des Wildenkiels gelegenen Wetterstation Bodenfelde-Amelith.

Die im Februar 2026 installierte DWD-kompatible und solarbetriebene Wetterstation im Projektgebiet Wildenkiel Süd wird in Zukunft eine deutliche Verbesserung der Datengrundlage zur Interpretation der Grundwasserdaten liefern.

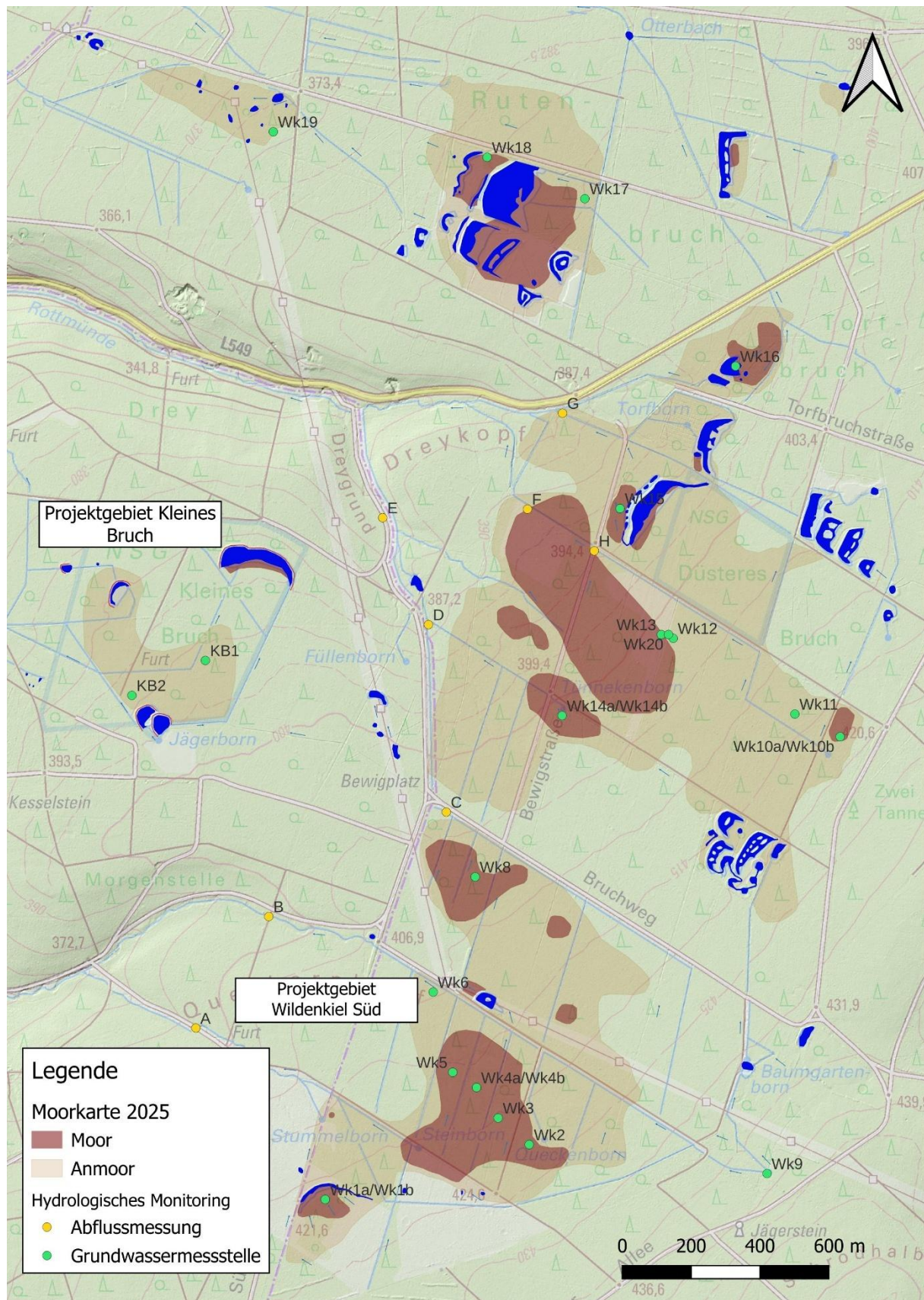


Abbildung 21: Übersicht über die Lage der bisher betriebenen Abflussmesspegel (Bezeichnung A-G) sowie der Grundwassermessstellen (Bezeichnung KB1 und KB2, Wk 1-19) innerhalb der Projektgebiete



8. Ergebnisse

8.1 Vegetation

Auf den 48 Dauerbeobachtungsflächen wurden 48 Gefäßpflanzenarten und sieben Moosarten nachgewiesen. Im Mittel waren auf den Plots der einzelnen Varianten zwischen vier Arten (Var4-1) und 13 Arten (Var1-1) vorzufinden (Abb. 22).

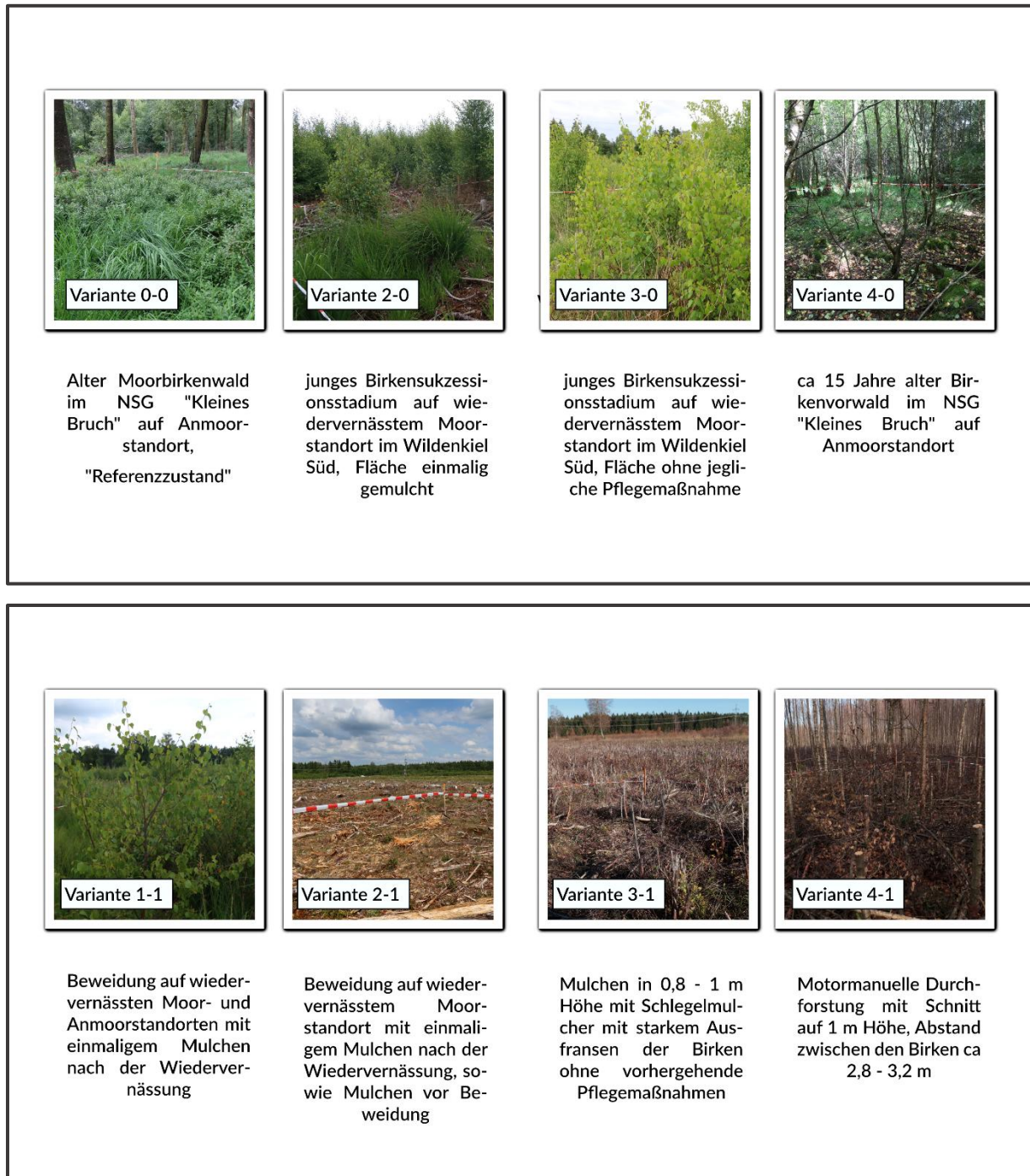


Abbildung 22: Ansichten je einer Dauerbeobachtungsfläche der 8 Varianten jeweils von der südwestlichen Ecke der Probefläche nach Nordosten fotografiert. Die Zeitpunkte der Aufnahmen variieren zwischen Mai und Oktober. Fotos: M. Aljes

Kennwerte der Dauerbeobachtungsflächen

Da Pflanzen verzögert auf Veränderungen in ihrer Umwelt reagieren, bildet die Vegetation der Dauerbeobachtungsflächen auf den Plots im ersten Jahr des Monitorings überwiegend den Ausgangszustand ab und weniger die Auswirkungen der einzelnen Behandlungsvarianten auf die Vegetation. Es zeigen sich deutliche Unterschiede in den Kennwerten der einzelnen Schichten (s. Tab. 2). Aus den maximalen Baumhöhen und Deckungsgraden der Baumschicht wird ersichtlich, dass die Flächen durch die verschiedenen Behandlungsvarianten strukturell bereits sehr vielfältig sind. Im Vergleich zu Kennwerten aus dem Jahr 2021 (Rother, 2022) lässt sich feststellen, dass in den dort innerhalb des Bereichs B (Wiedervernässung 2019) aufgenommenen Probeflächen (entspricht Variante 2-0, 2-1, 3-0 und 3-1) die mittlere Deckung der Krautschicht von nur 28 % auf 46 % angestiegen ist und die mittlere Deckung der Moosschicht von 6 % auf 7 % zugenommen hat. Der Deckungsgrad des Totholzes ist von 20 % auf 7 % gesunken.

Tabelle 2: Darstellung der mittleren Deckungsgrade auf den Probeflächen für die Parameter Baumschicht (Gehölze >3 m), Strauchschicht (Sträucher und Gehölze zwischen 0,3 und 3 m), Krautschicht (krautige Pflanzen), Moosschicht (nur bodenbewohnende Moose) und Offenboden. Für Baumschicht und Strauchschicht ist zusätzlich die Maximalhöhe angegeben.

Variante	mittlere Deckung/maximale Höhe Baumschicht	mittlere Deckung/maximale Höhe Strauchschicht	mittlere Deckung Krautschicht	mittlere Deckung Moosschicht	mittlere Deckung Totholz	mittlere Deckung Offenboden
0-0	44 % / 23,4 m	9 % / 2,5 m	93 %	15 %	2 %	0 %
1-1	4 % / 3,5 m	28 % / 2,9 m	65 %	2 %	12 %	1 %
2-0	27 % / 3,8 m	15 % / 2,5 m	48 %	8 %	10 %	2 %
2-1	-	2 % / 0,75 m	53 %	10 %	10 %	10 %
3-0	8 % / 4 m	31 % / 2,8 m	58 %	4 %	4 %	4 %
3-1	-	38 % / 1,3 m	23 %	7 %	4 %	1 %
4-0	94 % / 15 m	4 % / 1,5 m	13 %	1 %	2 %	0 %
4-1	58 % / 13 m	1 % / 1,5 m	7 %	3 %	15 %	0 %

Moorbindung und Ellenberg-Zeigerwerte

In den beiden Projektgebieten Kleines Bruch und Wildenkiel Süd vorgefundene Pflanzen, die an Hand der Moorartenliste für Niedersachsen als moortypisch und moorspezifisch eingestuft wurden, sind in Tab. 3 aufgeführt. Dabei weist der naturnahe, aber dennoch seit über 150 Jahren entwässerte Moorbirkenbruchwald im Kleinen Bruch den höchsten Anteil moortypischer Arten im Vergleich zur Gesamtartenzahl auf, es konnten jedoch keine moorspezifischen Arten auf den Probeflächen nachgewiesen werden. Im wesentlich größeren Projektgebiet Wildenkiel Süd zeichnen sich die etwas tiefer gelegenen westlichen Bereiche, in denen das Quellwasser der Hangneigung entsprechend natürlicherweise abfließt und in den Schmachthagengrund mündet, durch den zweithöchsten Anteil moortypischer Arten aus, ebenso konnte dort der Großteil der moorspezifischen Arten bestimmt werden (Abb. 22).



Tabelle 3: Auf den Dauerbeobachtungsflächen vorgefundenen Pflanzenarten innerhalb der beiden Projektgebiete in alphabetischer Reihenfolge

Projektgebiet	moortypische Arten	moorspezifische Arten
Kleines Bruch	<i>Betula pubescens</i> s. l., <i>Carex nigra</i> , <i>Epilobium palustre</i> , <i>Iris pseudacorus</i> , <i>Juncus effusus</i> , <i>Molinia caerulea</i> , <i>Sphagnum fimbriatum</i> , <i>Sphagnum girgensohnii</i> , <i>Sphagnum palustre</i> , <i>Trientalis europaea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i>	-
Wildenkiel Süd	<i>Agrostis canina</i> , <i>Betula pubescens</i> s. l., <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Carex canescens</i> , <i>Carex nigra</i> , <i>Deschampsia cespitosa</i> , <i>Hypericum tetrapterum</i> , <i>Juncus effusus</i> , <i>Molinia caerulea</i> , <i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Sphagnum girgensohnii</i> , <i>Sphagnum palustre</i> , <i>Trientalis europaea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Carex echinata</i> , <i>Carex rostrata</i> , <i>Polytrichum commune</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Sphagnum papillosum</i>

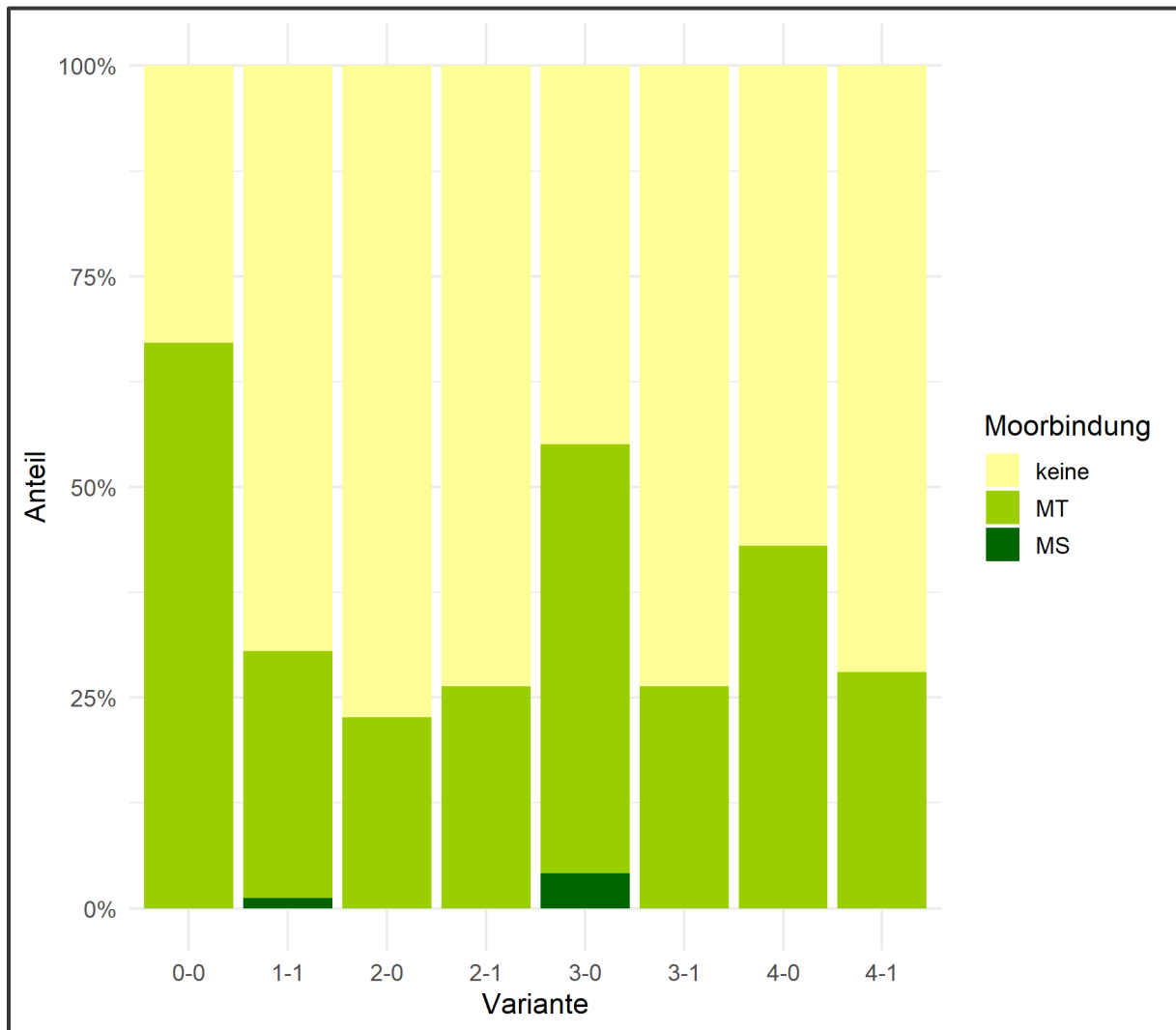


Abbildung 22: Darstellung der Anteile der Pflanzenarten mit Moorbindung innerhalb der untersuchten Varianten. MT = moortypisch, MS = moorspezifisch.

Die Zeigerwerte von Ellenberg (2001) werden in der Ökologie verwendet, um anhand der Ansprüche der Pflanzen, die an einem bestimmten Standort vorkommen und dort zusammen eine Pflanzengesellschaft bilden, Aussagen über den Standort zu treffen. Für unsere Fragestellungen relevant sind dabei die Zeigerwerte zu Licht, Stickstoff und vor allem Feuchtigkeit. In Abb. 23-25 sind diese in Form von Boxplots der mittleren Zeigerwerte mit Angabe der Minima, Maxima, des 5- und 95-Perzentils sowie des Medians über die einzelnen Varianten dargestellt.

Licht

Die Werte bewegen sich für die Lichtzahl im Median zwischen 5,8 in Variante 4-1 (Birkenvorwald mit Vereinzelung) und 6,8 in Variante 1-1 (Schafbeweidung ohne vorheriges Mulchen). Dabei bewertet die Lichtzahl die relative Beleuchtung, die am Wuchsort der jeweiligen Art zur Zeit der vollen Belaubung der sommergrünen Pflanzen bei diffuser Beleuchtung herrscht. Auf den Flächen zeigen die Pflanzen demnach aktuell Halbschatten- bis Halblichtbedingungen an.

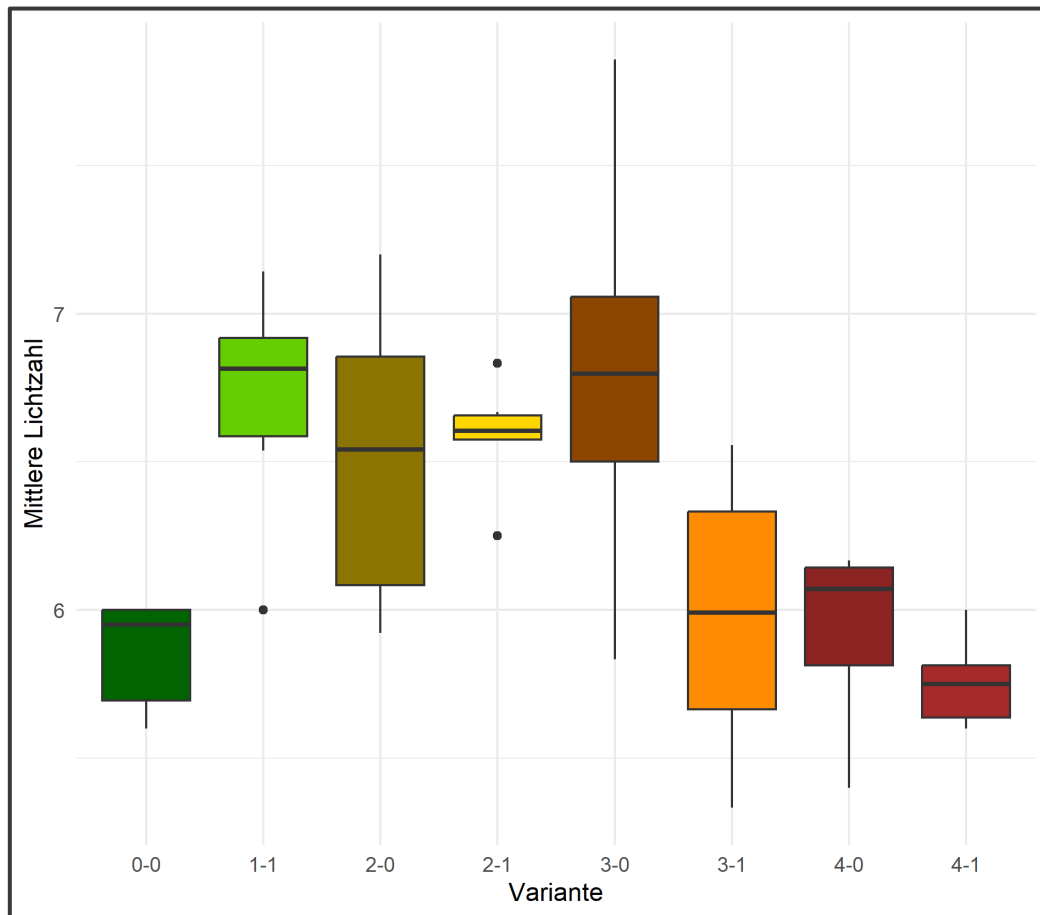


Abbildung 23: Boxplot-Darstellung für die mittlere Lichtzahl nach Ellenberg in den einzelnen Varianten

Stickstoff

Die Stickstoffzahl (auch als Nährstoffzahl bezeichnet) beschreibt die allgemeine Nährstoffverfügbarkeit im Boden, d. h. außer Stickstoff auch die Verfügbarkeit von Kalium, Phosphor und Magnesium. Da Torfe außerordentlich gut Nährstoffe festlegen und diese bei der Torfzersetzung freigesetzt werden, ist es nicht verwunderlich, dass die Varianten der wiedervernässten Flächen die höchsten Werte aufweisen. Die Probeflächen im Kleinen Bruch deuten auf eine deutlich geringere Nährstoffverfügbarkeit hin. Die Werte betragen im Median 2,6 bis 2,9 im Kleinen Bruch, d. h. Stickstoff- bzw. Nährstoffarmut anzeigend, und 3,8 bis 4,5 auf den Varianten im wiedervernässten Moorbereich Wildenkiel Süd, was der Kategorie Stickstoffarmut- bis Mäßigstickstoffzeiger entspricht.

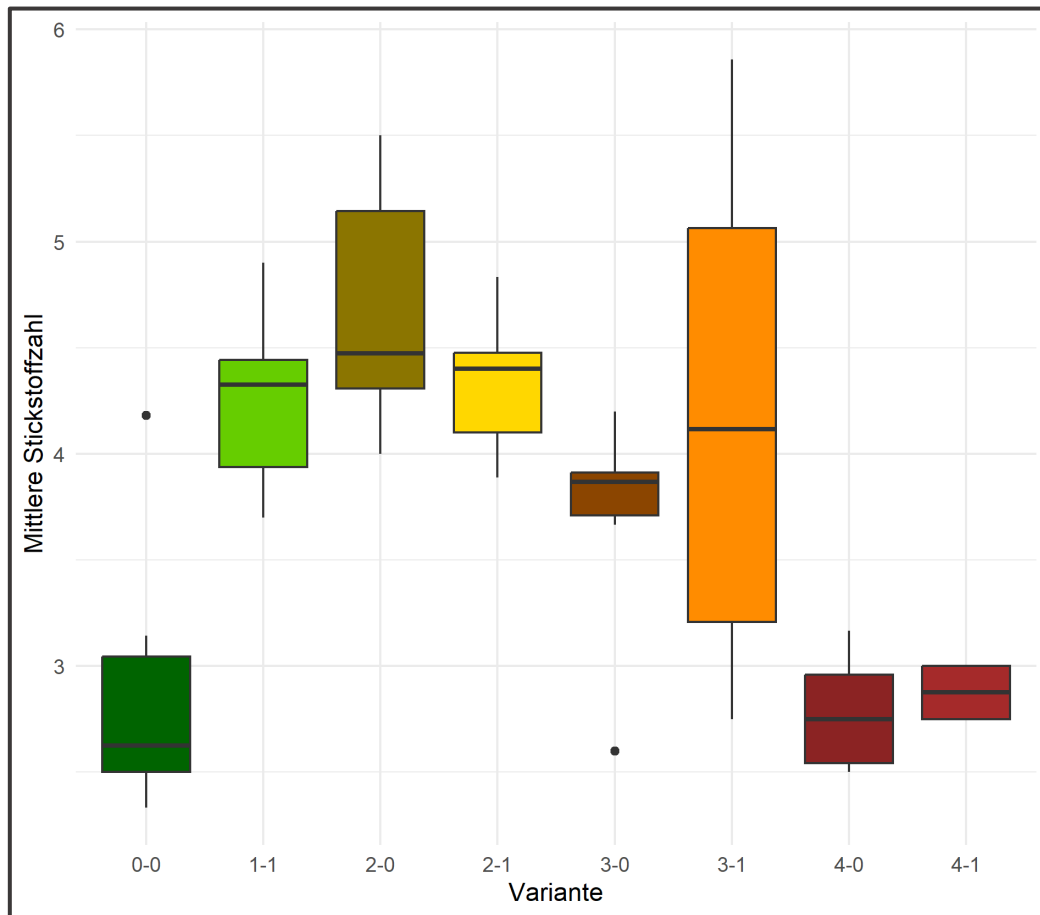


Abbildung 24: Boxplot-Darstellung für die mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg in den einzelnen Varianten

Feuchte

Die geringste mittlere Feuchtezahl findet sich in Variante 4-1 mit 5,5, die höchsten Werte sind mit jeweils 6,7 in Variante 3-0 und 0-0 zu verzeichnen, wobei die Streuung in den Varianten 3-0 und 4-1 recht hoch ist. Dies deutet auf die Heterogenität der Flächen hin. Auch Variante 1-1 liegt mit 6,2 nicht weit entfernt von der „Referenzfläche“ (Variante 0-0) im NSG Kleines Bruch. Damit bewegen sich die Werte in der Interpretation zwischen Frische- und Feuchtezeiger bzw. zwischen mittelfeuchten und oft durchnässten (luftarmen) Böden. Im Vergleich zu den für das Jahr 2021 bei Rother (2022) berechneten Feuchtwerten für den Bereich B gab es einen geringfügigen Anstieg von 5,7 auf 6,1.

Vereinfachtes Monitoring

Die Ergebnisse zeigen, dass die Flächen grundsätzlich eine geringe Anzahl der als „Störzeiger“ für Moore definierten Artengruppen aufweisen. In Variante 1-1 ist der Wert mit 7 % am höchsten. Auf der anderen Seite fällt jedoch auch die Deckung moortypischer Artengruppen recht gering aus. Es dominieren Arten, die an wechselfeuchte Bedingungen angepasst sind (Tab. 4).

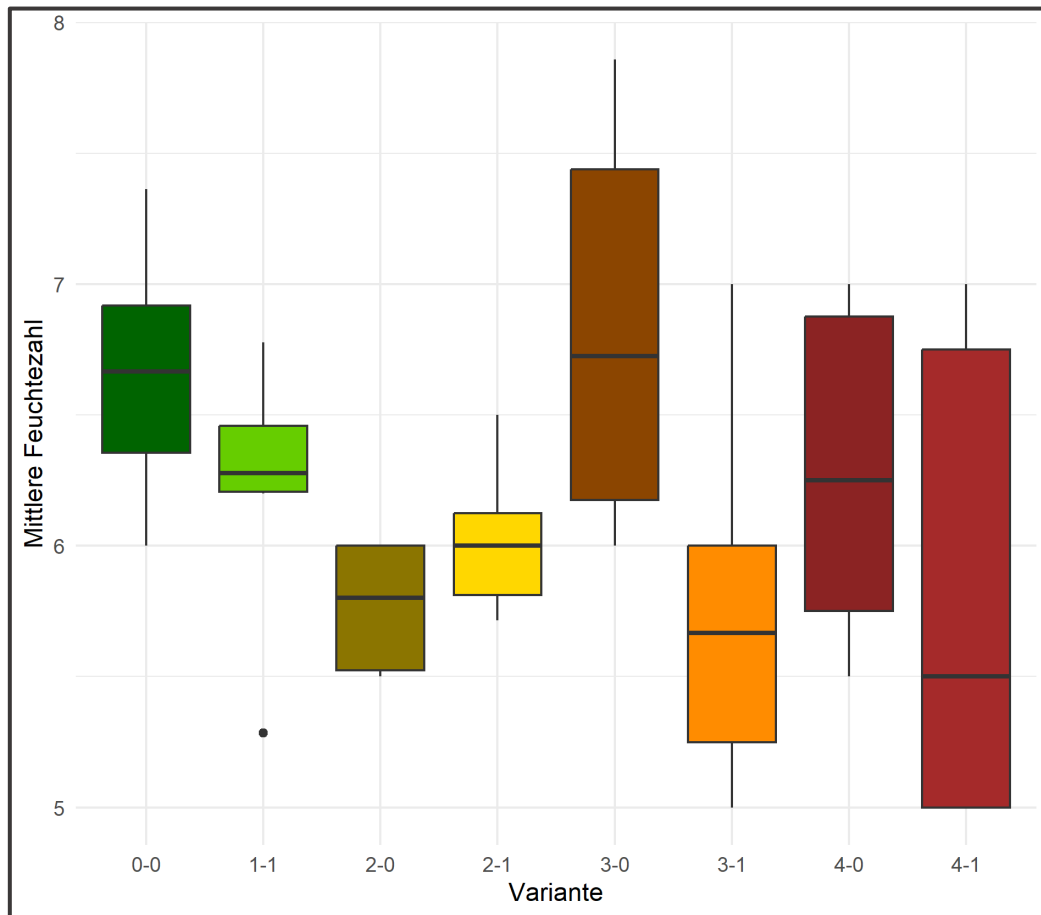


Abbildung 25: Boxplot-Darstellung für die mittlere Feuchtezahl nach Ellenberg in den einzelnen Varianten.

Tabelle 4: Prozentuale Deckung der im vereinfachten Vegetationsmonitoring für Waldmoore zur Anwendung kommenden Artengruppen der Störzeiger, Moorartengruppen und Wechselfeuchtezeiger.

Variante	Mittlere Deckung Störzeiger	Mittlere Deckung Moorartengruppen	Mittlere Deckung Wechselfeuchtezeiger
	Brennnessel/Brombeere/Himbeere	Torfmoose/Gold-Frauenhaarmoose/Seggen/Binsen	Pfeifengras/Zwergsträucher
0-0	1 %	13 %	80 %
1-1	7 %	15 %	19 %
2-0	3 %	4 %	8 %
2-1	0 %	2 %	21 %
3-0	3 %	21 %	28 %
3-1	1 %	1 %	18 %
4-0	0 %	0 %	9 %
4-1	0 %	0 %	7 %

8.2 Gehölzverjüngung

Höhenklasse

Die Anzahl der gezählten Baumindividuen variiert erwartungsgemäß zwischen den Varianten. Die größten strukturellen Ähnlichkeiten weisen die Varianten 1-1, 2-0 und 3-0 auf. Den höchsten Anteil stellen Gehölze der Höhenklasse 0,3 bis 3 m, aber auch jüngere Individuen sind in den lichten Bereichen zu finden. Auf der Variante mit Beweidung (2-1) verschiebt sich aufgrund des vorhergehenden Mulchens und der anschließenden Beweidung der Fokus auf die Höhenklasse < 0,3 m. Hier spielt auch der höhere Anteil an Rohboden mit guten Keimbedingungen eine Rolle.

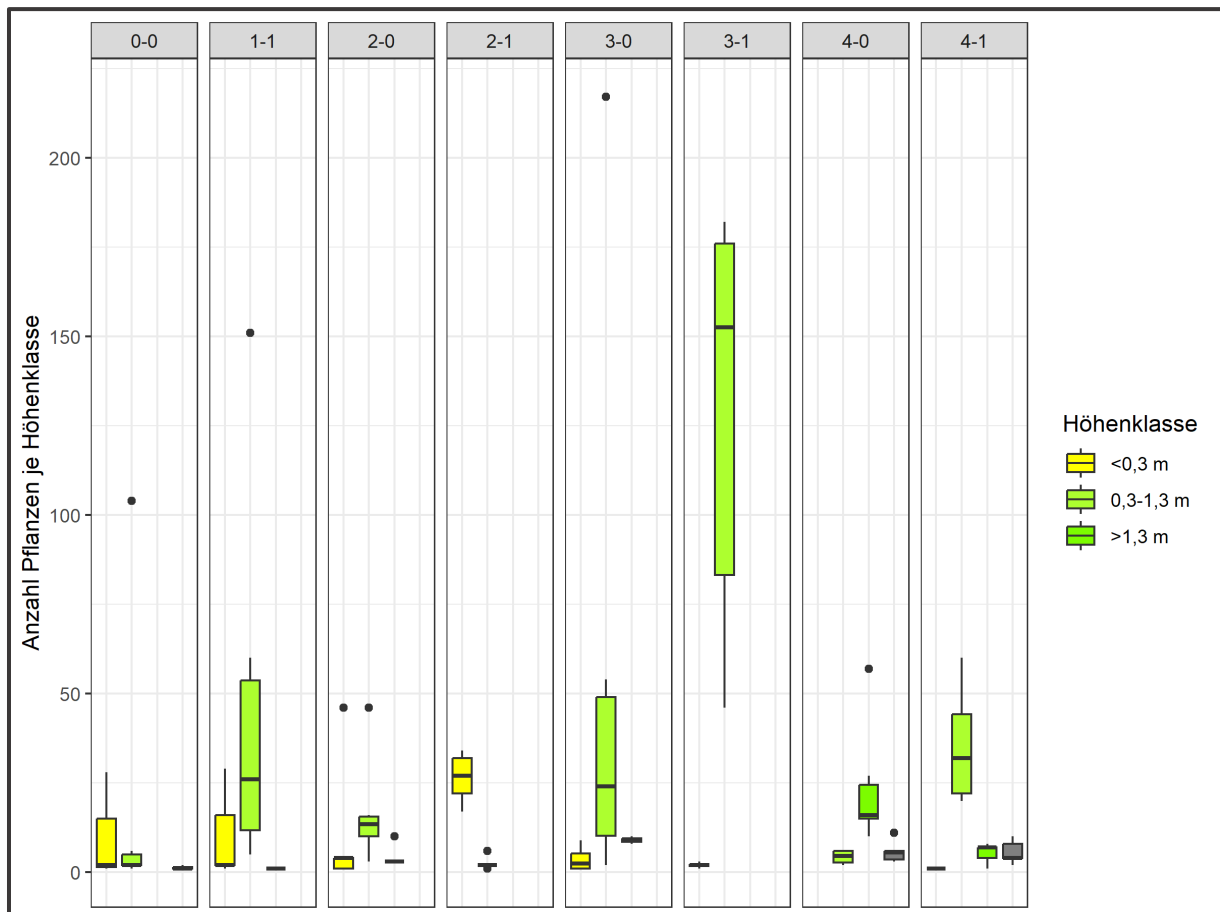


Abbildung 26: Boxplot-Darstellung der Anzahlen gezählter Sprosse in den 25 m² großen Monitoringflächen (n = 6) je Variante

Baumarten

Auf allen Varianten dominiert die Moor-Birke, überwiegend in der phänotypischen Ausprägung der Karpaten-Birke mit intermediären Blatt- und Behaarungsmerkmalen. Die zweithäufigste Baumart war mit großem Abstand die Eberesche, in einigen Varianten auch die Fichte. Den höchsten Anteil erreicht die Fichte im Birkenvorwaldstadium (4-0) mit einem Anteil von 10 %. Weitere Baumarten, die mit sehr geringen Individuenzahlen vertreten waren, sind Sal-Weide, Stiel-Eiche, Zitterpappel und Gewöhnliche Traubenkirsche. Innerhalb der Varianten 4-0 und 4-1, dem Birkenvorwaldstadium, war eine Unterscheidung zwischen Moor- und Sand-Birke nicht immer möglich. Es könnte daher sein, dass hier der Anteil der Sand-Birke unterschätzt wurde.



Variante	Baumartenzusammensetzung	Baumartenanteile in %	Gesamtanzahl Gehölze je ha
0-0	Moor-Birke / Eberesche / Rot-Fichte	90,1 / 4,6 / 5,3	10.133
1-1	Moor-Birke / Eberesche / Sand- Birke / Rot-Fichte / Zitterpappel	89,1 / 6,1 / 3,3 / 1,2 / 0,3	21.933
2-0	Moor-Birke / Rot-Fichte / Eberesche / Frühblühende Traubenkirsche / Stiel-Eiche	93,8 / 2,8 / 2,2 / 0,6 / 0,6	11.933
2-1	Moor-Birke / Eberesche / Rot-Fichte / Stiel-Eiche / Sal-Weide	80,8 / 14,0 / 4,1 / 0,6 / 0,6	11.466
3-0	Moor-Birke / Rot-Fichte / Sal-Weide / Eberesche / Zitterpappel / Stiel- Eiche	91,4 / 4,4 / 2,5 / 0,8 / 0,6 / 0,3	24.200
3-1	Moor-Birke / Rot-Fichte / Eberesche	95,5 / 2,5 / 2	52.333
4-0	Moor-Birke / Rot-Fichte	90,1 / 9,9	12.800
4-1	Moor-Birke / Rot-Fichte	97,4 / 2,6	17.800

8.3 Boden

Die mittlere Torfmächtigkeit rangiert für die einzelnen Varianten von gering mächtigen Moorgleyen mit bereits stark degradierter Torfauflage von 0,15 m (Var 4-0 und 4-1) über Moorgleye mit einer Mächtigkeit von knapp 0,3 m (Var 0-0) sowie Bereichen mit sowohl Moorgley als auch höheren Torfmächtigkeiten von 0,5 m (Var 1-1 und 3-0) (s. Abb. 21 und 22) zu den höheren Mächtigkeiten mit durchschnittlich 0,6 m (Var 2-1 und 3-1) und 0,75 m (Var 2-0). Die Vererdungstiefe beträgt an fast allen Standorten 20-30 cm oder mehr.



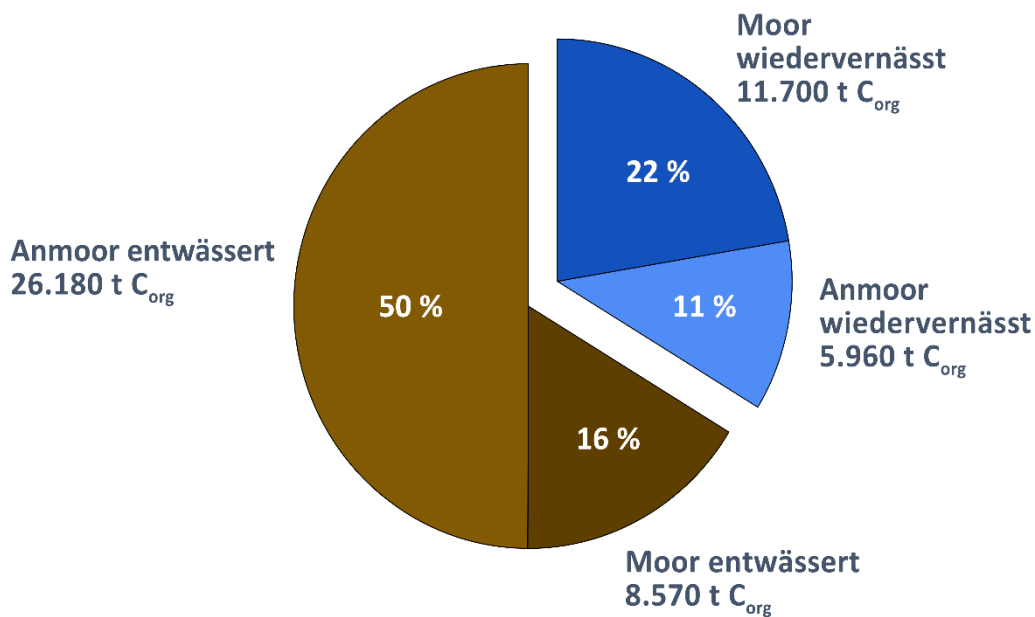
Abbildung 27 (links) und 28 (Mitte und rechts): Spatenprofil aus dem NSG Düsteres Bruch stellvertretend für geringmächtige und stark vererdete bis vermulmte Torfe, die an vielen Stellen des Moorkomplexes Wildenkiel anzutreffen sind und 90 cm mächtiges Torfprofil am Plot 2-0-2. Die Vererdung in den obersten 30 cm wird an der bröckeligen Struktur des Torfs deutlich.

Kohlenstoffspeicher und -verlust

Die Größe der heutigen Moorausdehnung stützt sich auf das Screening der Torfmächtigkeiten von Philipp Küchler aus dem Jahr 2012. Die Informationen der Moorausdehnung aus den Kartierungen von 2012 wurden mit den in 2025 entnommenen Bodenproben in Beziehung gesetzt. Im Ergebnis wurde 55 152 t C_{org} auf einer Größe von 208 Hektar verbliebenen organischen Böden berechnet. Für das Jahr 1965 wurde eine Größe von 507 Hektar geschätzt; der Kohlenstoffvorrat betrug dabei 113 329 t C_{org}. Damit beträgt der Flächenverlust organischer Böden am Standort Wildenkiel 298 Hektar, wobei 56 % der echten Moorböden (Torfmächtigkeit >30 cm) verloren gegangen sind und 60 % der ehemals vorhandenen Anmoorböden. Bezogen auf die knapp 180 Jahre währende Entwässerungsphase bedeutet dies einen jährlichen Verlust von knapp 5 Hektar Moorboden und 970 t C_{org} im Jahr. Mit dem Umrechnungsfaktor von 3,76 multipliziert lässt sich die Menge an Kohlenstoffdioxidemissionen ermitteln, die seit den 1960er Jahre aus dem Moor entwichen ist. Sie betrug gemittelt über die vergangenen 60 Jahre 7,2 t pro ha und Jahr.



C-Speicher in Tonnen Wildenkiel und Kleines Bruch



Flächenanteil Wildenkiel und Kleines Bruch

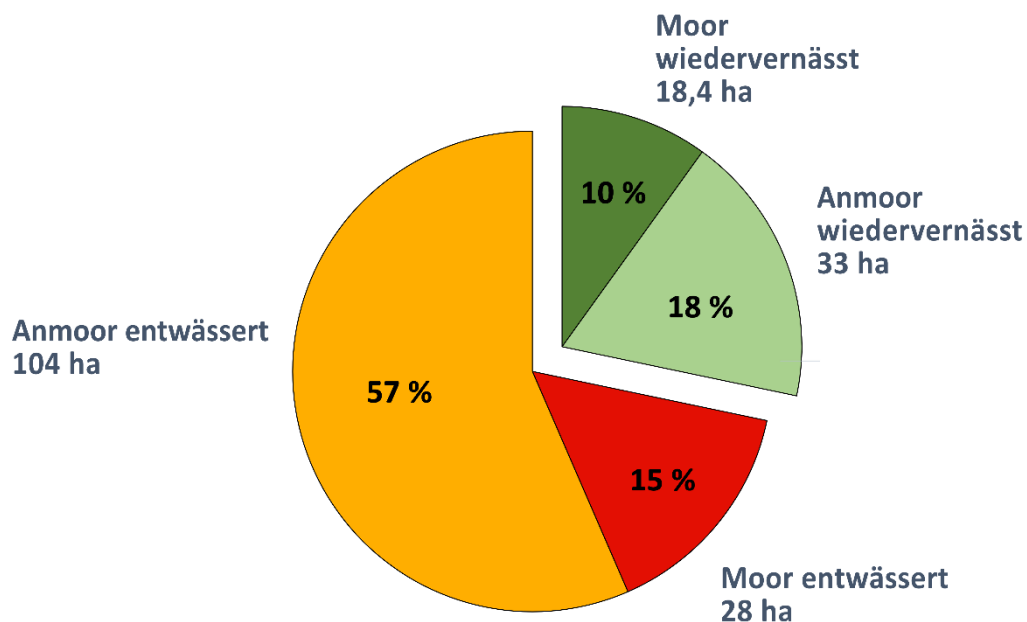


Abbildung 29: Darstellung des auf der aktuell noch verbliebenen Fläche organischer Böden am Standort Wildenkiel (Düsteres Bruch) und Kleines Bruch vorhandenen Menge an organischem Kohlenstoff in Tonnen (oben). Davon wurde knapp ein Drittel in den vergangenen Jahren wiedervernässt, sodass mit zunehmender Durchfeuchtung der Böden der Kohlenstoff langfristig wieder gesichert ist (unten). Ein Großteil der Fläche ist aktuell weiter stark entwässert.



8.4 Hydrologie

Die Auswertung der hydrologischen Daten erfolgt durch das betreuende Ingenieurbüro Matheja Consult. Die letzte Auswertung liegt für das Jahr 2024 vor und bescheinigt den wiedervernässten Flächen im Projektgebiet Wildenkiel Süd einen deutlich verbesserten Wasserrückhalt im Vergleich zu den nördlich davon gelegenen Flächen mit anhaltender Entwässerung (Matheja Consult 2026).

9. Diskussion

9.1 Maßnahmen zum Birkenmanagement

Erste Erkenntnisse aus der Umsetzung der Maßnahmen lassen sich vor allem für die beweideten Varianten ableiten. Es wurde beobachtet, dass die zweimalige Beweidung auf der Variante 2-1 eine deutliche Reduktion des Wiederaustriebs der jungen Moor-Birke bewirkt hat. 2026 soll daher nicht nur ein Teilbereich, sondern die gesamte Fläche der Variante im Juli nachbeweidet werden. Die bei Weitem teuerste Maßnahme war die Birkenvereinzelnung. Hier kann das Monitoring auf lange Sicht Erkenntnisse bringen, ob Boden und Vegetation von dieser Maßnahme profitieren. Voraussetzung ist hierfür aller Voraussicht nach eine erfolgreiche Vernässung der Fläche.

9.2 Maßnahmen zur Wiedervernässung

Über die im Projekt zur Verfügung gestellten Gelder konnte die vollständige Wiedervernässung des NSG „Kleines Bruch“ realisiert werden. Bereits unmittelbar nach der Umsetzung im Herbst 2025 wurden die positiven Effekte der Grabenverfüllung im Gelände sichtbar (deutliche Vernässung sowohl im alten Moorbirkenbestand als auch in den angrenzenden Birkenvorwaldstadien, s. Abb. 30). Des Weiteren leitet der Einbau einer Grabenplombe an einer Grabenkreuzung östlich des Kleinen Bruchs im Februar 2026 nun zusätzlich aus dem Bereich Wildenkiel/Düsteres Bruch abfließendes Wasser zum Kleinen Bruch. Auch diese Maßnahme sorgt bereits für höhere Wasserstände als üblich in der südöstlichen Ecke des Naturschutzgebiets.



Abbildung 30: Überstau der Baggerschneisen im Februar 2026 im Nordwesten des NSG „Kleines Bruch“. Foto: M. Aljes

Auch die Anlage der Furt anstelle des vorherigen Durchlasses zeigte unmittelbar positive Effekte. Durch die Geländeerhöhung ergibt sich ein verlangsamter Abfluss aus dem Moor und somit eine längere Verweildauer des Wassers bei gleichzeitig höherem Wasserstand (Abb. 31). Die Verfüllung des restlichen Randgrabens sorgt nun für eine flächige Verteilung des Wassers im westlichen Moorteil, zuvor hatten sich nur teilweise natürliche Abflussrinnen gebildet. Hier befindet sich auch eine Grundwassermesstelle, sodass die Auswirkungen im Rahmen der nächsten Auswertung deutlich erkennbar sein dürften. Mit Anlage der Furt entstand im nördlich des Bohlwegs gelegenen Fichtenbestand eine kleine Wasserfläche. Dies zeigt, dass der Wegekörper (zumindest an dieser Stelle) durchlässig ist.



Abbildung 31: Verzögerter Moorabfluss in den Schmachthagengrund durch die mit Sandsteinblöcken gefertigte Furt. Foto: M. Aljes

9.3 Monitoring

Aufgrund der heterogenen Standortbedingungen konnten die Untersuchungsflächen nicht so einheitlich wie beabsichtigt angelegt werden. Unvorhergesehene (wenn auch sehr erfreuliche) Ereignisse, wie die Kranichbrut in der Nähe des südlichen Teils der Variante 2-1 sorgten dafür, dass hier das Mulchen erst zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden konnte und dieser Teil somit auch erst 2026 beweidet werden konnte. Dennoch ist das Monitoring-Design geeignet, Veränderungen der Vegetations- und Gehölzentwicklung langfristig abzubilden, da in diesem Teilbereich keine Monitoringflächen ausgewiesen wurden. Unterschiede gab es auch in dem Zeitpunkt der Vegetations- und Gehölzkartierung. Diese ergaben sich aus den Durchführungszeiträumen der einzelnen Maßnahmen, wie in Kapitel 5.3 beschrieben. Daher könnten die Ergebnisse vor allem der Vegetationskartierung (z. B. geringe Artenzahl in Var 4-1) teilweise

auch den unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkten geschuldet sein. Auffällig ist, dass trotz des in der Fläche in großer Anzahl vorkommenden Scheidigen Wollgrases diese Art bisher innerhalb der Plots nicht nachgewiesen wurde. Hier zeigt sich, dass subjektive positive Veränderungen in der Vegetationsstruktur sich nicht immer sofort über ein Monitoring abbilden lassen.

Eine Fortsetzung des Monitorings wird künftig von der NW-FVA übernommen. Da nun alle Plots angelegt sind, lassen sich die Kartierungen in Zukunft in einem zeitlich eingegrenzten Rahmen durchführen. Für Kartierung und Auswertung werden ca. zwei Wochen veranschlagt. Grundsätzlich wäre noch die Erprobung einer zusätzlichen Variante des Birkenmanagements (Abknicken, s. Abb. 32) wünschenswert. Dies könnte im westlichen Teil des Projektgebietes Wildenkiel Süd realisiert werden, da aufgrund der aktuellen Situation (Vernässung, hoher Anteil des Scheidigen Wollgrases) davon auszugehen ist, dass es sich hier ebenfalls um einen Moorstandort handelt. Für diesen Bereich liegen aktuell jedoch noch keine Informationen über die Torfmächtigkeit vor.



Abbildung 3: Abgeknickte Birken im Mooregebiet „Teichwiesen“. Foto: P. Küchler

10. Empfehlungen

Nach Analyse der historischen Unterlagen (Kap. 3) war im Gebiet Wildenkiel (Düsteres Bruch) und Kleines Bruch ein sehr lichter Baumbestand vor allem aus (Moor-)Birken an den flach geneigten vermoorten Hängen typisch und Bestandteil der Moorentwicklung. Im Zuge der Hutennutzung wurde die Auflichtung noch stärker. Nadelbäume wurden erst ab 1737 im Solling eingeführt und das Gebiet wurde für die Aufforstungen entwässert.

Daher kann als Leitbild für die Moorrenaturierung durchaus ein lichter Moorbirkenwald angesehen werden, während Nadelbäume unerwünscht sind. Um eine Regeneration des Moores und der durch die Entwässerung strukturell veränderten, kaum mehr quellfähige Torfe zu erreichen, ist eine vorübergehende



Reduktion des Baumaufwuchses sinnvoll. Es geht darum, eine flächige Wiederbesiedlung mit torfbildenden Sauergräsern und Torfmoosen zu erreichen. Dazu muss ein zu schnelles Aufwachsen von auf offen liegendem Boden keimenden Gehölzen gebremst werden.

Empfehlungen für die wiedervernässten Flächen (Wildenkiel Süd, Kleines Bruch)

In den Projektflächen wurde eine Vollvernässung umgesetzt (Wildenkiel Süd 2019, Kleines Bruch 2025), d. h. alle Gräben im Moor und auch wichtige Gräben im oberhalb angrenzenden Wassereinzugsgebiet wurden zurückgebaut. In Wildenkiel Süd erfolgte seinerzeit eine Entnahme aller Bäume. Auf den Freiflächen kamen vor allem junge Moor-Birken auf, die nach den beschriebenen Methoden (Kap. 5) unterschiedlich behandelt wurden.

Der kurze Monitoringzeitraum lässt keine abschließenden Erkenntnisse zu, so dass die parzellenweise Behandlung für das weitere Monitoring fortgesetzt werden muss. Es deutete sich an, dass eine zweimal jährlich erfolgende stoßweise Schafbeweidung (Erstbeweidung April/Mai, Zweitbeweidung Juli) die Jungbirken nachhaltig schwächt. Auch in Flächen ohne Pflege differenzieren sich einzelne kleinstandörtlich bedingte nasse Offenbereiche im Birkenbestand heraus, auf denen Moorarten wachsen (Wollgräser, Torfmoose, Seggen).

Im Kleinen Bruch wurde ein 15-jähriger Birkenbestand so aufgelichtet, dass die abgeschnitten Birken noch einen Meter lange Stämme haben. Falls diese wieder austreiben, sollten sie in nachfolgenden Pflegeschritten (nach ca. vier Jahren) immer weiter heruntergesetzt werden.

Empfehlungen für die noch zu vernässende Flächen (z. B. Wildenkiel Mitte, Schreibers Birken, Torfbruch)

Die noch nicht renaturierten Moorteile im Gebiet Wildenkiel sollten zügig in die Wiedervernässung gebracht werden. Dabei sollte wieder die im Solling entwickelte Grabenvollverfüllung mit mineralischem Buntsandstein-Abraum im Mineralbodenbereich und Sägespänen im Torfbereich zum Einsatz kommen. Maximal 30-50 % der Sägespäne können auch durch vor Ort fein gehacktes Fichtenmaterial ersetzt werden, was sowohl die Klima- als auch die Kostenbilanz verbessert.

Folgende im BiMoWa-Projekt erarbeitete Erkenntnisse sollten berücksichtigt werden:

- Alte und auch ein Teil der jüngeren Birken sollten als Bestandteil der **Hangmoore** stehen bleiben – eine vollständige Baumentnahme ist nicht zielführend. Nach Möglichkeit sollte dadurch ein sehr lückiger parkartiger Bestand bestehen bleiben. Der Nachteil der höheren Verdunstung im Wurzelbereich einzelner Bäume wird durch den Windbremseffekt und die Teilbeschattung (wandernder Schatten) für das Moorumfeld mehr als ausglich.
- Eine Grabenvollverfüllung mit mineralischem Material sollte auch im **Wassereinzugsgebiet** erfolgen, da hier viele hangparallele Fanggräben Wasser ableiten. Erklärtes Ziel außerhalb der Moorfläche sollte die Entwicklung standortgemäßer Laubwälder sein, da diese eine deutlich höhere Versickerung ermöglichen als Nadelholz.
- In Wildenkiel Mitte wurden **erosiv eingetiefte Abzugsgräben** gefunden, die Wasser in den Untergrund versickern (beim NSG Düsteres Bruch in Abt. 1007 und am Bruchweg in Abt. 1014). Ein effektiver Rückbau ist hier besonders wichtig. Er ist nur möglich, wenn der zeitweise starke Anstrom aus den Gräben genommen wird – also alle hangparallelen Fanggräben, die dem Abzugsgraben Wasser zuleiten zuvor rückgebaut werden.



- **Pflegemaßnahmen** wie Beweidung sind nach den Erkenntnissen des Projekts für die ersten Jahre wünschenswert. Zu vermeiden ist dabei unbedingt ein Mulchen von Birkenaufwuchs ohne Beweidung, da es zu mehrtriebigen Stockausschlägen führt, die für mögliche Folgearbeiten schwerer handhaben sind. Als weniger aufwändige Variante bietet sich die im Kleinen Bruch praktizierte Läuterung eines ausreichend herangewachsenen Jungbirkenbestands an (ab ca. acht Jahren). In jedem Fall ist eine spätere Entnahme dazwischen aufkommender Fichten einzuplanen.

11. Zusammenfassung

Im Rahmen des Projekts „BiMoWa“, gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Laufzeit Dezember 2024 bis April 2026), hat die Umsetzung sowohl von Wiedervernässungsmaßnahmen im Projektgebiet „Kleines Bruch“ als auch die Anlage einer Furt im Projektgebiet Wildenkiel Süd zu einer wesentlichen Verbesserung der Wasserversorgung der Moore beigetragen. Ein wesentliches Ziel des Projekts war die Erprobung von vier Managementvarianten zur Übergangspflege von Moor-Birken-Sukzession innerhalb der beiden Projektgebiete. Dabei handelt es sich um 1) Beweidung, 2) Beweidung mit bodennahem Mulchen der Birken, 3) Mulchen der Birken auf 1 m Höhe und 4) Vereinzeln von Birkensukzession im Birkenvorwaldstadium. Zu jeder Variante wurde eine „Null-Variante“ auf einem vergleichbaren Standort ausgewählt, auf der die natürliche Entwicklung der Vegetation beobachtet wird. Der Moor-Birkenbruchwald im Naturschutzgebiet „Kleines Bruch“ wurde als Referenz für einen potentiellen Zielzustand ebenfalls mit aufgenommen. Das durch die NW-FVA angelegte Monitoringsystem mit insgesamt 48 Plots soll durch die langfristige Beobachtung der Vegetations- und Gehölzentwicklung Aussagen über die Wirksamkeit der Managementvarianten in Hinblick auf die angestrebte Vernässung der Moorstandorte und die Ausbreitung moortypischer Vegetation ermöglichen und zu allgemeinen Empfehlungen für den Umgang mit Birken-Sukzession auf wiedervernässten Moorstandorten führen.



Literatur- und Kartenverzeichnis

Aldefeld, C. L. W. (1838): Die Maaße und Gewichte der deutschen Zoll-Vereins-Staaten. Stuttgart, Tübingen. 316 S.

Arnoldt, H.-M., Casemir, K., Ohainski, U. (Hrsg.) (2004): Johannes Krabbe - Karte des Sollings von 1603. Veröff. Hist. Komm. Nieders. Bremen 225: 36; 12 Karten.

Daniels, J. (2001): Ausbreitung der Moorbirke (*Betula pubescens* Ehrh. agg.) in gestörten Hochmooren der Diepholzer Moorniederung. Osnabr. Naturwiss. Mitt. 27: 39-49.

Diepeveen, I.; Versluijs, R.; Jansen, A. J. M. (2022): Zeigerartenkartierung Wildenkiel, 2015-2022. Stichting Bargerveen. Nijmegen. 40 S.

Dierßen, B. & Dierßen, K. (1974): Der Sand- und Moorbirken-Aufwuchs in nordwestdeutschen Calluna- und Erica-Heiden, ein Naturschutzproblem. – Natur und Heimat 34: 19 - 26

Eggelsmann, R. (1981): Ökohydrologische Aspekte von anthropogen beeinflussten und unbeeinflussten Mooren Nordwestdeutschlands. Diss. Univ. Oldenburg. 175 S.

Eigner, J. (1982): Pflegemaßnahmen für Hochmoore im Regenerationsstadium. Natursch. Landschaftspfl. 3: 227-237.

Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulissen, D. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Aufl. Scripta Geobot. 18: 1-262.

Engel, M., Kaule, L., Kühnbach, M., Mette, T., Falk, W. (2024): Die Moorbirke (*Betula pubescens* Ehrh.) – Verbreitung, Standort und Ökologie. LWF Wissen 87: 15-20.

Förster, M. (1996): Forstorte im Solling. Bd. II. Die ehemaligen Ämter Allersheim-Holzminden, Fürstenberg, Hardeggen mit Moringen sowie Forstorte in Ahlsburg und Ellenser Wald. Neuhaus (Solling). 214 S.

Gauer, J., Kroiher, F. (Hrsg.) (2012): Waldökologische Naturräume Deutschlands. Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke - Digitale Topografische Grundlagen - Neubearbeitung Stand 2011. vTI Agriculture and Forestry Research. Sonderheft.

Grupe, O. (1909): Die Brücher des Sollings, ihre geologische Beschaffenheit und Entstehung. Z. Forst-Jagdwesen 41(1): 3-14.

Grupe, O. (1912): Geologische Spezialkarte von Preußen. Blatt Höxter. Kassel.

Grupe, O. (1929): Geologische Spezialkarte von Preußen. Blatt Höxter. 2. Aufl. Berlin.

Hibisch-Jetter, C. (1997): *Betula pubescens* Ehrh. 1791.-Enzyklopädie der Holzgewächse, 8. Ergänzungslieferung. 16 S.

Hynynen, J., Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Brunner, A., Hein, S., Velling, P. (2010): Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. Forestry 83: 103-119.

Hytönen, J. (2018): Stump diameter and age affect coppicing of downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.). Eur. J. For. Res.

Jahns, S. (2010): Die Geschichte der Vegetation am Ahlequellmoor von der Jungsteinzeit bis zur Gegenwart. In: Stephan, H.-G. (2010): Der Solling im Mittelalter. Hallesche Beiträge zur Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit 1: 572-574.

Jansen, A.; Schlette, U. (2025): Landschaftsökologische Analyse Wildenkiel mit erster Bewertung der Renaturierungsmaßnahmen. Jansen-de Hullu Landschaftsecologie en Circulair. Zutphen. 158 S.

Kamocki, A. K., Kołos, A., Banaszk, P. (2017): Can we effectively stop the expansion of trees on wetlands? Results of a birch removal experiment. Wetlands Ecol. Managem. 25: 359–367.
<https://doi.org/10.1007/s11273-016-9522-y>

Karger, D. N., Schmatz, D., Dettling, D., Zimmermann, N. E. (2020): High resolution monthly precipitation and temperature time-series for the period 2006-2100. Scientific Data 7: 248.

Köbler, G. (1999): Historisches Lexikon der deutschen Länder. 6. Aufl. München. 883 S.

Koerber, I. (1857): Bericht über die Durchwanderung der Forstreviere Boffzen und Derenthal, Oberforst Holzminden, von Seiten des Hils-Solling-Forstvereines am 29. Juli 1856. Verh. Hils-Solling-Forstvereines 1856: 67-84.

Küchler, P. (2011): Vorstudie als Grundlage zur zukünftigen Behandlung der Moore und Feuchtwälder im Solling. Gutachten im Auftrag der Forstämter Dassel und Neuhaus. Göttingen. 176 S.

Küchler, P. (2012): Moorscreening Bereich Wildenkiel. Ergänzung zur Vorstudie als Grundlage zur zukünftigen Behandlung der Moore und Feuchtwälder im Solling. Gutachten im Auftrag des Forstamts Neuhaus. Göttingen. 40 S.

Lindenberg, H., Schreiber, R. (1876): Welche Holzart ist am zweckmäßigsten zum Anbaue der im Vereinsgebiet vorhandenen Brücher; entspricht die bisher dazu verwendete Fichte den davon gehegten Erwartungen? Verh. Hils-Solling-Forstvereines 1875: 25-40.

Löffler, J., Dehrendorf, E., Rößler, O., Strobach, T. (2002): Entwicklungsperspektiven für die Hochmoore Nordwestdeutschlands - Untersuchungen zu Vegetationssukzession und Wasserhaushalt im Schwaneburger Moor und Fintlandsmoor. TELMA 32: 107–126.

Müller-Kröhling, S. (2023): Moorbirke und Moorschutz in: LWF Wissen. Beiträge zur Moorbirke (Berichte der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft No. 87), S. 54-72. LWF, Freising.

Matheja Consult (2026): Aufstellung einer Wasserbilanz im Bereich des Wildenkiels bei Neuhaus im Hochsolling. Jahresauswertung Oberflächengewässer und Grundwassermessstellen. Bericht Nr. 2025/15 im Auftrag der Niedersächsischen Landesforsten. Wettmar. 32 S.

Meyer, P.; Brößling, S.; Bedarff, U.; Schmidt, M.; Fricke, C.; Tewes, C. (2022): Monitoring von Waldstruktur und Vegetation in hessischen Naturwaldreservaten. Stand Juli 2022. NW-FVA. Göttingen

Niedersächsische Landesforsten (2023): Abschlussbericht zum Projekt „Wiedervernässung des Hangmoores am Forstort Wildenkiel“ Antragsnummer ZW 6 – 8502232. Projektlaufzeit: 30.06.2017 bis 31.12.2023. Neuhaus (Solling). 27 S.

Niemistö, P. (2013). Effect of growing density on biomass and stem volume growth of downy birch stands on peatland in Western and Northern Finland. Silva Fennica vol. 47 no. 4 article id 1002.
<https://doi.org/10.14214/sf.1002>

NMELF (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) (1981): Niedersächsisches Moorschutzprogramm Teil I. Programm der Niedersächsischen Landesregierung zum Schutze der für den Naturschutz wertvollen Hochmoore mit näheren Festlegungen für rund drei Viertel der noch vorhandenen geologischen Hochmoorfläche in Niedersachsen. Hannover. 35 S.

NMELF (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) (1996): Waldentwicklung Solling. Fachgutachten. Schriftenr. Waldentwicklung Nieders. 5: 1-149.

Prollius, C. v. (1987): Staatliches Forstamt Fürstenberg/Weser. Walderneuerung auf verhagerten und staunassen Böden. AFZ 6/1987: 117-121.

Protze et al. (in Prep.): Moorartenliste für Deutschland, unveröff.

R Core Team (2024): *_R: A Language and Environment for Statistical Computing_*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

Roloff, A. (2023): Baum des Jahres 2023: Die Moorbirke. AFZ-Der Wald 4/2023

Sarkkola, S., Hökka, H., Koivusalo, H., Nieminen, M., Ahti, E., Päivanen, J., Laine, J. (2009): Role of tree stand evapotranspiration in maintaining satisfactory drainage conditions in drained peatlands. Can. J. Forest Res. 40: 1485-1496.

Schlütz, F. (2024): Weserbergland und nördliches Harzvorland. In: Feeser, I., Dörfler, W., Rösch, M., Jahns, S., Wolters, S., Bittmann, F. (Hrsg.) (2024): Vegetationsgeschichte der Landschaften in Deutschland. Berlin, Heidelberg. S. 337-353. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-68936-3>

Schmidt, O. (2000): Ökologische Bedeutung der Birke für die einheimische Tierwelt in: Beiträge zur Sandbirke. LWF-Bericht 28: 25.

Schmidt-Bucherer; Görges (1965): Forstamt Boffzen, Standorttypen-Kartenbuch und Erläuterungen zur Forstlichen Standortaufnahme.

Schulze, J. C. L. (1836): Beschreibung des Oberforstes Holzminden im Herzogthume Braunschweig nebst Entwicklung eines zweckmäßigen Bewirtschaftungs-Planes für denselben aus der Localität und dem Bestande. Z. Forst. Jagdwesen 8(1): 1-63.

Thórsson, Æ. T.; Salmela, E.; Anamthawat-Jónsson, K. (2001): Journal of Heredity 92: 404.

Tacke, E. (1943): Die Entwicklung der Landschaft im Solling. Schr. Wiss. Ges. zum Studium Niedersachsens e. V. 13: 1-213.

Tiebel, K.; Huth, F.; Frischbier, N.; Wagner, S. (2020): Restrictions on natural regeneration of storm-felled spruce sites by silver birch (*Betula pendula* Roth) through limitations in fructification and seed dispersal. Eur. J. For. Res. 139:731-745.

Tiebel, K. (2023): Verjüngung auf Störungsflächen. Teil 3: Bodensamenbankpotenzial. AFZ/Der Wald 78(5): 37-41.

Wagner, C. (1994): Zur Ökologie der Moorbirke *Betula pubescens* EHRH. In Hochmooren Schleswig-Holsteins unter besonderer Berücksichtigung von regenerationsprozessen in Torfstichen. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg. Heft 47.

Ziegenmeyer, F. (1863): Beschreibung der am 22. Juli 1862 unternommenen Waldexcursion des Hils-Solling-Forstvereins. Verh. Hils-Solling-Forstvereines 1862: 62-70.



__Erfassung Allgemein__					
__Wertbestimmende Eigenschaften__					
○ Gefährdete Pflanzenarten		○ Strukturreichtum			
○ Gefährdete Tierarten		○ Gesetzlich geschützte Biotope			
○ Artenvielfalt		○ Naturschutzfachlich wertvolle Biotope			
__Beeinträchtigungen__					
○ Fahrspuren		○ Aufforstungen			
○ Entwässerung		○ Freizeitaktivitäten			
○ Abgrabungen		○ Verkehr			
○ Ablagerung		○ Neophyten			
○ Zerschneidung		○ Sonstige Beeinträchtigungen			
__Bemerkungen__			__Handlungsempfehlungen__		



- 2) Karte der Standorte der Bodenprobennahmen, die in die Berechnungen der Kohlenstoffvorräte
eingeflossen sind

