

TELMA	Band 44	Seite 83 - 114	25 Abb., 2 Tab.	Hannover, November 2014
-------	---------	----------------	-----------------	-------------------------

Quellmoorrenaturierung Beesenberg (Uckermark, Brandenburg)*)

Spring mire restoration Beesenberg (Uckermark, Brandenburg)

VOLKMAR ROWINSKY

Zusammenfassung

Der Landkreis Uckermark ist einer der moorreichsten Landkreise Brandenburgs. Hier sind seit 1990 eine größere Zahl von Moorschutzprojekten umgesetzt worden. Dabei konnten auch einige stärker geneigte Moore erfolgreich wiedervernässt werden, so z. B. das Quellmoor Beesenberg. Es gehört zu den größten und mächtigsten Quellmooren in Nordostdeutschland. Trotz einiger seit Ende des 18. Jahrhunderts durchgeführter Entwässerungen, v. a. in den 1950er und 1960er Jahren, sind einzelne quellmoortypische Flächen bis heute erhalten. Mit dem langfristigen Ziel, in Teilbereichen des Beesenberges wieder ein wachsendes Quellmoor zu etablieren, wurden durch den Naturschutzfonds Brandenburg als Projektträger im Winterhalbjahr 2012/13 Baumaßnahmen zur Renaturierung des Moores durchgeführt.

Der Beitrag beschreibt die naturräumlichen Voraussetzungen der Moorrenaturierung und den Ablauf der Baumaßnahmen. Dabei wurde das Grabensystem im Zentrum des Quellmoores vollständig deaktiviert und Dränagen weitgehend zerstört. Hierdurch kam es auf größeren Teilflächen zur deutlichen Anhebung der Wasserstände, belegt durch Wasserstandsmessungen und eine Fotodokumentation. Durch Abtorfung wurde teilweise großflächig der vererdete Oberboden entfernt. Damit sind mäßig-nährstoffreiche, kalkreiche Standorte neu entstanden, auf denen sich nach kurzer Zeit Pflanzen kalkreicher Moorstandorte angesiedelt haben. Begleitend zu der Baumaßnahme wurden außerdem Pflanzen entsprechender Standorte eingebracht. Ein vorhandener Bestand der FFH-Art Sumpf-Engelwurz (*Angelica palustris*) konnte durch die ökologische Bauleitung erfolgreich gesichert werden. Aus dem Bauablauf werden Rückschlüsse für zukünftige Moorrenaturierungen vergleichbarer Moorstandorte gezogen.

Abstract

The Uckermark rural district has one of the highest concentrations of mires in all rural districts in Brandenburg. A large number of mire protection projects have been implemented here since 1990. These projects included the successful rewetting even of some strongly sloping mires, such as the Beesenberg spring fen. It is one of the largest and thickest spring mires in northeastern Germany. Despite of drainage since the end of the 18th century, particularly in the 1950s and 1960s, some typical spring fen areas have

*) Überarbeiteter Vortrag, gehalten am 25. September 2013 auf der Jahrestagung der DGMT in Freising

still been preserved up to the present day. Restoration supported by the Brandenburg Nature Conservation Fund were implemented in winter 2012/13 with the long-term goal to establish a growing spring fen again in parts of the Beesenberg mire complex.

This paper describes the natural conditions for the mire restoration and the progress of construction activities. These included the complete deactivation of the ditches in the centre of the spring fen. Moreover, drainage structures were largely destroyed. By regeneration of the spring fen regime over large areas a significant rise in water levels resulted, as proven by water level records and photo documentation. Removal of the humified topsoil led to the clearance of some large areas and created new, moderately nutrient-rich, calcareous localities which quickly led to the re-establishment of plants of calcareous-rich fen habitats. The measures were accompanied by replanting species taken from appropriate locations. An already existing patch of the EU Habitat Directive species marsh angelica (*Angelica palustris*) was safely protected by the ecological construction management. Conclusions are drawn from the progress of the construction work useful for future mire restoration work at similar locations.

1. Einleitung

Quellen in der Landschaft sind nach DIN 1990 örtlich begrenzte Grundwasseraustrittsstellen. Als häufigster Quelltyp kommen in Land Brandenburg Sickerquellen bzw. Sumpfsquellen vor (LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG 2004). Es sind diffuse Wasseraustritte aus dem Boden und meist flächenhaft in größerer Zahl auf Haupt- und Nebenquellen bzw. Quellnischen verteilt. In Fließgewässern sichern sie den Niedrigwasserabfluss und bilden oftmals Quellmoore. Damit besitzen Quellen eine große lokale Bedeutung im Wasserhaushalt einer Landschaft, v. a. in Gebieten mit deutlich negativer klimatischer Wasserbilanz.

Als Quellmoore werden Moore bezeichnet, die direkt aus dem Grundwasser gespeist werden (SUCCOW & JOOSTEN 2001: 355). Das Quellwasser muss ständig und ergiebig austreten. Die Bildung von Quellmooren ist dabei an bestimmte hydrogeologische Bedingungen gebunden, in der Regel ist ein relativ großes unterirdisches Einzugsgebiet vorhanden. Die Wasserspeisung erfolgt häufig durch unter Druck stehendes Wasser aus einem oder mehreren Grundwasserstockwerken. Das austretende Wasser überrieselt den Quellhang. In Karbonat enthaltenden Jungmoränengebieten entwickeln sich in den Quellmooren überwiegend kalkreiche Torfe. Stärkere Wasserstandsschwankungen und der Eintrag von mineralischen Fällungsprodukten und Schluffen führen meist zur Bildung stärker zersetzter Torfe mit höheren Ascheanteilen.

Quellmoore weisen häufig eine deutliche Hangneigung auf. Die Speisung mit mineralreichem Grundwasser unterscheidet Quellmoore dabei von den geneigten Durchströmungs- und Hangmooren. Hangmoore sind in Deutschland vorwiegend in den Mittelgebirgen und den Alpen zu finden. Quellmoore mit stärker geneigter Oberfläche sind nur mit größerem Aufwand zu vernässen, da einzelne Staubauwerke räumlich nur eingeschränkt wirksam sind. Erfolgreiche Beispiele für Quellmoorrenaturierungen sind daher selten.

Im Land Brandenburg beträgt die gesamte Moorfläche nach SCHULTZ-STERNBERG et al. (2000) ca. 210.000 ha (8 % der Landesfläche). Nach dieser Aufstellung nehmen Quellmoore eine Fläche von 5.000 ha (2,3 % der Moorfläche) ein. Sie sind nach Flächenanteil gegenüber Versumpfungs- (74 %), Durchströmungs- (11 %) und Verlandungsmooren (10 %) von untergeordneter Bedeutung. Nach einer Zusammenstellung von LEHRKAMP (2000, zit. in LANDGRAF & SCHULTZ-STERNBERG 2001) beträgt allerdings der brandenburgische Anteil an diesem Moortyp für Deutschland ca. 32 %, so dass dem Erhalt dieser Moore in Brandenburg überregionale Bedeutung zukommt. Quellmoore treten häufig in Zusammenhang mit anderen hydrogenetischen Moortypen auf, in den Talmooren sind sie z. B. mit Durchströmungsmooren eng verzahnt und tragen häufig wesentlich zur Speisung dieser Moore bei.

Das Naturschutz- und FFH-Gebiet „Beesenberg“ im Uckertal stellt den mächtigsten Quellmoorkörper der norddeutschen Tiefebene dar (SUCCOW & JOOSTEN 2001). Trotz zahlreicher Entwässerungen sind einige quellmoortypische Teilflächen bis heute erhalten, die derzeit die Bedeutung des Gebietes ausmachen.



Abb. 1: Das Beesenberg-Quellmoor vor der Renaturierung (Mai 2011, alle Fotos durch den Autor)
The spring mire Beesenberg prior to the restoration (May 2011, all photos by the author)

2. Moorverbreitung und Moorschutzprojekte im Landkreis Uckermark

2.1 Moorverbreitung

Moore nehmen im Landkreis Uckermark nach einer Recherche von LEHDE (2010) ca. 33.500 ha (11 % der Kreisfläche) ein. Damit gehört er zu den moorreichsten Landkreisen Brandenburgs. Quellmoore sind hier außerhalb der großen Talmoore, wo sie am Talrand mit Durchströmungsmooren verzahnt sind (z. B. Randow-Welse- und Sernitz-Niederung), mit geringerer Flächenausbreitung an den Hangkanten der Grundmoränenhochflächen oder im Bereich von End- und Stauchmoränen zu finden. Diese räumliche Verteilung

entspricht der Landschaftsbindung für diesen Moortyp nach SUCCOW & JESCHKE (1986), demzufolge Quellmoore verbreitet in jungpleistozänen End- und Grundmoränengebieten vorkommen.

Das Wachstum der Quellmoore ist an permanent und ergiebig austretendes Grundwasser gebunden, idealerweise bei Anschnitt von einem oder mehreren Grundwasserleitern an den Talrändern. Infolgedessen werden die größten und mächtigsten Quellmoore mit hydraulisch getrennten Grundwasserleiterkomplexen überwiegend durch artesisches Grundwasser gespeist (siehe auch Angaben bei SUCCOW & JOOSTEN 2001: 355). Es handelt sich v.a. um druckwassergespeiste Hang-Quellmoore. Im Landkreis Uckermark gehören hierzu Quellmoore im Oberlauf der Sernitz-Niederung (STEGMANN 2005), im Umfeld der Oberuckerseen (z. B. bei Fergitz) und im Uckertal (u. a. Quellmoor Beesenberg; PÄZOLT 1999, siehe Abb. 2).

2.2 Moorschutzprojekte

In den Jahren 2011 und 2012 wurden im Rahmen eines Gutachtens (ARBEITSGEMEINSCHAFT „MOORSCHUTZPROGRAMM BRANDENBURG“ 2013) bei verschiedenen Institutionen (u. a. Landkreise, Großschutzgebietsverwaltungen, Wasser- und Bodenverbände) und Gebietskennern potenzielle und durchgeführte Moorschutzprojekte recherchiert. Basis hierfür bildeten Grundlagendaten (Moordaten des LUGV und des LBGR, digitale Datenbestände des LUGV) sowie zentrale Datensammlungen (Landschaftswasserhaushalt-Projekte, Landesbetrieb Forst Brandenburg, PG Moorschutz LUGV). Anschließend erfolgten Geländebegehungen in einer Vielzahl von Mooren.

In Tabelle 1 werden die digital erfassten Moorschutzprojekte auf Landkreisbasis aufgelistet, wobei ausschließlich Projektgebiete aufgeführt sind, bei denen die Umsetzung bereits erfolgt ist, einschließlich der vom Biber wiedervernässten Moore. Die Auflistung erfolgt absteigend nach der Projektgebietsfläche in den einzelnen Kreisen; angegeben sind die Zahl der Flächen, die Flächengröße in ha und der Anteil bezogen auf die Projektgebietsfläche in Brandenburg. Außerdem ist der Anteil der Projektgebietsflächen aufgeführt, die einen Überstau bzw. flurnahe Grundwasserstände aufweisen, v. a. auf der Grundlage von Geländebegehungen in den Jahren 2012 und 2013. Hierfür wurden ganzjährig überstaute, sommernasse und winternasse Flächen addiert; angegeben wird die Fläche in ha und der Anteil dieser Fläche bezogen auf die Projektgebietsfläche in dem jeweiligen Landkreis. Als nass werden die Flächen definiert, die flurnahe Grundwasserstände (0 bis 0,3 m unter Flur) aufweisen.

Moorschutzprojekte wurden danach vorwiegend in den Landkreisen Uckermark, Oberhavel, Potsdam-Mittelmark, Prignitz und Barnim umgesetzt. Der Flächenanteil übersteigt hier jeweils 9 %, bezogen auf die Gesamtfläche der Moorschutzprojekte. Der Landkreis Uckermark beherbergt davon die größte Zahl (106 Flächen) und den größten Flächenan-

Tab. 1: In den Landkreisen Brandenburgs umgesetzte Moorschutzprojekte (Stand: Dezember 2013)
 Fen protection projects in rural districts in Brandenburg (status: December 2013)

Kreis	Zahl der Flächen ¹	Fläche in ha ²	Anteil in in % ³	überstaute und nasse Fläche in ha ⁴	Anteil in % ⁵
Uckermark	106	2351,8	22,1	1395,7	59,3
Oberhavel	31	1982,0	18,6	538,9	27,2
Potsdam-Mittelmark	12	1258,8	11,8	751,9	59,7
Prignitz	6	1146,9	10,8	224,3	19,6
Barnim	65	956,9	9,0	530,7	55,5
Teltow-Fläming	4	877,5	8,2	535,0	61,0
Elbe-Elster	5	793,7	7,5	236,5	29,8
Ostprignitz-Ruppin	9	447,1	4,2	128,1	28,7
Dahme-Spreewald	10	256,0	2,4	136,3	53,2
Oder-Spree	5	223,6	2,1	73,4	32,8
Märkisch-Oderland	1	159,0	1,5	117,0	73,6
Brandenburg an der Havel	1	110,1	1,0	95,5	86,7
Havelland	6	84,3	0,8	37,0	43,9
Spree-Neiße	1	4,8	0,0	0,0	0,0
Oberspreewald-Lausitz	1	1,2	0,0	0,0	0,0
Gesamt	252	10653,7	100,0	4800,1	45,1

¹: Zahl der Projektflächen (wg. Lage von Projekten in 2 Landkreisen ist Doppelzählung möglich, daher entspricht Gesamtzahl nicht der Summe der Projektflächen in den Landkreisen)

²: Fläche umgesetzter Moorschutzprojekte

³: Anteil der Projektgebietsfläche im Landkreis bezogen auf Gesamtfläche in Brandenburg

⁴: Überstaute und nasse Fläche (sommer- und winternass) umgesetzter Moorschutzprojekte im Landkreis

⁵: Anteil der überstaute und nassen Fläche bezogen auf gesamte Projektgebietsfläche im Landkreis

teil (2.352 ha) umgesetzter Moorschutzprojekte, mit einem hohen Anteil nasser Standorte (1396 ha, entspricht 59 % der Projektgebietsfläche im Landkreis). Ausschlaggebend hierfür ist u. a. eine größere Zahl von Projekten, die im Rahmen des Naturschutzgroßprojektes „Uckermärkische Seenlandschaft“ bis zum Jahr 2011 erfolgreich umgesetzt wurden. Aktuell wird in zwei LIFE-Projekten („Kalkmoore Brandenburgs“ und „Verbesserung der Brut- und Nahrungshabitate für Schreiadler sowie für Wachtelkönig und Seggenrohrsänger im europäischen Vogelschutzgebiet Schorfheide-Chorin“) ebenfalls eine Reihe von Moorschutzprojekten in der Uckermark betrieben.

Abbildung 2 gibt einen Überblick über die im Landkreis Uckermark erfassten Moorschutzprojekte, dargestellt nach hydrologischem Moortyp und Stand der Umsetzung. Umgesetzte Moorschutzprojekte sind in der Abbildung mit Schraffur dargestellt, größere Quellmoor-Komplexe sind in der Darstellung rot umrandet (Quellmoor Beesenberg und Fergitz: Umsetzung durch Naturschutzfonds Brandenburg, Quellmoor Sernitzniederung (West): Umsetzung im Rahmen des LIFE-Projektes Schreiadler geplant).

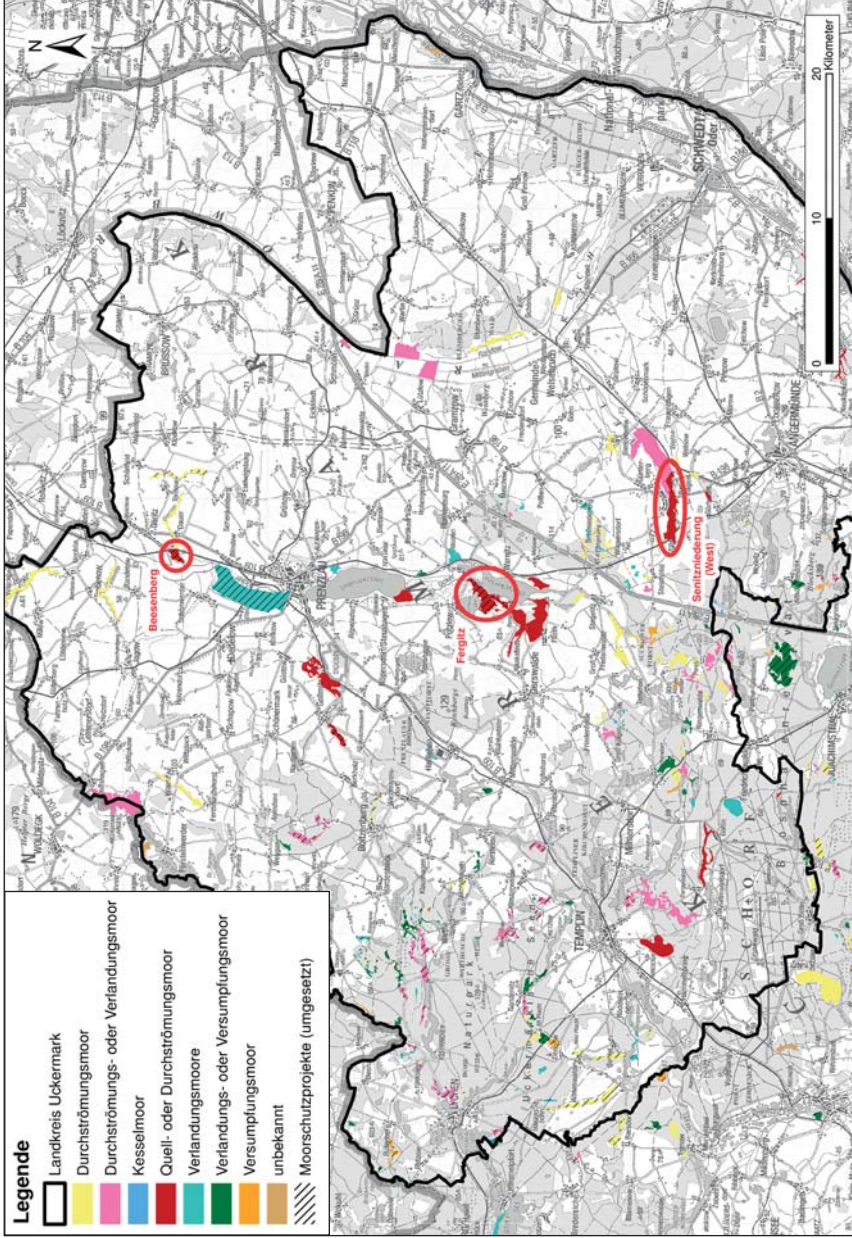


Abb. 2: Moorschutzprojekte im Landkreis Uckermark (Moorflächen nach hydrogenetischem Moortyp mit Lage des Quellmoor-Komplexes Beesenberg; Kartengrundlage: TK 1 : 250.000, Nutzung mit Genehmigung des LGB Brandenburg, GB-G/1/99, 2012)
 Mire protection projects in the Uckermark rural district (mire areas according to hydrogenetic mire type with location of Beesenberg spring mire area; base map: TK 1 : 250.000, used with permission of L.G.B Brandenburg, GB-G/1/99, 2012)

3. Projektziele, Zeitablauf des Vorhabens und Untersuchungsgebiet

3.1 Projektziele und Zeitablauf des Vorhabens

Im Untersuchungsraum sind noch einige gefährdete Lebensraumtypen des Anhangs I sowie Pflanzen- und Tierarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie vorhanden, u. a. die Sumpf-Engelwurz (*Angelica palustris*), die aktuell nur noch an wenigen Standorten in Brandenburg vorkommt. Der Hauptteil des Gebietes ist jedoch durch Entwässerungen (Gräben, Dränagen) zum Teil stark degradiert. Dies macht sich vor allem in einer fortschreitenden Bodenentwicklung und einer Verarmung der moortypischen Biotope bemerkbar (Abb. 1).

Langfristiges Ziel des Vorhabens ist es, den Nordteil des Beesenberg-Moorkomplexes in Teilbereichen wieder als ein wachsendes Quellmoor zu etablieren. Dabei können die vorhandenen naturnahen Bereiche des Moores als Ursprung für eine Wiederbesiedlung des Gesamtgebietes mit einer moortypischen Flora und Fauna dienen. Mit der Umsetzung des Projektes ist die Sicherung und Zustandsverbesserung der FFH-Lebensraumtypen (u. a. LRT 7230: Kalkreiche Niedermoore) im FFH-Gebiet geplant. Weiterhin werden durch ein Wiederansiedlungsprojekt gezielt Gefäßpflanzen und Moose nährstoffarmer, kalkreicher Niedermoore angesiedelt (HACKER et al. 2010). Die Bestände der FFH-Art Sumpf-Engelwurz (*Angelica palustris*) sind zu sichern.

Aufgrund der weiterhin wirkenden Entwässerung ist eine Regeneration des Quellmoorkomplexes ohne die Durchführung entsprechender Maßnahmen nicht möglich. Hierzu ist eine Deaktivierung des vorhandenen Entwässerungssystems notwendig. Dies wird v.a. durch den Verschluss von Gräben und die Zerstörung von Dränagen erreicht. Darüber hinaus wird die landwirtschaftliche Nutzung im Projektgebiet weitgehend eingestellt und bei Bedarf nur noch auf den Flächen erfolgen, auf denen es aufgrund des Moorwasserstandes möglich ist. Dazu hat der Naturschutzfonds Brandenburg als Vorhabensträger die Flächen erworben.

Im Rahmen eines Planfeststellungsverfahrens, welches im Frühjahr 2011 abgeschlossen wurde, sind die rechtlichen Voraussetzungen für die Umsetzung des Vorhabens geschaffen worden. Im Winterhalbjahr 2012/13 wurden die Baumaßnahmen durchgeführt. Das Vorhaben wird durch ein vegetationskundliches Monitoring sowie hydrologische Untersuchungen begleitet. Mit dem vorliegenden Beitrag werden die Vorarbeiten und die Durchführung der Baumaßnahmen dargestellt und erste Ergebnisse dokumentiert. Außerdem werden auf der Basis der gewonnenen Erfahrungen Empfehlungen für vergleichbare Renaturierungsprojekte gegeben.

3.2 Untersuchungsgebiet

Die Uckerniederung wird von einem großflächigen Flusstalmoor eingenommen, das verschiedene hydrologische Moortypen aufweist. Neben größeren Durchströmungsmoorbereichen auf den schwach zur Ucker geneigten Flächen sowie Überflutungsmooren im uckernahen Bereich waren am Talrand Quellmoore verbreitet. Durch umfangreiche Meliorationen wurden die Durchströmungs- und Überflutungsmoorbereiche entwässert, um eine intensive landwirtschaftliche Nutzung zu ermöglichen. Bei den schlechter entwässerbaren Quellmooren haben sich einige naturnahe Bereiche mit geringerer Entwässerungsintensität erhalten.

Der Untersuchungsraum befindet sich im Uckertal im nördlichen Teil Brandenburgs, ca. 6 km nördlich von Prenzlau und 1 km westlich der Ortschaft Dauer (Abb. 3). Verwaltungsmäßig gehört das Gebiet zur Gemeinde Görzitz (Amt Brüssow) im Landkreis Uckermark. Das Projektgebiet umfasst den nördlichen Teil des Naturschutzgebietes „Beesenberg“ und ist weitgehend identisch mit dem FFH-Gebiet „Beesenberg“ (59,6 ha), im Norden bildet jedoch der Niederungsrand die Grenze des Projektgebietes. Die Projektgebietsfläche beträgt etwa 53 ha (Abb. 5). Es wird begrenzt:

- im Norden durch mineralische Ackerflächen,
- im Osten durch die Bahnlinie Pasewalk-Prenzlau,
- im Süden durch den Dauergraben und
- im Westen durch einen Wirtschaftsweg.

Naturräumlich ist das Gebiet der Landschaftszone „Rückland der Seenplatte“, der Großlandschaft „Ueckermärkisches Hügelland“ und der Landschaftseinheit „Kuppiges Ueckermärkisches Lehmgelände“ zuzuordnen (HURTIG 1957, vgl. PÄZOLT 1999).

Zu den Pflanzengesellschaften und Biototypen liegen Beschreibungen von PÄZOLT (1997) und PLANWERKSTADT (2002) vor. Demnach sind ca. 40 % des Untersuchungsraumes noch naturnahe und gemäß §30 BNatSchG in Verbindung mit §18 Brandenburgisches Naturschutzausführungsgesetz (BbgNatSchAG) geschützte Vegetationseinheiten. Jedoch sind die ehemals wertgebenden Pflanzengesellschaften der Kalk- und Basenzwischenmoore auf mehrere kleine Teilflächen mit insgesamt weniger als 1 ha zurückgegangen. Das FFH-Gebiet „Beesenberg“ weist noch die Lebensraumtypen (LRT) 7230 (kalkreiche Niedermoore), 6430 (feuchte Hochstaudenfluren) und 6410 (Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden) entsprechend der FFH-Richtlinie auf (PÄZOLT 1997).

Für das Projektgebiet wurden 173 Farn- und Blütenpflanzen sowie 11 Moose erfasst (u. a. PÄZOLT 1997). Insgesamt wurden 47 Arten (27,2 % des Artenbestandes) der Roten Listen von Deutschland, Brandenburg oder des benachbarten Mecklenburg-Vorpommern nachgewiesen. Von besonderer Bedeutung ist das Vorkommen der Sumpf-Engelwurz (*Angeli-*

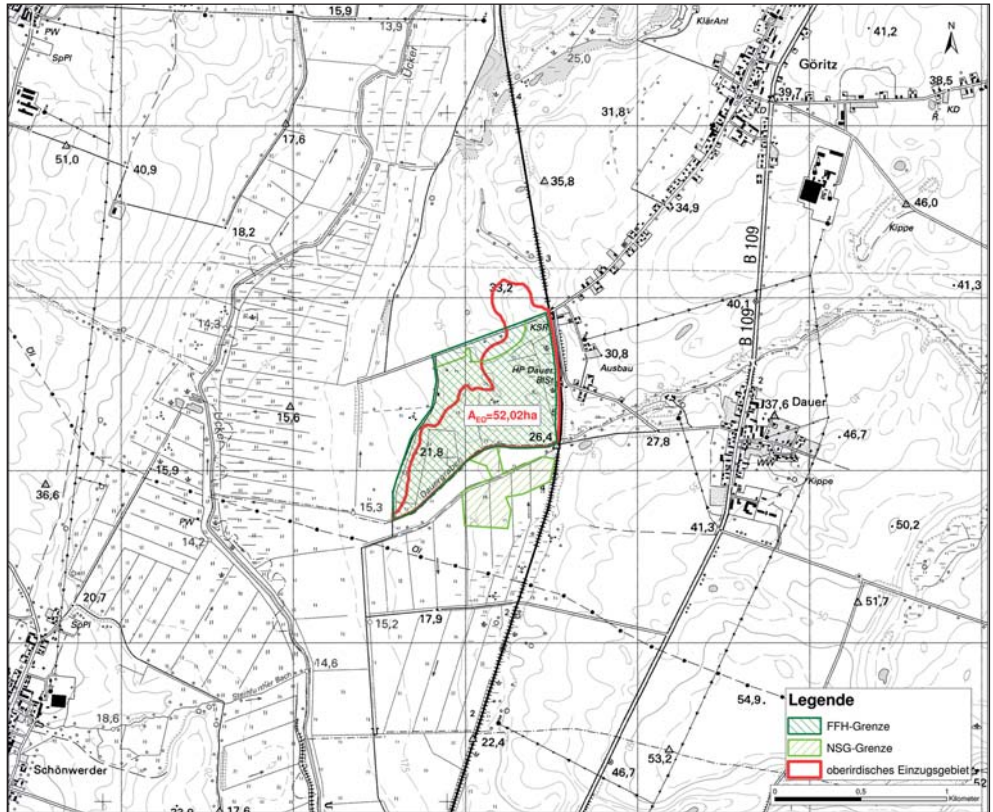


Abb. 3: Lage des Untersuchungsraumes (Kartengrundlage: TK 25: n2549, n2649, Nutzung mit Genehmigung des LGB Brandenburg, GB-G I/99, 2012)
 Location of the investigation area (base map: TK 25: n2549, n2649, used with permission of LGB Brandenburg, GB-G I/99, 2012)

capalustris), die als Art nach Anhang II FFH-Richtlinie europäischem Schutzstatus unterliegt. Am Beesenberg existiert eines der wenigen Restvorkommen in Brandenburg. Durch die ökologische Bauleitung im Zuge der Baumaßnahmen (ROWINSKY 2012/13) konnten mehrere Bestände dieser Art erfasst und gesichert werden (Abb. 4). Weitere bemerkenswerte Pflanzenarten sind Breitblättriges Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*), Gewöhnlicher Teufelsabbiß (*Succisa pratensis*) und Stumpfblütige Binse (*Juncus subnodulosus*), wobei letztere Art größere Bestände bildet. Bis Anfang der 1990er Jahre ist im Gebiet noch der seltene Tarant (*Swertia perennis*) mit wenigen Exemplaren vorgekommen (mdl. Mittlg. Kurt Eilmes, Naturwacht Brandenburg).



Abb. 4: Bestände der Sumpf-Engelwurz (*Angelica palustris* im August 2012)
Patches of marsh angelica (*Angelica palustris*, August 2012)

Bis zum Jahr 2011 erfolgte eine Nutzung von Teilflächen des Quellmoores durch eine Agrargenossenschaft als Sommerweide für Jungrinder. Besonders sensible Bereiche wurden während der Beweidung ausgezäunt. Darüber hinaus wurde eine Fläche im südwestlichen Teil des Gebietes durch einen weiteren Landwirtschaftsbetrieb als Mähweide genutzt. Auch künftig soll bei Bedarf eine vergleichbare Nutzung auf den Flächen erfolgen, auf denen dies aufgrund der Wasserstände noch möglich ist.

An den vorhandenen Entwässerungsgräben im Vorhabensgebiet wurde nach Auskunft des zuständigen Wasser- und Bodenverbandes „Uckerseen“ einmal jährlich im Spätsommer (etwa August) eine Böschungsmahd und Sohlkrautung durchgeführt, zum Teil nur einseitig und manuell. Der Dauergraben wurde dagegen zweimal jährlich im Zeitraum Juli bis September unterhalten. Die Unterhaltung der verbliebenen Gräben soll bis auf den Dauergraben nach Umsetzung des Vorhabens entfallen. Dagegen wird der Graben C (siehe Abb. 5) am westlichen Rand des Gebietes in die Unterhaltung des Wasser- und Bodenverbandes aufgenommen.

4. Methodik

4.1 Vermessung und Erfassung des Meliorationssystems

Es erfolgte eine Kartierung der Moor- und angrenzenden Geländeoberfläche. Außerdem wurden die Höhen der Bohrpunkte sowie der Grundwasserspiegel eingemessen. Es kamen ein Präzisions-GPS-Gerät und ein Tachymeter zum Einsatz. Das GPS-Gerät wird durch den SAPOS-Korrekturdatendienst unterstützt (hochpräziser Echtzeit-Positionierungsservice HEPS, Lagegenauigkeit bis 1 cm, Höhengenaugkeit bis 2 cm). Die Vermessung erfolgte ergänzend mit einem Nivelliergerät (Wild NA20).

Zusätzlich zu den Geländevermessungen wurde das aktuelle Digitale Geländemodell für den Untersuchungsraum verwendet, das vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurde (DGM1, Quelle: Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg 2012). Das verwendete Koordinatensystem ist ETRS89, die Höhen werden in m [DHHN = Deutsches Haupthöhennetz] angegeben.

4.2 Hydrologie und Hydrogeologie

Das oberirdische Einzugsgebiet wurde mit Hilfe der Höhenlinien der TK 10 abgegrenzt, wobei auch die im Laufe der Meliorationsgeschichte angeschlossenen, ursprünglich oberirdisch abflusslosen Gebiete berücksichtigt wurden. Angaben zu den hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnissen am Beesenberg beruhen hauptsächlich auf den Untersuchungen von PÄZOLT (1997) und weiteren Quellen (u. a. HANNAPPEL & BRAUN 2010).

Im Rahmen eines hydrologischen Monitorings wurden im Frühjahr 2010 insgesamt 5 Grundwassermessstellen sowie ein Lattenpegel installiert (KRASEMANN 2010) und die Moorpegel mit Datenloggern versehen. Die Standorte der Messstellen sind der Abbildung 5 und 6a zu entnehmen. Die Datenlogger wurden durch Mitarbeiter des Naturschutzfonds Brandenburg ausgelesen. Die Auswertung erfolgte auf der Grundlage dieser Daten mit Hilfe von Grundwasserganglinien. Angaben zum Niederschlag (Station Angermünde, Quelle: DWD 2014) wurden genutzt, um für den Untersuchungszeitraum die klimatischen Verhältnisse zu erfassen.

4.3 Stratigraphie

Zur Dokumentation des Mooraufbaues wurden vorhandene Daten (PÄZOLT 1997) sowie eigene Bohrungen ausgewertet. Innerhalb des Moores erfolgten im Jahr 2006 mittels Kammerbohrer sieben Bohrungen. Im Jahr 2012 wurden mit Hilfe einer für Mineralböden geeigneten Schlitzsonde neun Sondierungsbohrungen ausschließlich am Westrand des Untersuchungsraumes durchgeführt, um den Schichtenaufbau im Bereich der hier vorgesehenen Schutzdrainage zu klären.

Die Moorbodenaufnahme und Standortbeschreibung erfolgte nach TGL 24300/04 (1986) und AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (2005). Eine Dokumentation der Ergebnisse wird mit einer Moormächtigkeitskarte und einem stratigraphischen Längsschnitt gegeben (Abb. 6a und 6b).

4.4 Dokumentation Baumaßnahmen

Die Baumaßnahmen wurden mit Hilfe von regelmäßigen Begehungen im Bauverlauf und einer Fotoserie (ROWINSKY 2012/2013) unter Einbeziehung der Unterlagen des Baubetriebes dokumentiert.

5. Ergebnisse der Grundlagenuntersuchungen

5.1 Höhenverhältnisse

Der Nordteil des Beesenberges mit dem Projektgebiet ist durch ein leicht welliges, von Quellkuppen gebildetes Relief geprägt (Abb. 5). Die Quellkuppen liegen zum Teil 2 bis 3 m über den umgebenen Moorflächen. Darüber hinaus fällt die Moorfläche in südliche

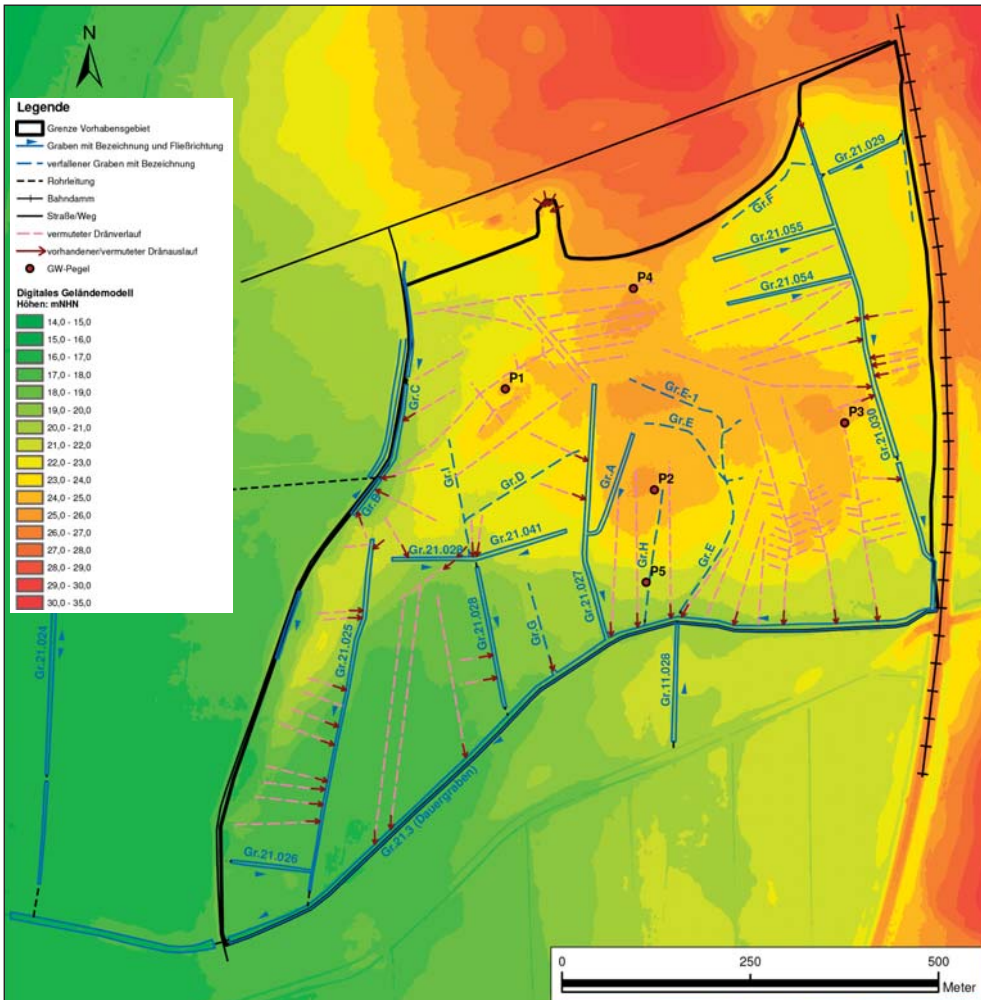


Abb. 5: Digitales Geländemodell mit Lage der Gräben und Dränagen (DGM1: Nutzung mit Genehmigung des LGB Brandenburg, GB-G I/99, 2012)
Digital terrain model with location of ditches and drainages (DGM1: used with permission of LGB Brandenburg, GB-G I/99, 2012)

Richtung zum Dauergraben relativ stark ab. Die maximale Höhendifferenz zwischen den Quellkuppen (Geländehöhen bis max. ca. 25 m NHN) und dem Dauergraben (Geländehöhen von ca. 17 bis 21 m NHN) beträgt etwa 8,0 m. Am nördlichen Niederungsrand erfolgt der Übergang von den Moorflächen zu mineralischen Flächen meist in Form eines größeren Geländesprungs (>1,0 m). Die auf der Grundlage des vorhandenen DGM1 erstellte Abbildung 5 dokumentiert außerdem die im Gelände aufgefundenen Dränagen und die vermuteten Dränverläufe.

5.2 Mooraufbau

Der Quellmoorkomplex Beesenberg am östlichen Talrand des Uckertales weist Moormächtigkeiten bis 12 m auf und besitzt eine Fläche von etwa 53 ha. In den zentralen Bereichen liegt die Moormächtigkeit durchgängig über 10 m (Abb. 6a). Im Westteil des Moores liegt eine Mineralbodeninsel. Zum Uckertal in westlicher Richtung sind nach den Sondierungsbohrungen flachgründige Moorstandorte (Moormächtigkeit unter 12 dm) verbreitet.

Die stratigraphischen Untersuchungen ergeben für die Quellmoorstandorte von unten nach oben folgende typische Profilfolge: kalkreiche Seesedimente, Quellkalk/Quellkalktorf, Seggentorf, vererdeter Torf.

Am Aufbau des Quellmoores sind hauptsächlich Quellkalke und Quellkalktorfe beteiligt (Abb. 6b). Diese sind aus organischen und karbonatischen Anteilen (Kalkanteile bis ca. 90 %) zusammengesetzt. Der Kalk stammt aus dem kalkreichen Grundwasser (Druckwasser aus dem Beesenberg), von dem das Moor gespeist wird. Die obersten Moorschichten bestehen meist aus Seggentorfen (Radizellentorf), die eine Mächtigkeit bis etwa 3,0 m aufweisen.

Durch die Entwässerung ist die Bodenbildung an der Mooroberfläche in großen Teilen des Moores bereits weit fortgeschritten. Deutliche Anzeichen dafür sind Vererdungserscheinungen im Oberboden sowie Schrumpfung- und Aggregierungshorizonte im Unterboden. Die damit verbundene Torfmineralisierung bewirkte zum Teil hocheutrophe bis polytrophe Vegetationsformen wie Schilf-Giersch-Brennnessel-Staudenfluren. Nur auf den nassen Bereichen der Quellkuppen fanden sich vor Maßnahmenbeginn weniger degenerative Torfflächen mit schwach eutrophen bis mesotrophen Vegetationsformen.

An der Moorbasis sind unterschiedliche Mineralbodensubstrate verbreitet. Geschiebemergel mit lehmigen und tonigen Substraten wechseln mit sandigen Schichten. Die Quellen sind an die sandigen Schichten gebunden (siehe Abb. 6b).

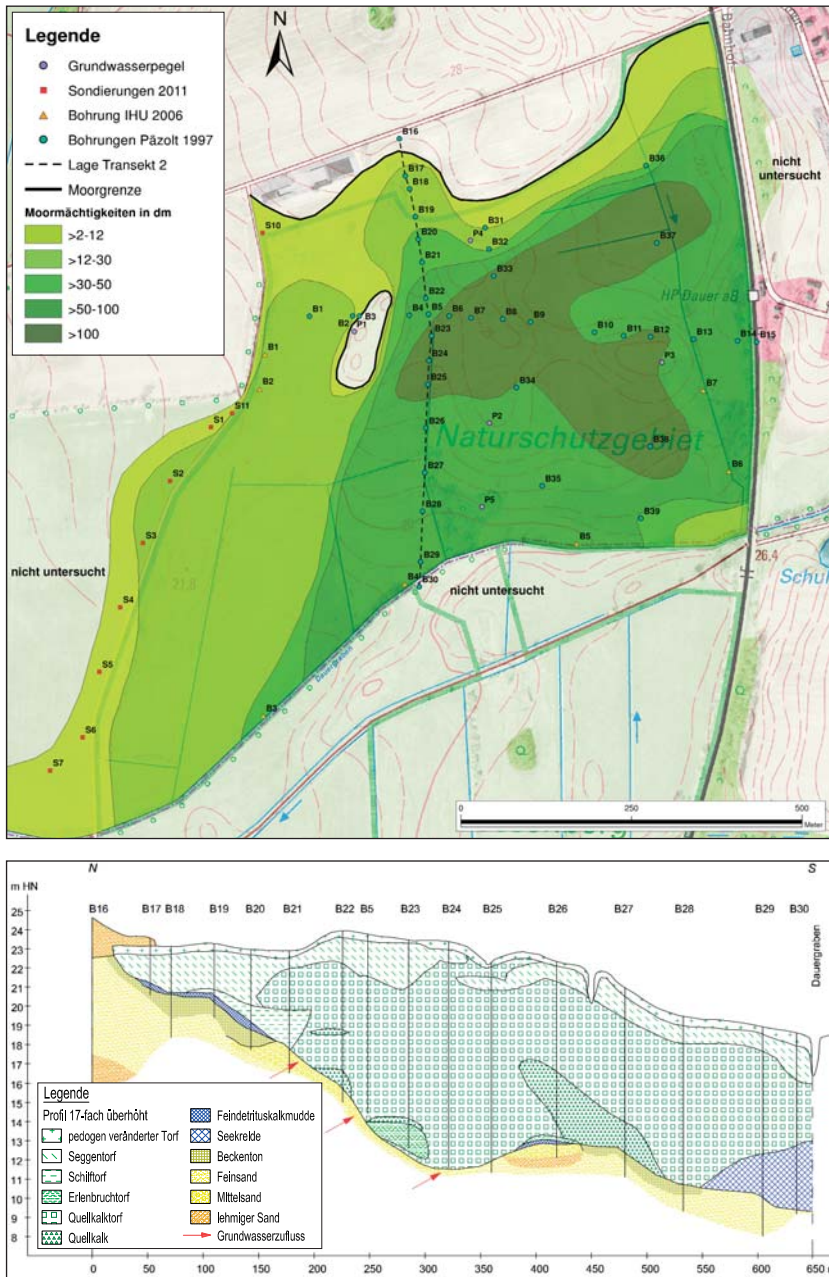


Abb. 6a und b: Moormächtigkeitskarte (nach PÄZOLT 1997 sowie IHU GEOLOGIE UND ANALYTIK 2007, 2011) und Schichtaufbau im Längsprofil (nach PÄZOLT 1997, 1999)
 Map of peat thickness (after PÄZOLT 1997 and IHU GEOLOGIE UND ANALYTIK 2007, 2011) and longitudinal stratigraphical cross section (after PÄZOLT 1997, 1999)

5.3 Hydrologie

5.3.1 Einzugsgebiet

Das oberirdische Einzugsgebiet des Beesenberges ist mit etwa 60 ha sehr klein und umfasst neben der Moorfläche selbst nur noch eine kleinere, nördlich angrenzende mineralische Fläche. Ein kleiner Teil der Moorfläche entwässert zur Ucker in westlicher Richtung (siehe Abb. 3). Im Osten wird das oberirdische Einzugsgebiet künstlich durch den Bahndamm begrenzt, im Westen durch den vorhandenen Wirtschaftsweg und im Süden durch den Dauergraben. Für den Wasserhaushalt des Moores spielt das oberirdische Einzugsgebiet nur eine untergeordnete Rolle.

Beim hydrologischen Moortyp „Quellmoor“, der für das Untersuchungsgebiet prägend ist, ist vor allem das unterirdische Einzugsgebiet (Grundwassereinzugsgebiet) von Bedeutung. Dieses besitzt nach PÄZOLT (1997) eine Größe von ca. 7 km² und erstreckt sich vor allem östlich des Untersuchungsgebietes.

5.3.2 Niederschlag

Zur Charakterisierung der klimatischen Verhältnisse werden Niederschlagsdaten des DWD genutzt. In der Abbildung 7 werden die Angaben für die Station Angermünde dokumentiert. Für die Mittelwerte wurde eine aktuelle 30jährige Reihe (1981 bis 2010) verwendet. Der mittlere Jahresniederschlag für die Station Angermünde beträgt danach 520 mm.

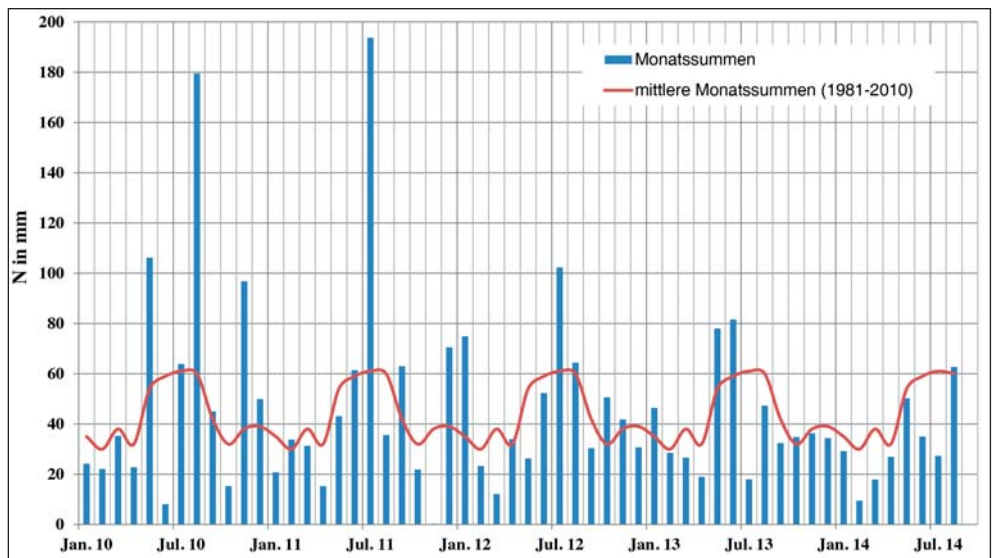


Abb. 7: Niederschlag an der Station Angermünde (Quelle: DWD 2014)
Precipitation at the station Angermünde (source: DWD 2014)

Die Abbildung zeigt den Witterungsverlauf im Zeitraum von Januar 2010 bis August 2014, mit sehr hohen Niederschlägen vor allem in 2010 (669,1 mm) und 2011 (590,7 mm). Im Juli 2011 betrug die Niederschlagssumme mehr als das Dreifache des langjährigen Mittels. Sehr hohe Niederschläge traten in diesen beiden Jahren im Sommerhalbjahr auf (August 2010 sowie Juli 2011). Das Jahr 2012 lag mit 543,1 mm etwa in Höhe des Jahresmittels, allerdings lagen die Niederschläge im Winterhalbjahr 2011/2012 deutlich unter dem Durchschnitt. Das Jahr 2013 (483,3 mm) war insgesamt relativ trocken, mit überdurchschnittlichen Niederschlägen in den Monaten Januar, Mai und Juni. Die trockene Witterung setzt sich im Winterhalbjahr 2013/14 fort. Die Niederschläge bleiben bis August 2014 z. T. deutlich unter dem langjährigen Mittel.

5.3.3 Grundwasser

Im Bereich des Beesenberges erfolgt die Grundwasserspeisung aus dem 2. Grundwasserleiter (GWL 2 nach Hydrologischer Karte der DDR, Blatt 0509-3/4; vgl. auch HANNAPPEL & BRAUN 2010), in dem das Grundwasser artesisch gespannt ist, bedingt durch eine geringdurchlässige Deckschicht aus Geschiebemergel. Sohle und Oberfläche des GWL 2 fallen von Ost nach West zur Ucker hin ab, so dass sich im Wesentlichen eine nach Westen gerichtete Grundwasserströmung ergibt. Der 1. Grundwasserleiter (GWL 1) ist im Untersuchungsgebiet nicht flächendeckend ausgebildet und hat für die Wasserspeisung des Beesenberges keine Bedeutung.

Im Bereich des Beesenberges kommt es an der Anschnittstelle des GWL 2 zur Entspannung des Grundwassers (vgl. Abb. 6b: rote Pfeile markieren den Kontakt der Moorbasis mit dem Grundwasserleiter). Das vorhandene Druckpotenzial reicht dabei nach den Grundwasserstandsmessungen bis über die Geländeoberfläche des Moores, wo es zum Austritt von Quellwasser kommen kann. Das austretende Grundwasser reagiert dabei mit mehrtägiger Verzögerung auf Niederschläge im Einzugsgebiet. Die potenzielle Druckspiegelhöhe (Liegendes der Deckschicht aus Geschiebemergel des GWL 2) liegt mit etwa 35 bis 40 m NHN deutlich über dem derzeitigen Geländeniveau des Moores (Quellkuppen bis ca. 25 m NHN), so dass dem Torfwachstum noch keine natürliche Grenze gesetzt ist (PÄZOLT 1997).

Durch den sehr mächtigen Moorkörper wird dem Druckpotenzial des Grundwassers aus dem GWL 2 ein natürlicher Widerstand entgegengesetzt, so dass die Wasserstände im Moor (Moorwasserspiegel) niedriger liegen als die im GWL 2. Dies wurde bei den Untersuchungen von PÄZOLT (1997) durch einen Vergleich der Grundwasserpegel im GWL 2 mit im Moorkörper verfilterten Pegeln nachgewiesen. Dabei lag der Moorwasserspiegel zum Teil mehrere Dezimeter unterhalb des Grundwasserspiegels des GWL 2 und unterhalb der Mooroberfläche. Dies zeigen auch die vor Maßnahmenbeginn installierten Grundwasser- und Moorwasserpegel mit Grundwasserständen über Gelände und Moorwasserständen unter Flur. Darüber hinaus wurde durch Wasserstandsmessungen nach-

gewiesen, dass der Moorwasserspiegel direkt vom Druckpotenzial des GWL 2 abhängig ist. Dort, wo das Grundwasser den Moorkörper bis zur Geländeoberfläche durchströmen kann, kommt es zu Quellaustritten.

Durch das funktionstüchtige Entwässerungssystem wird das Grundwasser frühzeitig gefasst und somit das Druckpotenzial des Grundwassers künstlich verringert. Darüber hinaus kommt es durch die zunehmende Torfmineralisierung an der Mooroberfläche infolge der Entwässerung und Nutzung als Viehweide zur Abnahme der Wasserdurchlässigkeit der Torfe (Abnahme der k_f -Werte), bei gleichzeitiger Verdichtung der oberflächennahen Moorhorizonte. In der Folge nimmt der Widerstand für die nach oben gerichtete Wasserzufuhr des Druckwassers zu. Dies wirkt sich negativ auf die Wasserversorgung der oberflächennahen Torfschichten sowie auf potenzielle Quellaustritte aus, weil das Wasser lateral im Torfkörper abfließt. Anhand der Wasserstufen im Bereich des Untersuchungsgebietes kann der hydrologische Zustand des Moores vor der Wiedervernässung beschrieben werden. Nimmt man an, dass bei einer ausreichenden Wasserversorgung des Moorbodens (Wasserstufen 4+ und 5+) relativ naturnahe Verhältnisse vorliegen, wiesen vor Maßnahmenbeginn noch ca. 25 % der Moorfläche im Projektgebiet eine ausreichende Wasserversorgung auf (HEINICKE 2001). Auf dieser Fläche waren Vegetationstypen verbreitet, die entsprechende Feuchtebereiche repräsentieren.

Für den Untersuchungszeitraum (August 2011 bis August 2014) sind die Moorwasserstände für drei Pegel ausgewertet worden (Abb. 8). Größere Wasserstandschwankungen charakterisieren die flachgründigen Moorstandorte (Pegel 4a) bzw. die tiefgründigen Moorstandorte mit größerer Entwässerungsintensität (Pegel 2a). In Bereichen mit Quellfähigkeit ist die Pegelganglinie relativ ausgeglichen (Pegel 3a). Im Winterhalbjahr beeinflussen Frostperioden die Messergebnisse, v. a. sichtbar bei Pegeln mit flurnahen Grundwasserständen (siehe Ganglinie in Abb. 8 von Pegel 3a).

Die Wasserstände schwanken in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf. Jedoch ist ein unmittelbarer Einfluss anhand der Pegelganglinien nicht nachweisbar. Die Pegel reagieren mit einem Anstieg zeitverzögert auf feuchte Witterungsperioden. Unterdurchschnittliche Niederschläge im ersten Halbjahr 2012 führen zu Moorwasserständen deutlich unter Flur, während höhere Niederschläge ab Juli 2012 einen Anstieg der Pegelganglinien verursachen. Ab Februar 2013 bleiben die Niederschläge mit Ausnahme der Monate Mai und Juni 2013 unter dem langjährigen Mittel. Aufgrund der langen Frostperiode bleibt die Wasserversorgung der Moorstandorte bis in das Frühjahr 2013 gewährleistet. Die Pegelganglinien sinken vor allem in den Sommermonaten 2013 und 2014 mit negativer klimatischer Wasserbilanz und geringem Grundwasserzstrom deutlich ab. Allerdings wirken sich vor allem im Bereich des Pegels 4a die durchgeführten Maßnahmen positiv aus. Die Wasserstände dieses Pegels sind seit den Baumaßnahmen deutlich angestiegen.

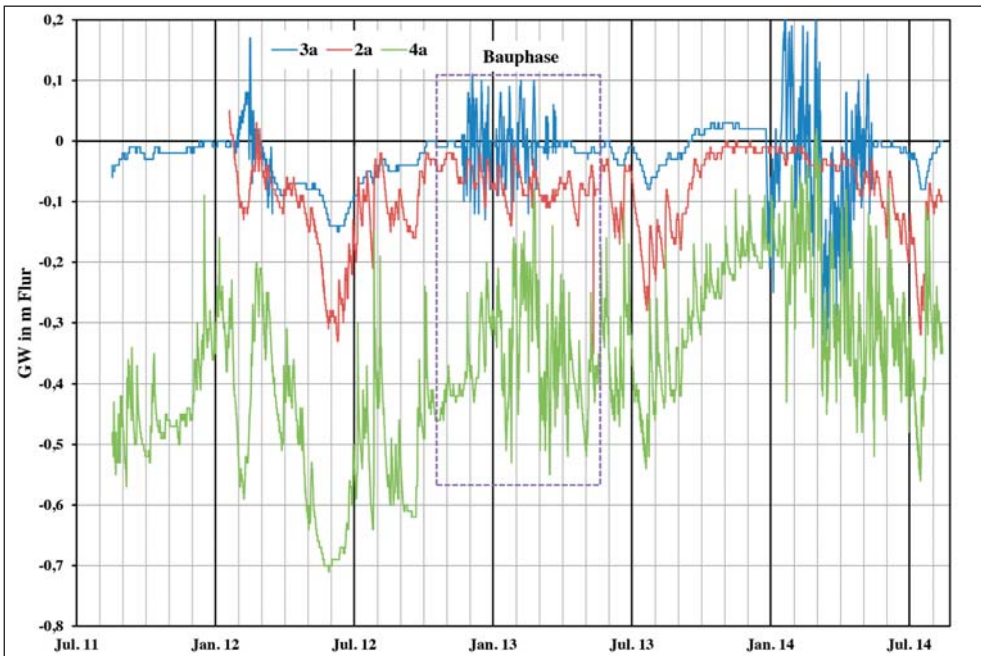


Abb. 8: Moorwasserstände Beesenberg (August 2011 bis August 2014) in m unter/über Flur (Pegel 2a: tiefgründiger Moorstandort im Südteil am Ende von Graben H, Pegel 3a: tiefgründiger Moorstandort, naturnaher Bereich nahe Graben 21 oberhalb Sohlschwelle, Pegel 4a: flachgründiger Moorstandort im Nordteil, hier wurde Drainagezerstörung durchgeführt)
 Mire water levels in the Beesenberg (August 2011 to August 2014) in m below/above ground level (Monitoring station 2a: deep mire locality in the southern part at the end of ditch H, monitoring station 3a: deep mire locality, fairly natural area near ditch 21 above the bed barrier, monitoring station 4a: shallow mire locality in the northern area where drainage destruction measures were carried out)

5.3.4 Abfluss

Der Wasserabfluss im Dauergraben wird seit Dezember 1997 über eine Durchflussmessstelle überwacht, die sich unterhalb der Bundesstraße B109 bei Göritz befindet. Das oberirdische Einzugsgebiet an dieser Messstelle beträgt 77,5 km². Da sich innerhalb dieses Einzugsgebietes einige Binneneinzugsgebiete befinden, die nicht abflusswirksam werden, reduziert sich das abflusswirksame Einzugsgebiet auf etwa 70,5 km² (LUA 2006). Für den Pegel wurden für die Erstellung der Genehmigungsplanung die Stichtagsmessungen der Durchflüsse bis zum 28.09.06 zur Verfügung gestellt (102 Messungen). Es wurden folgende Durchflüsse ermittelt:

- niedrigster Abflusswert : 0,011 m³/s
- Mittelwert der 102 Messungen: 0,081 m³/s
- höchster Abflusswert: 0,697 m³/s

Das Einzugsgebiet des Dauergrabens zeigt relativ geringe Abflussspenden, was im Bereich des Uckermärkischen Hügellandes häufiger auftritt. So beträgt die mittlere Abflussspende nur 1,0 l/s km².

Da die vorliegende Messreihe am Dauergraben für Aussagen zu Hochwasserabflüssen nicht ausreichte, wurde auf statistische Werte für ein benachbartes Einzugsgebiet (Beeke, Pegel Wilsickow) zurückgegriffen (MIEGEL 1998). Demzufolge konnte mit den in Tabelle 2 angegebenen Hochwasserabflussspenden und -abflüssen im Dauergraben gerechnet werden. Auf dieser Grundlage wurden die hydraulischen Nachweise im Rahmen der Genehmigungsplanung für die Sohlgleiten durchgeführt.

Tab. 2: Hochwasserabflussspenden und -durchflüsse für den Dauergraben ($A_{EO}=70,54 \text{ km}^2$, abgeleitet aus Abflussspenden für den Pegel Wilsickow, Beeke)
Flood runoff per unit area and flow rates for the permanent ditches ($A_{EO}=70.54 \text{ km}^2$, deduced from the runoff per unit area figures for the Wilsickow monitoring station, Beeke)

	Ereigniswahrscheinlichkeit T in Jahren				
	2	5	10	25	50
Hochwasserabflussspenden Beeke $Hq_{(T)}$ [l/s km ²]	12,7	19,5	23,9	29,4	33,4
Hochwasserabflüsse Dauergraben $HQ_{(T)}$ [m ³ /s]	0,896	1,375	1,686	2,074	2,356

5.4 Meliorationssystem

Spätestens seit Ende des 18. Jahrhunderts erfolgt eine Nutzung des Gebietes. Sie war mit einer Grabenentwässerung verbunden. Eine intensive Entwässerung erfolgte in den 1950er und 1960er Jahren. Das aktuelle Entwässerungssystem wird durch Gräben und Dränagen geprägt. Die Lage der Gräben ist der Abbildung 5 zu entnehmen. Einen Eindruck von den örtlichen Verhältnissen an den Gräben geben die Abbildungen 9 und 10.



Abb. 9: Graben 21.027 (Oktober 2006)
Ditch 21.027 (October 2006)



Abb. 10: Graben 21.055 (Oktober 2006)
Ditch 21.055 (October 2006)

Das Wasser wird mit natürlichem Gefälle in südliche Richtung zur Vorflut (Dauergraben) abgeleitet. Nur der nordwestliche Teil des Projektgebietes wird in westliche Richtung durch eine Rohrleitung zum Graben 21.024 entwässert. Einige Gräben besitzen aufgrund der nach Süden abfallenden Geländeoberfläche ein relativ großes Sohlgefälle von 0,5 - 2,4 %. So besitzt der zentrale Graben 21.027 (Abb. 9) auf seiner gesamten Länge von ca. 350 m einen Sohlhöhenunterschied von etwa 5,0 m! Der Dauergraben als Hauptvorfluter des Untersuchungsgebietes besitzt ebenfalls ein sehr großes Gefälle. Er ist begradigt und vertieft worden. Vom östlich gelegenen Bahndamm bis zur westlichen Grenze des Untersuchungsgebietes beträgt sein Sohlhöhenunterschied etwa 5,0 m auf einer Länge von ca. 1100 m. Das entspricht einem durchschnittlichen Gefälle von 0,45 %.

Der Umfang und die genaue Lage des Dränagesystems konnte nur abgeschätzt werden, da keine Bestandsunterlagen zu den ehemals ausgeführten Meliorationen vorlagen. Die Lage bekannter sowie vermuteter Dränausmündungen und -leitungen ist in Abbildung 5 dargestellt und basiert hauptsächlich auf den Aufnahmen von THORMANN (LUGV) und eigenen Begehungen. Der Verlauf einiger Dränleitungen konnte aufgrund von linienhaften Geländevertiefungen sowie auf Basis des Luftbildes und des DGM abgeschätzt werden. Alle Dränagen entwässerten Flächen innerhalb des Projektgebietes, ausgenommen vier Dränageleitungen, die im Norden in das Gebiet einmünden und außerhalb liegende Flächen (Ackerflächen) entwässern.

Insgesamt existierten im Projektgebiet drei Meliorationsschächte. Davon waren zwei Schächte im Nordwesten defekt und nicht mehr funktionstüchtig. Der dritte Schacht am Westrand des Gebietes war funktionstüchtig und diente der Ableitung des Wassers aus den Gräben B und C in westliche Richtung zum Graben 21.024 außerhalb des Projektgebietes.

6. Projektablauf und Baumaßnahmen

6.1 Vorbemerkung und Maßnahmenübersicht

Die Entwurfs- und Genehmigungsplanung für das Projekt wurde im Jahr 2007 erstellt. Schwierige Eigentumsverhältnisse, Absprachen mit Flächennutzern und die Berücksichtigung der Belange der Bundesbahn führten dazu, dass der Abschluss des Planfeststellungsverfahrens erst 2011 erfolgte. Nach Erstellung von Ausführungsplanung und Ausschreibungsunterlagen wurden die Baumaßnahmen von November 2012 bis Mai 2013 umgesetzt.

Das Entwässerungssystem aus Gräben und Dränagen musste möglichst vollständig deaktiviert werden. Dazu wurden vorhandene Gräben vollständig verschlossen, gekammert oder angestaut. Die Dränleitungen wurden so zerstört, dass keine Entwässerung mehr erfolgte. Flächen und Nutzungen außerhalb des Gebietes sind von dem Vorhaben nicht betroffen.

Folgende Aufstellung gibt eine Übersicht über die im Rahmen des Bauvorhabens durchgeführten Maßnahmen (vgl. Abb. 11):

- linearer und punktueller Grabenverschluss mit mehr als 12.000 m³ Torf
- Dränagen (Sammler) mit Suchschachtungen auffinden und zerstören
- Dränagen (Sauger) mit Reißzahn auf ca. 40 ha zerstören
- Einbau von vier Sohlswellen
- Flachabtorfung auf drei Teilflächen bis maximal 0,4 m Tiefe (ca. 2,3 ha, 2 x vollflächiger Bodenabtrag und 1 x differenziert mit Kammerung)

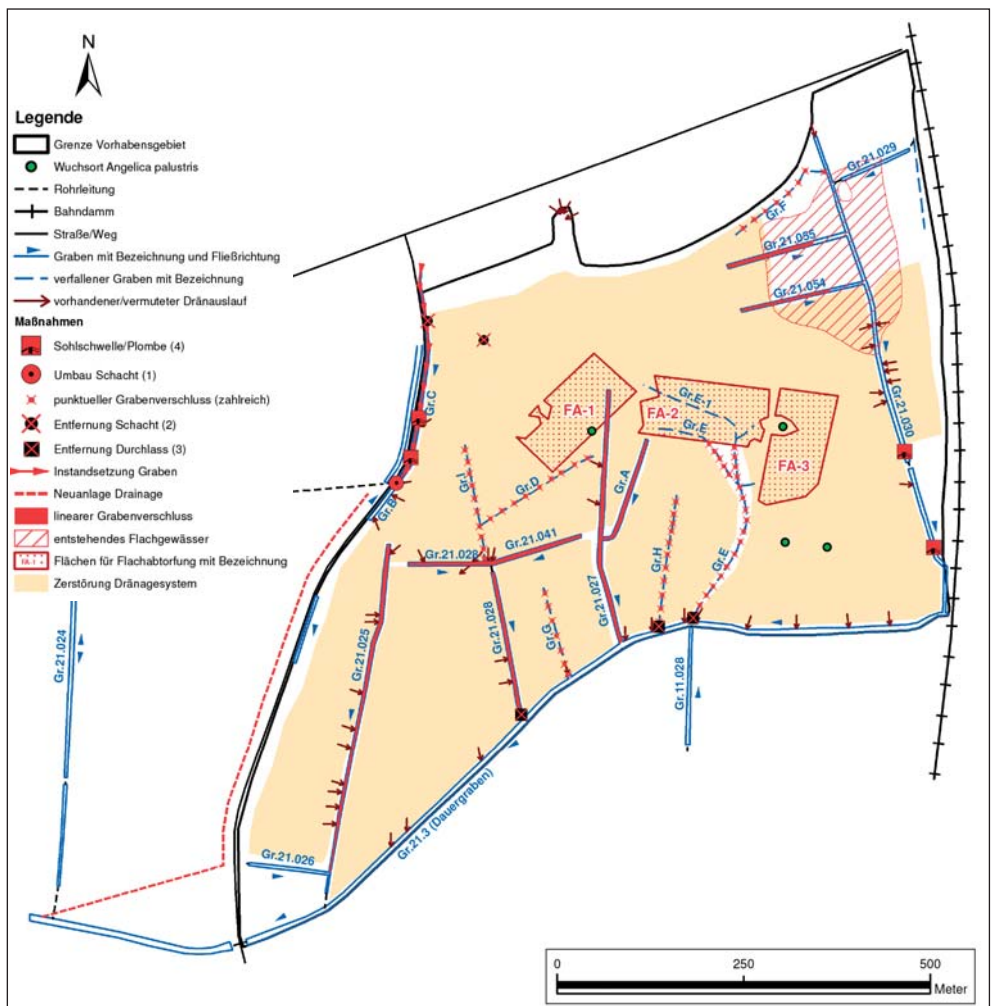


Abb. 11: Baumaßnahmen im Winterhalbjahr 2012/2013
Construction measures during the winter 2012/2013

Zur Vermeidung baubedingter Beeinträchtigungen des Brutgeschehens besonders geschützter Vogelarten war im Zeitraum vom 1. April bis 5. August eines Jahres eine Bautätigkeit auszuschließen. Durch Witterungseinflüsse konnten die Baumaßnahmen erst Anfang Mai 2013 abgeschlossen werden, ermöglicht durch eine Ausnahmegenehmigung des Landkreises Uckermark. Darüber hinaus erfolgte bei dem Vorhaben im Interesse des Bodendenkmalschutzes eine Fachbegleitung durch Archäologen.

6.2 Technikeinsatz

Aufgrund der schwachen Tragfähigkeit des Untergrundes sowie der noch vorhandenen sensiblen Moorflächen war der Einsatz moorschonender Technik erforderlich. Die Anlage von bauzeitlichen Baustraßen war aufgrund der differenzierten Transportwege innerhalb des Moores sowie zur Vermeidung weiterer Degradierungen von Moorflächen nicht vorgesehen. Deshalb war für die Ausschreibung nur eine entsprechend angepasste Technik von Baumaschinen bzw. die Verwendung von Baggermatratzen zugelassen. Dadurch wurde sichergestellt, dass die Arbeiten auch unter ungünstigen Witterungsverhältnissen weitergeführt werden konnten, keine übermäßige Verdichtung der Mooroberfläche erfolgte sowie die noch vorhandenen naturnahen Strukturen nicht übermäßig beeinträchtigt wurden. Vor Beginn der Baggerarbeiten war in den betroffenen Bereichen die Vegetation zu entfernen.

Die beauftragte Baufirma verwendete für die eingesetzten schweren Baumaschinen (Abb. 12) Baggermatratzen. Für die Zerstörung der Dränagen kam eine Pistenraupe zum Einsatz, die nur einen geringen Auflagedruck ausübte (Abb. 13).

6.3 Lineare (vollständige) Grabenverfüllung

Die vollständige bzw. lineare Verfüllung von längeren Grabenabschnitten ist für alle Gräben erfolgt, die eine große Bedeutung für die Entwässerung der zentralen Bereiche des Quellmoores besaßen. Die verfüllten Grabenabschnitte sind der Abbildung 11 zu entnehmen.

Für die Verfüllung der Gräben wurde mooreigenes Substrat u. a. aus den nahe gelegenen Flachabtorfungen verwendet (Abb. 14 - 17, Abb. 19). Dabei handelte es sich um die überwiegend stark zersetzten, degradierten oberen Torfschichten. Dazu wurde auf den vorher festgelegten Entnahmeflächen ein Bodenabtrag von 30 bis 40 cm vorgenommen. Um die spätere Sackung des verfüllten Torfmateri als auszugleichen, erfolgte eine Überhöhung der Verfüllung im Bereich des Grabenprofils. Die Verfüllungen reichten bis ca. 3 m über die Böschungsoberkanten der Gräben hinaus, damit die bei der jahrzehntelangen Entwässerung entstandenen Sackungen der Grabenrandbereiche bei der Verfüllung mit erfasst wurden. Zusätzlich erfolgte bei stärkerer Hangneigung in größeren Abständen (ca. 50 m) auch eine breitere, wallartige Verfüllung (Wallbreite ca. 4,0 m im Bereich der Krone). Aufgrund der Heterogenität des Geländes wurden diese Bereiche während der

Bauausführung durch die örtliche Bauüberwachung festgelegt. Durch diese quer zum Längsgefälle der Gräben angelegten wallartigen Verfüllungen werden mögliche künftige Wasserabflussbahnen verhindert (Abb. 20).

Durch mehrmalige Befahrung mit einem Kettenbagger und durch Andrücken mit der Baggerschaufel wurden die verfüllten Grabenabschnitte verdichtet. Darüber hinaus wurden in Abständen von etwa 20 m ein jeweils ca. 3 m langer Grabenabschnitt besonders verfüllt und verdichtet. Dazu musste zuerst die komplette Vegetationsschicht im Sohl- und Böschungsbereich sowie das locker gelagerte schlammige Sohlmaterial entfernt werden. Anschließend erfolgte die Verfüllung der Grabenabschnitte mit hier anfallendem Bodenmaterial sowie mit Material aus Flachabtorfungen bei lagenweiser Verdichtung (eine Lage ca. 30 cm hoch) mittels Baggerschaufel. Durch diese Vorgehensweise wird vermieden, dass sich innerhalb der Grabenverfüllung Abflussbahnen bilden.

6.4 Punktueller Grabenverschluss (Grabenkammerung)

Im Gegensatz zur kompletten Verfüllung von Grabenabschnitten erfolgte bei der Kammerung nur ein punktueller Grabenverschluss an mehreren Standorten des Grabens. Diese punktuellen Grabenverschlüsse sind im Bereich der Krone jeweils etwa 5 m lang, am Fuß etwa 7 m. Sie sind ca. 5 m breit und erhalten als Zulage für die spätere Sackung des Verfüllmaterials eine Überhöhung. Diese Maßnahme kam vor allem in den Grabenabschnitten, die bereits stark verfallen waren und nur geringe Sohliefen von ca. 10 bis 40 cm unter Gelände zeigten, zum Zuge. Aufgrund der Heterogenität des Geländes wurden die Standorte der punktuellen Grabenverschlüsse endgültig erst im Rahmen der Bauausführung festgelegt. Darüber hinaus wurden bisher nicht erfasste verfallene Gräben bzw. linienförmige Strukturen, die als Oberflächenabflussbahnen fungieren können, punktuell verfüllt.

Vor der Verfüllung wurden die komplette Vegetationsschicht auf einer Länge von etwa 5 m im Sohl- und Böschungsbereich sowie das locker gelagerte schlammige Sohlmaterial entfernt. Anschließend erfolgten eine Verfüllung mit dem hier anfallenden Bodenmaterial und mit Material aus den Flachabtorfungen sowie eine lagenweise Verdichtung mittels Baggerschaufel.

6.5 Partiieller Rückbau bzw. Zerstörung des Dränagesystems

Neben der Verfüllung von Grabenabschnitten war der möglichst umfassende Rückbau bzw. die Zerstörung des vorhandenen, noch funktionstüchtigen Dränagesystems eine wichtige Maßnahme. Dabei hat die alleinige Zerstörung der Dränausmündungen an den Gräben bzw. am Dauergraben nur eine begrenzte Wirkung. Damit kann der Wasserabfluss aus den Dränagen eingeschränkt werden. Aufgrund des zum Teil großen Geländegefälles bestand jedoch die Gefahr, dass sich durch den Druck des Dränwassers neue Auslaufquellen im Verlauf der Dränleitungen bilden können und damit die Entwässerung der

Quellkuppen weiterhin stattfindet. Deshalb wurden in einem Abstand von etwa 20 - 30 m, bei großem Gefälle auch dichter, die Rohre durch Aufbaggerungen beginnend an den Dränausmündungen zerstört. Da der genaue Verlauf und die Tiefenlage der Dränagen nicht bekannt war, mussten grabenartige Suchschachtungen bis etwa 2,0 m Tiefe quer zum vermuteten Verlauf durchgeführt werden. Die aufgefundene Dränage wurde dann auf ca. 1 - 2 m Länge zerstört (Abb. 21).

Nach den Voruntersuchungen (Kap. 5.4) ergab sich eine vermutete Gesamtlänge der Dränleitungen von etwa 8500 m. Zur Sicherheit wurde mit einer größeren Zahl von Suchschachtungen kalkuliert, von denen 272 durchgeführt wurden.

Mit der vorher beschriebenen Methode konnten in erster Linie die Dränagen zerstört werden, deren Ausmündungen bekannt bzw. anhand von Luftbildern relativ gut lokalisiert waren. Dies betraf überwiegend die Sammlerleitungen. Die Saugerleitungen, die an die Sammler angeschlossen sind, konnten allerdings auf diese Weise nicht vollständig erfasst werden. Um dennoch möglichst alle vorhandenen Dränagen erfassen und zerstören zu können, wurde ein etwa 1,5 m langer Bodenmeißel bzw. Reißzahn eingesetzt. Dieser Reißzahn ist etwa 10 cm breit und war an einem Raupenfahrzeug befestigt (Abb. 13). Der Reißzahn wurde durch den Moorboden gezogen, um vorhandene Dränagen zu zerstören. Dieses Verfahren wurde z. B. bei der Renaturierung der Recknitzniederung bei Bad Sülze in Mecklenburg-Vorpommern erfolgreich bei Tonrohren angewendet (LUNG M-V 2001). Das Dränagesystem am Beesenberg bestand ebenfalls überwiegend aus Tonrohren (DN 65 bis DN 125).

Auf etwa 40 ha Fläche erfolgte jeweils eine partielle Aufbaggerung sowie eine trassenförmige Bearbeitung mit dem Bodenmeißel. Die Trassenführung beim Einsatz des Bodenmeißels wurde vor Ort entsprechend der jeweiligen Geländesituation und in Anpassung an



Abb. 12: Schwere Technik zum Verschluss der Gräben
Heavy equipment to block the ditches



Abb. 13: Pistenraupe mit Reißzahn zum Zerstören der Tondränagen
Slope groomer with grubber to destroy the clay drainpipes

den bis dahin aufgefundenen Verlauf der Dränagen festgelegt. Um die Entstehung neuer Abflussbahnen beim Einsatz des Bodenmeißels zu vermeiden, wurde möglichst quer zum Geländegefälle gearbeitet. Besonders sensible Bereiche wurden vor Beginn der Ausführung vor Ort ausgegrenzt und von der Bearbeitung ausgeschlossen.

Durch den Einsatz des Bodenmeißels ist im Verlauf der jeweiligen Fahrtrassen der oberste, zum Teil stark degradierte und geringer durchlässige Moorhorizont aufgerissen worden. In der Folge ist ein verbesserter vertikaler Wasseraustausch (nach oben gerichtetes Druckwasser) möglich, der sich zukünftig positiv auf die Renaturierung der Moorflächen auswirken kann.

6.6 Umbau Entwässerungsschacht

Wasser aus den Gräben B und C wird in einem Entwässerungsschacht (DN 1000) gefasst und über eine Rohrleitung (DN 300) in westliche Richtung zum Graben 21.024 außerhalb des Vorhabensgebietes abgeleitet (Abb. 11, Abb. 24). Für diese Gräben wurden die Einlaufhöhen an dem Schacht erhöht, um die Entwässerung der nordwestlichen Randbereiche des Beesenberges einzuschränken. Ein Wasserabfluss musste aber auch künftig erhalten bleiben, um den angrenzenden Wirtschaftsweg sowie die westlich des Weges liegenden landwirtschaftlichen Flächen (Acker, Grünland) nicht zu beeinträchtigen. Da der vorhandene Schacht nicht für die vorgesehene Funktion als Absturz-/Einstauschschacht geeignet war, wurde an gleicher Stelle ein neuer, monolithischer Schacht errichtet. Die neue Schachtsohle entsprach im Höhenniveau der alten Schachtsohle, da die vorhandene Ablaufleitung wieder in gleicher Höhe angeschlossen werden musste.

6.7 Sohlschwellen in Entwässerungsgräben

Zur Einschränkung der Entwässerungswirkung von vorhandenen Gräben sowie zur Verbesserung des Wasserrückhaltes wurden an ausgewählten Standorten Sohlschwellen (Stützwellen) errichtet. Diese Maßnahme wurde an den Gräben durchgeführt, in denen zur Vermeidung von negativen Beeinträchtigungen angrenzender Nutzungen weiterhin eine Vorflutmöglichkeit aufrechterhalten werden musste. Im Unterschied zu vollständigen Grabenverschlüssen ist bei diesen Bauwerken eine Überströmung nach Erreichen der Überlaufhöhe möglich.

Im Graben 21.030 im Osten des Gebiets sind zwei Sohlschwellen eingebaut worden (Abb. 22). Hierdurch hat sich im Oberlauf des Grabens ein flaches Gewässer ausgebildet (Abb. 23, Lage des Gewässers in Abb. 11). Die Überlaufhöhe wurde so gewählt, dass eine Beeinträchtigung des Bahndammes ausgeschlossen werden konnte. Am Ende des Grabens befindet sich eine Dränausmündung mit Anschluss an ein etwa 160 m nördlich gelegenes Soll. Aufgrund des großen Gefälles dieser Dränage kann auch nach Umsetzung des Vorhabens ein Wasserabfluss erfolgen.

Im Graben C am Westrand des Gebietes wurden ebenfalls zwei Sohlschwellen errichtet (Abb. 24). Die Überlaufhöhen wurden so gewählt, dass es zu keiner Beeinträchtigung des westlich angrenzenden Wirtschaftsweges und der hier befindlichen landwirtschaftlichen Flächen (Acker, Grünland) kommt.

Der Sohlschwellenkörper wurde jeweils mit mineralischem Bodenmaterial im vorhandenen Grabenprofil aufgeschüttet (Länge im Kronenbereich 5,0 m) und lagenweise verdichtet. Wegen des nicht tragfähigen Untergrundes wurde auf die vorhandene Grabensohle und -böschung ein Geotextil aufgebracht. Dieses dient zur Lastverteilung und Stabilisierung der Bodenauffüllungen. Zur Vermeidung von Durchsickerungen wird in die Sohlschwellen jeweils eine Holzspundwand integriert. Diese besteht aus gespundeten Holzbohlen, die in die Grabensohle und -böschungen eingelassen wurden. Die Unterkante der Holzbohlen liegt dabei ca. 1,50 m unter der alten Grabensohle. Zur Sicherung der Holzbohlen wurden jeweils in Höhe der alten Grabensohle sowie im Bereich der Oberkante der Holzspundwand entsprechende Holzzangen aus gleichem Material befestigt. Diese Zangen sollen ein späteres Auseinandertreiben der Holzbohlen verhindern. Die Sohlbreiten der Sohlschwellen betragen 0,8 m sowie 1,5 m bei Böschungsneigungen von 1:1,5. Die Oberfläche der Sohlschwellen sowie die Böschungen wurden mit 20 cm Grobkies und z. T. durch eine Weidenspreitenlage gegen Erosion gesichert (Abb. 22).

6.8 Grabeninstandsetzung und -unterhaltung

Zur Sicherstellung der Oberflächenentwässerung von landwirtschaftlichen Flächen außerhalb des Projektgebietes im Oberlauf des Graben C erfolgten Instandsetzung, Grundräumung und Böschungsmahd dieses Grabens. Zur künftigen Aufrechterhaltung des Abflussprofils wurde der Graben in die Unterhaltung des Wasser- und Bodenverbandes aufgenommen.

6.9 Neubau Schutzdränage

Zur Vermeidung möglicher Beeinträchtigungen landwirtschaftlicher Nutzflächen (Grünland) außerhalb des Projektgebietes wurde eine Schutzdränage verlegt (Abb. 25). Sie verläuft einschließlich einiger Kontrollschächte parallel zum Wirtschaftsweg in einem Abstand von etwa 10 m westlich vom Böschungsfuß des Weges in einer Tiefe von 0,8 bis 1,2 m. Als Material fanden flexible, mit Kokosfaser ummantelte Dränrohre aus PVC-U entsprechend DIN 1187 mit einer Schlitzbreite von 1,2 mm Verwendung. Zur Herstellung der Dränage wurde ein ca. 0,3 m breiter Drängraben ausgehoben. Die Tiefe des Grabens richtete sich nach dem Gefälle sowie der vorgegebenen Tiefenlage der Dränage entsprechend dem Längsschnitt. Da im gesamten Dränbereich Torf ansteht, wurden die Dränagen in Kiessand verlegt. Die Vorflut für die Dränage ist der Dauergraben. Aufgrund einer vorhandenen Sohlschwelle im Dauergraben musste die Dränausmündung in den Unterwasserbereich der Sohlschwelle gelegt werden.

Nach Fertigstellung der Dränage erfolgte eine Grasansaat im Bereich des verfüllten Drängrabens. Die Ausführung der Arbeiten zur Herstellung der Dränage wurde mit dem Landwirt abgestimmt.

6.10 Flachabtorfung von Teilflächen

Bestandteil des Vorhabens zur Quellmoorrenaturierung ist die Wiederansiedlung typischer Pflanzengemeinschaften nährstoffarmer, kalkreicher Niedermoore. Sie war ursprünglich nicht Bestandteil der Planung. Deshalb wurde ein separates Konzept entwickelt (HACKER et al. 2010), das dann im Zuge des Vorhabens umgesetzt wurde. Von den geplanten Wiederansiedlungsflächen soll künftig die Ausbreitung typischer Moorpflanzen im gesamten Projektgebiet ausgehen. Als Grundlage für das Wiederansiedlungsprojekt erfolgte während der Baumaßnahme im Winterhalbjahr 2012/2013 auf drei größeren Teilflächen ein Abtrag der obersten, schlechter durchlässigen degradierten Torfschichten (Abb. 11). Die Wiederansiedlung (Aussaart, Monitoring usw.) fand im Winterhalbjahr 2013/2014 statt.

Die Teilflächen für die Flachabtorfungen befinden sich überwiegend im Bereich ehemaliger Quellkuppen. Die Ausformung und Gestaltung dieser Flächen erfolgte aufgrund der stark wechselnden Geländeverhältnisse nach örtlicher Anpassung. Dabei wurde im Bereich der Flächen FA-2 und FA-3 jeweils ein vollflächiger, relativ gleichmäßiger Bodenabtrag mit der entsprechenden Abtragtiefe (maximal 40 cm) vorgenommen (Abb. 16 und 17). Auf der Fläche FA-1 kam dagegen eine differenzierte Abtorfungsvariante zum Einsatz. Diese Fläche erhielt nach Höhenlinien gestaffelte Abtorfungskammern mit ca. 4 m breiten Dämmen (stehen gelassene Torfbereiche). Hierdurch entstand ein Bult-Schlenken-Mikrorelief (Abb. 14 und 15). Innerhalb einer Kammer besteht eine Höhendifferenz von 10 - 15 cm, die Sohle der Kammern liegt dabei 30 - 40 cm unter der aktuellen Geländeoberfläche. Die Dämme verlaufen entsprechend den Höhenlinien gekrümmt. Im Inneren der Kammer erfolgte eine weitere Differenzierung des Reliefs, um Moorpflanzen ansiedeln zu können, die nicht im offenen Wasser keimen. Dazu wurden bultartige Ansiedlungsflächen (Stränge) hergestellt. Das bei der Herstellung der Flachabtorfungen anfallende Torfmaterial wurde für die Verfüllungen sowie punktuellen Verschlüsse in nahe gelegenen Gräben verwendet. Um unnötige Fahrbewegungen zu vermeiden, wurden zusätzliche Abtorfungsflächen in der Nähe zu verschließender Gräben angelegt (Abb. 19).



Abb. 14: Fertigstellung von Abtorfungsfläche 1 (FA-1) im Februar 2013
Completion of peat stripping area 1 (FA-1) in February 2013



Abb. 15: Abtorfungsfläche 1 (FA-1) im Mai 2014
Peat stripping area 1 (FA-1) in May 2014



Abb. 16: Fertiggestellte Abtorfungsfläche 2 (FA-2) im April 2013 (im Vordergrund zerstörte Dränage)
Completed peat stripping area 2 (FA-2) in April 2013 (destroyed drains in the foreground)



Abb. 17: Abtorfungsfläche 3 (FA-3) im September 2013
Peat stripping area 3 (FA-3) in September 2013



Abb. 18: Graben 21.025 im April 2013
Ditch 21.025 in April 2013



Abb. 19: Graben 21.025 nach Verschluss im Mai 2013
Ditch 21.025 after blockage in May 2013



Abb. 20: Verwallungen mit Überlauf im Graben 21.027 (Mai 2013)
Dams with overflow in ditch 21.027 (May 2013)



Abb. 21: Zerstörter Sammler (April 2013, im Hintergrund Abtorfungsfläche FA-3)
Destroyed collector (April 2013, peat stripping area FA-3 in the background)



Abb. 22: Sohlschwelle im Graben 21.030 (April 2013)
Bed barrier in ditch 21.030 (April 2013)



Abb. 23: Stauziel im Graben 21.030 erreicht (April 2013)
Damming target reached in ditch 21.030 (April 2013)



Abb. 24: Instandsetzung von Graben B, Bau einer Sohlschwelle und Schachtneubau (April 2014)
Repairs to ditch B, construction of a bed barrier and reconstruction of a shaft (April 2014)



Abb. 25: Neubau der Drainage westlich Beesenberg (März 2013)
Reconstruction of drainage west of Beesenberg (March 2013)

7. Diskussion

Das Quellmoor Beesenberg konnte mit Hilfe wasserbaulicher Maßnahmen erfolgreich renaturiert werden. Die ausgewerteten Grundwasserstandsdaten und Geländebegehungen nach Abschluss der Bauarbeiten zeigten eine deutliche Anhebung des Moorwasserspiegels in größeren Bereichen des Quellmoores. Für den Erfolg der Renaturierung war die Inaktivierung des Meliorationssystems – Verschluss der Gräben und Zerstörung der Dränagen – wichtige Voraussetzung.

Basis für die Ableitung der durchgeführten Maßnahmen war die Kenntnis von Hydrologie, Stratigraphie, Oberflächenrelief und Meliorationssystem des Moores. Der vorliegende Beitrag belegt auch die Notwendigkeit einer gründlichen und aussagekräftigen Dokumentation der Baumaßnahmen sowie der Vegetations- und Wasserstandsentwicklung. In einem Monitoring sollen zukünftig Wasserstands- und Vegetationsentwicklung beobachtet werden.

Folgende Erkenntnisse konnten aus dem Bauablauf für zukünftige Renaturierungen in geeigneten Mooren (Quell-, Durchströmungs- und Hangmoore) gewonnen werden:

- Der nicht tragfähige Untergrund erfordert eine Begrenzung des Auflagedrucks der Baumaschinen ($< 200 \text{ g/cm}^2$), wird dieser Auflagedruck bei Einsatz schwerer Technik überschritten müssen Baggermatratzen verwendet werden.
- Alle Gräben sollten möglichst vollständig verfüllt werden, falls ausreichend Material vorhanden ist; eine punktuelle Grabenverfüllung ist nur bei geringer Neigung der Gräben ausreichend.
- Tiefe Rinnen – wie Hauptvorfluter in Verbindung mit Dränagen – müssen zusätzlich mit ausreichend dimensionierten Querverwallungen verschlossen werden. Die Ausleitung von Überschuswasser ins Gelände muss dabei möglich sein.
- Dränagen sollten mittels Aufgrabungen und Bodenmeißel (nur bei Tonrohren) möglichst vollständig zerstört werden.
- Großflächige Flachabtorfungen und nachfolgende Wiederansiedlung typischer Pflanzengemeinschaften nährstoffarmer, kalkreicher Niedermoore, im Gebiet mit verschiedenen Varianten erprobt, erscheinen für den Renaturierungserfolg nicht zwingend notwendig und erfordern zudem einen höheren Kosten- und Zeitaufwand.
- Kleinflächige Abtorfungen im Bereich zu verschließender Gräben verringern die Baubewegungen auf der Moorfläche, vermindern den Kostenaufwand und liefern ausreichend Material für den Grabenverschluss; soweit die Standortbedingungen günstig sind, besiedeln sich die so entstandenen Flachgewässer bereits nach wenigen Monaten mit Armleuchteralgen, Moosen (u. a. *Drepanocladus aduncus*) und Gefäßpflanzen (u. a. Seggen)

8. Danksagung

Der Naturschutzfonds Brandenburg (Frau Sieper-Ebsen, Herr Grübler) als Projektträger der Quellmoorrenaturierung Beesenberg beauftragte die Maßnahmenplanung und stellte die Grundwasserstandsdaten für die Auswertung zur Verfügung. Herr Dr. A. Brande (Berlin) sah das Typoskript kritisch durch.

9. Literaturverzeichnis

- AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl., 438 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- ARBEITSGEMEINSCHAFT „MOORSCHUTZPROGRAMM BRANDENBURG“ (2013): Los 1: Bearbeitungskonzeption, Methoden, Ergebnisse: Raumverfügbarkeitsanalyse, Agrarförderung, Projektgebietsrecherche. 59 S. – Unveröff. Gutachten im Auftrag des LUGV Brandenburg.
- DWD (2014): Internetabruf von Niederschlagsdaten unter www.dwd.de.
- HACKER, F. KOSKA, I. & KLAWITER, J. (2010): Maßnahmenkonzept zur Wiederansiedlung typischer Pflanzengemeinschaften nährstoffarmer kalkreicher Niedermoore im Quellmoor „Beesenberg“. – Unveröff. – Gutachten des ILN Greifswald im Auftrag des NaturSchutzFonds Brandenburg, 29 S.; Greifswald.
- HANNAPPEL, S. & BRAUN, P. (2010): Planung und Durchführung eines Grundwasser-Monitorings mit Direct-Push in Nordostbrandenburg. – In: Grundwasser, Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie der Deutschen Geologischen Gesellschaft 15/2; Heidelberg, Berlin.
- HEINICKE, T. (2001): Zusammenfassung Nutzungsmanagement des Beesenberges (Nordteil).
- IHU GEOLOGIE UND ANALYTIK (2007): Quellmoorrenaturierung Beesenberg – Genehmigungsplanung gemäß § 31 WHG . – Unveröff. Gutachten im Auftrag des Naturschutzfonds Brandenburg, 53 S. und Anlagen; Groß Upahl.
- IHU GEOLOGIE UND ANALYTIK (2011): Quellmoorrenaturierung Beesenberg – Ausführungsplanung. – Unveröff. Gutachten im Auftrag des Naturschutzfonds Brandenburg, 43 S. und Anlagen; Groß Upahl.
- HURTIG, T. (1957): Physische Geographie von Mecklenburg; Berlin.
- KRASEMANN, L. (2010): Zwischenbericht über die Einrichtung eines Messnetzes auf dem Beesenberg - Planungsbüro Wasser und Umwelt, Prenzlau. – Unveröff. Zwischenbericht im Auftrag des NaturschutzFonds Brandenburg.
- LEHDE, J. (2010): Landschaftsökologische Analyse der Moore im Landkreis Uckermark und Einschätzung ihrer Klimawandelbetroffenheit. – Unveröff. Abschlussarbeit an der HNE Eberswalde, Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz, 115 S. und Anlagen; Eberswalde.
- LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG (2004): Leitfaden zur Renaturierung von Feuchtgebieten in Brandenburg. – Studien und Tagungsberichte **50**: 1-192; Potsdam.

- LANDGRAF, L. & SCHULTZ-STERBERG, R. (2001): Ökologische Bewertung der brandenburgischen Niedermoore – Auswertung digitaler Biotop- und Moordaten. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg **10**(1): 17-28; Potsdam.
- LUA (2006): Hydrologische Daten für den Dauergraben, unveröff. Daten.
- LUNG M-V (2001): Renaturierung im Recknitztal. Broschüre zum Renaturierungsvorhaben. 58 S.; Güstrow.
- MIEGEL, K. (1998): Regionalisierung von Hochwasserscheiteldurchflüssen HQ(T) in Mecklenburg-Vorpommern. – Unveröff. Abschlußbericht; Rostock.
- PÄZOLT, J. (1997): Der Beesenberg - Standort und Vegetation eines Quellmoor-Komplexes im Ückertal (Brandenburg). – Unveröff. Dipl.-Arbeit der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald, Botanisches Institut, 99 S.; Greifswald.
- PÄZOLT, J. (1999): Genese eines Quellmoorkomplexes im Ückertal (Brandenburg) und der anthropogene Einfluss auf die Hydrologie des Moores. – Telma **29**: 53-64; Hannover.
- PLANWERKSTADT (2002): Schutzwürdigkeitsgutachten Quellmoorkomplex „Beesenberg“, bei Dauer (FFH Gebiet Nr. 575, Natura 2000-Kennziffer DE 2649-301). – Unveröff. Gutachten, 33 S.; Erfurt.
- ROWINSKY, V. (2012/13): Foto-Dokumentation zur ökologischen Baubegleitung.
- SCHULTZ-STERBERG, R., ZEITZ, J., LANDGRAF, L., HOFFMANN, E., LEHRKAMP, H., LUTHARDT, V. & KÜHN, D. (2000): Niedermoore in Brandenburg. – Telma **30**: 139-172; Hannover.
- STEGMANN, H. (2005): Die Quellmoore im Sernitztal (NO-Brandenburg) – Genese und anthropogene Bodenveränderungen. – Unveröff. Inauguraldissertation an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, 94 S. und Anlage; Greifswald.
- SUCCOW, M. & JESCHKE, L. (1986): Moore in der Landschaft, 268 S.; Leipzig, Jena, Berlin (Urania).
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde, 2. Aufl.; Stuttgart (Schweizerbart).
- TGL 24330/04 (1986): Standortaufnahme von Böden – Moorstandorte. – 13 S.; Berlin.

Anschrift des Verfassers:

Dr. V. Rowinsky
 Tieplitzer Straße 8
 D-18276 Gülzow-Prüzen, Groß Upahl
 E-Mail: V.Rowinsky@t-online.de

Manuskript eingegangen am 31. Mai 2014