

Erfassung des Zustandes von Waldbeständen im Umfeld einer Rinder-Altanlage

**anhand von Waldvegetationszusammensetzung und
Bestandesvitalität**

in

19273 Amt Neuhaus, OT Tripkau

am Standort

Gemarkung Tripkau, Flur 22, Flurstücke 7, 8/1, 8/2, 8/3 und 8/4

sowie

Gemarkung Tripkau, Flur 14, Flurstücke 25/2

- Landkreis Lüneburg -

im Auftrag der

Landgut Tripkau GbR

Hauptstraße 49

19273 Amt Neuhaus

Tel.: 038845 – 41909

Ingenieurbüro Prof. Dr. Oldenburg

Immissionsprognosen ◦ Umweltverträglichkeitsstudien ◦ Landschaftsplanung
Beratung und Planung in Lüftungstechnik und Abluftreinigung

Bearbeiter:

Dipl.-Forstwirt Steve Wunderlich
steve.wunderlich@ing-oldenburg.de

Osterende 68
21734 Oederquart

Tel. 04779 92 500 0
Fax 04779 92 500 29

Prof. Dr. sc. agr. Jörg Oldenburg

Von der IHK öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Emissionen und Immissionen
sowie Technik in der Innenwirtschaft (Lüftungstechnik
von Stallanlagen)
Bestellungskörperschaft: IHK Neubrandenburg
für das tätliche Mecklenburg-Vorpommern

Büro Niedersachsen:
Osterende 68
21734 Oederquart

Büro Mecklenburg-Vorpommern:
Rittermannshagen 18
17139 Faulenrost
Tel. 039951 2780 0
Fax 039951 2780 20

www.ing-oldenburg.de

FFG 16.159

29. Juli 2016

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Problemstellung	1
2 Untersuchungsraum und -methodik	3
2.1 Forstlicher Standort	3
2.2 Aufnahme von Waldvegetation und Bestandesvitalität	4
3 Ergebnisse.....	7
3.1 Arteninventar	7
3.1 Artenanzahl und N-Zeigerwert	8
3.2 Bestandesvitalität	10
4 Diskussion und Beurteilung	12
5 Zusammenfassung	16
6 Literatur	17
7 Anhang	19

1 Problemstellung

Die Landgut Tripkau GbR betreibt ca. 800 m östlich des Ortszentrums von Tripkau (Kirche) eine Rinder-Anlage. Diese wurde Anfang der 1970er Jahre errichtet und nach der deutschen Wiedervereinigung per Altanlagenanzeige nach § 67 BImSchG genehmigt. Es ist geplant, den genehmigten Bestand von 465 Milchkühen, 380 Jungrindern, 300 Mastbullen und 755 Kälbern/Jungrindern (bis 1 Jahr) in einem B-Plan festzuschreiben.

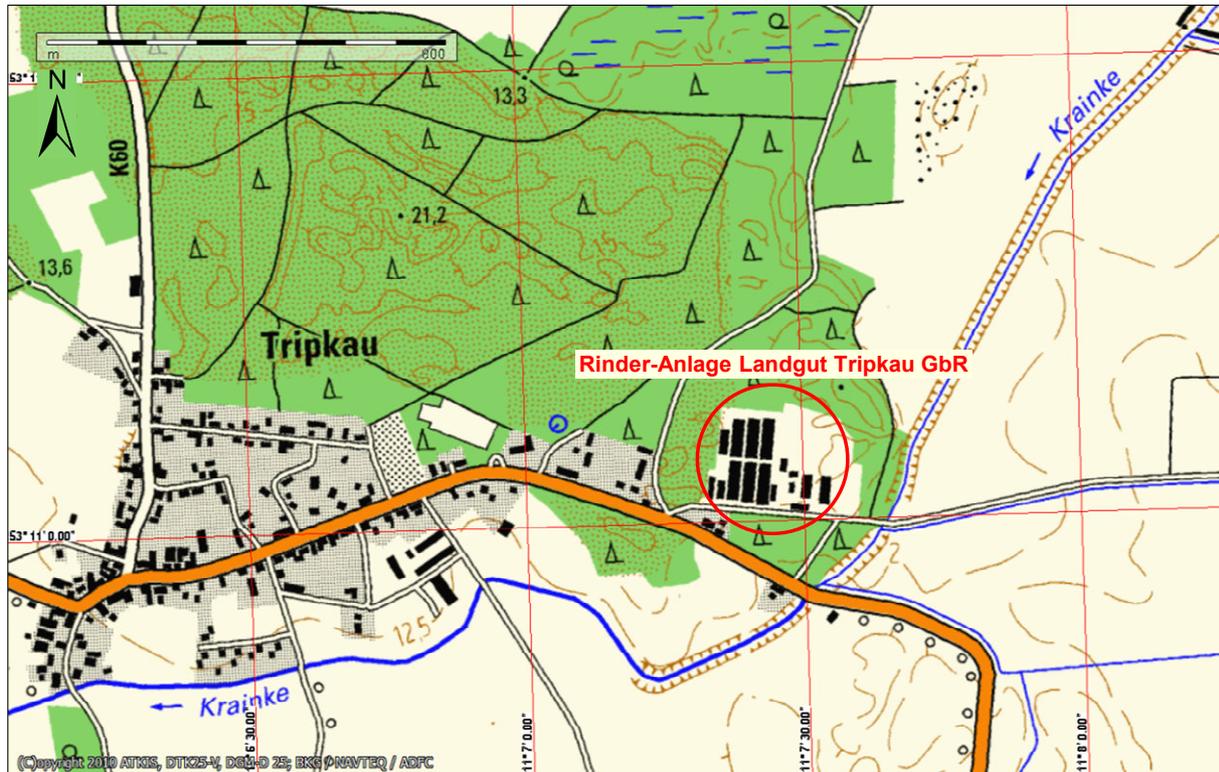


Abb. 1: Standort der Rinder-Anlage der Landgut Tripkau GbR östlich von Tripkau

Durch die Rinderhaltung kommt es im Anlagenumfeld zu erhöhter Ammoniakimmission bzw. Stickstoffdeposition. Die Rinder-Anlage ist mit Ausnahme eines kleinen Bereichs der Zuwegung von Wald umschlossen. Natürlicherweise sind zahlreiche Waldökosysteme stickstofflimitiert und daher potenziell empfindlich gegenüber hoher Ammoniakimmission bzw. Stickstoffdeposition.

Durch Ammoniakimmission können vor allem direkte Schädigungen an Waldbäumen auftreten. Direkte Schädigungen durch Ammoniak äußern sich hauptsächlich in nekrotischen oder chlorotischen Nadel-/Blattverfärbungen. Damit verbunden sein können vorzeitiger Nadel-/Blattfall, Wachstumsdepressionen oder im Extremfall das Absterben von Baumindividuen (DÄSSLER 1991).

Als Stickstoffdeposition wird die tatsächliche Ablagerung von Stickstoffverbindungen in einem (Wald-)Ökosystem bezeichnet. Im Gegensatz zur Ammoniakimmission wirkt sie auf Einzelbäume bzw. Waldbestände eher indirekt, vor allem über den Boden. Mit erhöhter Stickstoff-

deposition ist ein Prozess verbunden, der als Stickstoffsättigung bezeichnet wird (ABER ET AL. 1989, ABER ET AL. 1998). An dessen Ende sind in der Modellvorstellung Bedarf und Speicherkapazität eines Waldökosystems für Stickstoff ausgeschöpft oder bereits überschritten. Anfänglicher, erhöhter Biomassezuwachs kann dann in Wachstumsdepressionen, bei extremer Stickstoffübersättigung möglicherweise in starke Vitalitätseinbußen oder gar Absterbescheinungen umschlagen.

Aufgrund der geschilderten negativen Effekte ist im Rahmen von Genehmigungsverfahren für Neuanlagen oder Anlagenerweiterungen nach TA-Luft 2002 zu prüfen, ob erhebliche Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme (z.B. Wälder) durch Ammoniakimmission und Stickstoffdeposition aus einer geplanten Anlage ausgeschlossen werden können. Als Prüfwerte nennt die TA-Luft 2002 für die Ammoniakimmission $3 \mu\text{g m}^{-3}$ (Zusatzbelastung) bzw. $10 \mu\text{g m}^{-3}$ (Gesamtbelastung). Für die Stickstoffdeposition ist in der TA Luft 2002 kein Prüfwert enthalten. Dieser ist dem Gem. RdErl. d. MU u. d. ML v. 1. 8. 2012 – 404/406-64120-27 – (MU 2012) zu entnehmen, wo ein Wert von $5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Zusatzbelastung) genannt wird, unterhalb dessen keine erheblichen Auswirkungen erwartet werden.

Aufgrund der großen Nähe von Rinder-Anlage und Wald werden die vorgenannten Prüfwerte überschritten. Somit könnten nach derzeitigen Maßstäben erhebliche Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme (z.B. Wälder) durch Ammoniakimmission und Stickstoffdeposition nicht ausgeschlossen werden. Für die geplante Festschreibung des Tierbestandes der Landgut Tripkau GbR ist es daher von Interesse, ob seit Errichtung der Rinder-Anlage vor mehr als 40 Jahren negative Veränderungen in den umgebenden Waldbeständen stattgefunden haben.

Als integrierender Indikator für solche Veränderungen kann zum einen die Bodenvegetation dienen, da sie auf ein hohes Angebot an Mineralstickstoff relativ schnell mit Artenverschiebungen reagiert (vgl. BML 2000). Zentrale Größe sind hierbei die Zeigerwerte nach ELLENBERG (1979). Diese spiegeln das ökologische Verhalten einer Sippe gegenüber einem bestimmten Standortfaktor (z. B. Stickstoffverfügbarkeit) im Gefälle der Umweltfaktoren unter Freilandbedingungen, d. h. bei ausgeprägter zwischenartlicher Konkurrenz, wider (ELLENBERG UND LEUSCHNER 2010). Die Zeigerwerte sind auf einer Skala von 1 bis 9 angesiedelt. Im Falle des Stickstoffs steht 1 für ärmste, 9 für übermäßig reiche Standorte.

Zum anderen können sich ungünstige Umweltveränderungen in der Bestandesvitalität niederschlagen. Diese ist vornehmlich über den Zustand der Baumkronen und Schäfte abschätzbar. Mögliche Indikatoren hierfür sind Kronenverlichtung und Nadel-/Blattverfärbung sowie Flüssigkeitsaustritte, Pilze, Insekten und deren Fraßspuren (vgl. BMVEL 2001).

Ziel des vorliegenden Fachbeitrages ist es, den aktuellen Zustand der Waldbestände im Um-

feld der Rinder-Anlage der Landgut Tripkau GbR zu erfassen und zu beurteilen, ob 40 Jahre anhaltend erhöhte Ammoniakimmission bzw. Stickstoffdeposition zu erheblichen Veränderungen geführt hat.

2 Untersuchungsraum und -methodik

Für die Zustandserhebung und –beurteilung wurden insgesamt fünf Waldbestände ausgewählt und am 23.06.2016 durch Herrn Diplom-Forstwirt Steve Wunderlich vom Ingenieurbüro Prof. Dr. Oldenburg begangen. Vier davon grenzen direkt an die Rinder-Anlage an, einer liegt etwa 1.100 m nordwestlich des Emissionsschwerpunktes inmitten eines ausgedehnten Waldgebietes (Abb. 2). Diese Flächenauswahl berücksichtigt die Szenarien Nahbereichslage in Haupttransmissionsrichtung (Bestände 1 und 2), Nahbereichslage außerhalb der Haupttransmissionsrichtung (Bestände 3 und 4) und Fernbereichslage ohne signifikanten Einfluss durch Tierhaltungsanlagen (Bestand 5). Bestand 5 dient somit als Referenzfläche, die lediglich von der allgemeinen Hintergrundbelastung beeinflusst ist.

2.1 Forstlicher Standort

Die Waldbestände befinden sich zuallermeist auf einem Dünen-Höhenzug im Naturraum der Unteren Mittelelbe-Niederung. Je nach Bestand werden Höhen zwischen 13 und 21 m über NN erreicht. Das Relief variiert von kleinkuppig bis eben.

Bei allen fünf Waldflächen handelt es sich um Kiefernbestände. Die Bestände 1 und 3 befinden sie sich in der Altersstufe eines geringen bis mittleren, die Bestände 2, 4 und 5 in der eines mittleren Baumholzes. Das Kronendach zeigt sich zumeist geschlossen bis locker, stellenweise licht.

Ausgangssubstrat für die Bodenbildung sind nicht oder nicht nennenswert verlehmtete Sande - zumeist Dünensand, teilweise aber auch Flugsand über holozänen Flussablagerungen. Die Nährstoffversorgung ist schwach. In Abhängigkeit vom Kleinrelief herrscht mäßige Sommer-trockenheit (Dünenkuppen) oder aber schwacher bis sehr schwacher Grundwassereinfluss (Dünetäler, Übergang zur Krainke-Niederung).

Die Stickstoffvorbelastung der fünf Waldbestände beträgt jeweils $13 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (UBA 2016). Die Stickstoffzusatzbelastung, das heißt der über eine Ausbreitungsrechnung ermittelte Stickstoffeintrag aus der Rinder-Anlage, variiert im Nahbereich je nach Waldbestand zwischen $155 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Bestand 3) und $49 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Bestand 4). Im anlagenfernen Bestand 5 (Referenzfläche) liegt sie bei lediglich $1 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Demnach ergeben sich Stickstoffgesamtbelastungen zwischen $168 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Bestand 3) und $62 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Bestand 4) bzw. $14 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Bestand 5).

Tab. 1: Standortsmerkmale der Waldbestände

Merkmal	Waldbestand					
	1	2	3	4	5	
Lage zur Anlage	NO	N	S	W	1.100 m NW	
Naturraum	Untere Mittelbe-Niederung Dünenplateau Carrenziener Forst / Stromland zwischen Lenzen und Boizenburg ¹⁾					
Höhenlage	15 - 21 m NN	14 - 19 m NN	13 - 14 m NN	14 - 15 m NN	14 - 17 m NN	
Relief	kleinkuppig	kleinkuppig	eben	flachwellig	wellig	
Klima	Jahresmitteltemperatur: 9,2 °C / Jahresniederschlagssumme: 551 mm ²⁾					
Bestockung (HB)	Kiefer	Kiefer	Kiefer	Kiefer	Kiefer	
Altersstufe	g-mBhz	mBhz	g-mBhz	mBhz	mBhz	
Kronenschlussgrad	geschl-lo/li	geschl-lo/li	geschl-li	geschl-lo/li	geschl-lo	
Biotoptyp	WKS	WKS	WZK	WKS	WKS	
PNV	Trockener Kiefern- und Birken-Eichen-Buchenwald des Tieflandes ¹⁾					
Geologie	holozäner Fein- bis Mittelsand mit z. T. grobsandigen Beimengungen (Dünensand), <i>in Bestand 3 zudem</i> holozäner Fein- bis Mittelsand mit z. T. schwach grobsandigen und sehr schwach feinkiesigen Beimengungen (Flugsandsand) über holozänem Sand, mit schluffigen und humosen Lagen (Flussablagerungen) ³⁾					
Bodentyp	podsoliger Regosol ⁴⁾					
Humusform	schlechtere Moder-Humusformen bis Rohhumus ⁵⁾					
Wasserhaushalt	mäßig sommertrocken (Dünenkuppen) oder schwach bis sehr schwach grundwasserbeeinflusst (Dünentäler, Übergang zur Krainke-Niederung) ⁶⁾					
Nährstoffversorgung	schwach (oligotroph) ⁶⁾					
Substrat	nicht oder nicht nennenswert verlehnte Sande ⁶⁾					
N-Deposition [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	VB ⁷⁾ ZB ⁸⁾ GB ⁹⁾	13 121 134	13 101 114	13 155 168	13 49 62	13 1 14

Legende:¹⁾ Kartenwerke im Biosphärenreservat-Portal (LANDKREIS LÜNEBURG 2016)²⁾ DWD-Klimastation 3093 Lüchow, langjährige Mittelwerte 1981-2010 (DWD 2016)³⁾ Geologische Karte Niedersachsen 1:50.000 (LBEG 2016)⁴⁾ Bodenübersichtskarte Niedersachsen 1:50.000 (LBEG 2016)⁵⁾ Abschätzung aus Zusammensetzung der Bodenvegetation (Ökologische Artengruppen nach AK Standortskartierung 2003)⁶⁾ Abschätzung aus Standortsinformationen des NFA Göhrde sowie aus den Informationen zu Geologie, Bodentyp und Lage im Gelände⁷⁾ Vorbelastung = Hintergrundstickstoffeintrag nach Datensatz des Umweltbundesamtes (UBA 2016)⁸⁾ Zusatzbelastung = Stickstoffeintrag aus der Rinder- Anlage der Landgut Tripkau GbR jeweils am Aufpunkt höchster Belastung, ermittelt durch Ausbreitungsrechnung mit AUSTAL2000 (Fa. ECO-CERT, Frau Dipl. Ing. Zimmermann, pers. Mitteilung)⁹⁾ Gesamtbelastung = Summe aus Vorbelastung und Zusatzbelastung

N = Norden, NO = Nordosten, NW = Nordwesten, S = Süden, W = Westen

NN = Normalnull

HB = Hauptbestand (Oberstand)

g-mBhz = geringes bis mittleres Baumholz, mBhz = mittleres Bhz

geschl-li = geschlossen bis licht, geschl-lo = geschlossen bis locker, li = licht

WKS = Sonstiger Kiefernwald armer, trockener Sandböden, WZK = Kiefernforst (vgl. VON DRACHENFELS 2011)

2.2 Aufnahme von Waldvegetation und Bestandesvitalität

Auf jeder der fünf Waldflächen wurden vier quadratische Teilflächen mit einer Kantenlänge von 10 m und einem Abstand von 20 m eingemessen und für den Zeitraum der Aufnahmen mit Holzstäben markiert (Abb. 2). Ausgehend von einem vorab definierten Geländepunkt wurden die Teilflächen systematisch entlang einer Linie gelegt, die im Falle der Bestände 1

bis 4 parallel zum anlagenseitigen Waldrand, im Falle des Bestandes 5 parallel zu den Rückegassen verlief. Der Abstand der Teilflächen zum Waldrand bzw. der nächstgelegenen Rückegasse betrug 40 m (Bestände 1 und 2) bzw. 20 m (Bestände 3, 4 und 5). Damit sollten negative Randeffekte ausgeschlossen werden. Die größere Distanz bei den Beständen 1 und 2 war aufgrund einer eher buchtigen Waldkante bzw. Vorlagerung eines Saumes mit jüngerer Kiefer notwendig.

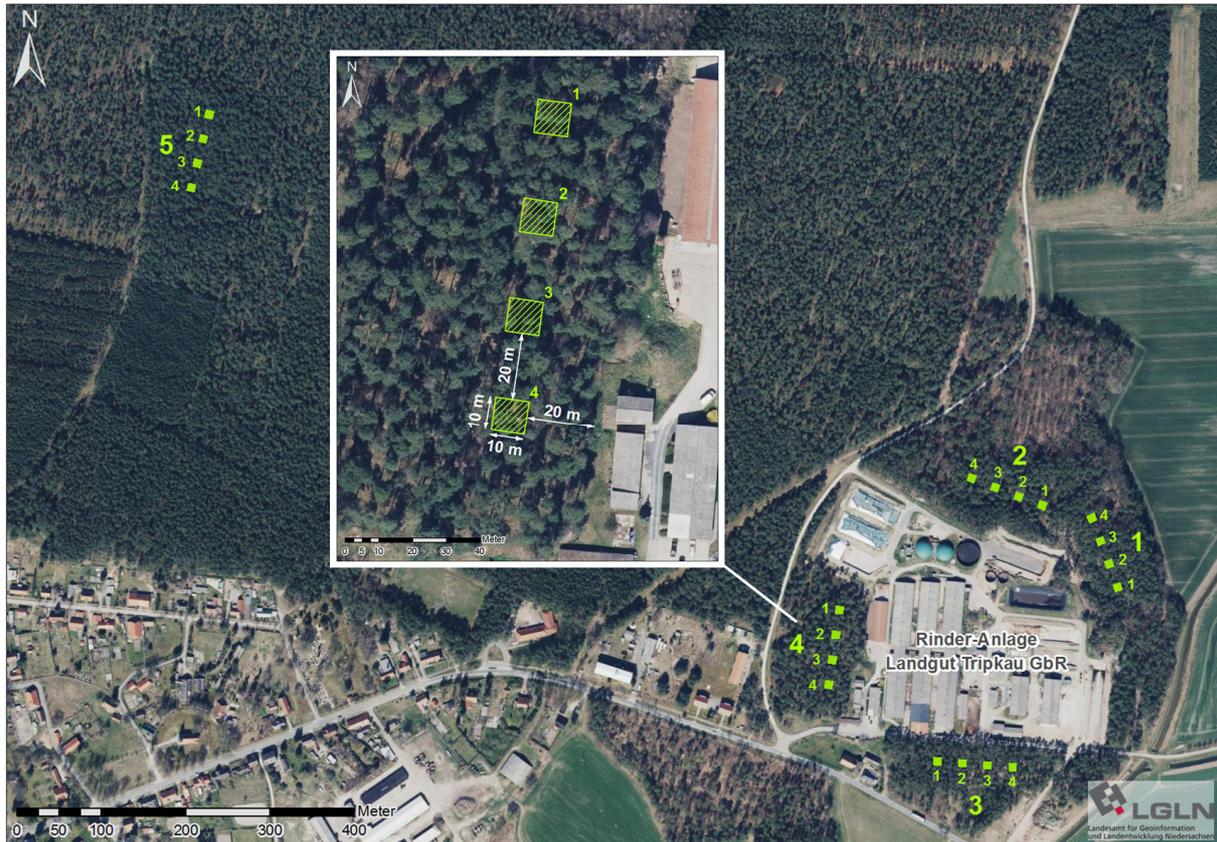


Abb. 2: Lage der im Umfeld der Rinder-Anlage untersuchten Waldbestände einschließlich der Teilflächen für die Aufnahme von Waldvegetation und Bestandesvitalität mit Nummerierung

Im Zuge der Vegetationsaufnahme wurden je Waldbestand alle erkennbaren Sippen innerhalb der 10 x 10 m Teilflächen erfasst und vier ökologischen Schichten (Baum-, Strauch-, Kraut- und Moosschicht) zugeordnet. Die Benennung der Gefäßpflanzen (Samen- und Farnpflanzen) erfolgte nach GARVE (2004), die der Moose nach KOPERSKI (2011). Der Baumschicht wurden nur Baumindividuen des Oberstandes zugeschlagen. Der Strauchschicht wurden Sträucher und Bäume ab Kniehöhe sowie Baumindividuen des Unterstandes zugeordnet. Sträucher und Bäume mit einer Höhe von weniger als Kniehöhe sowie alle krautigen Gefäßpflanzen wurden als Krautschicht, alle Moose naturgemäß als Moosschicht erfasst. Für jede Sippe in der Kraut- oder Moosschicht erfolgte eine Schätzung der Artmächtigkeit nach WILMANN (1983). Die Arten der Baumschicht wurden durch Zählung der Individuen quantifi-

ziert. Die Angabe der Mächtigkeit bzw. Häufigkeit von Arten der Strauchschicht erfolgte verbal-beschreibend.

Zur Abschätzung des Stickstoffstatus wurde den Sippen der Krautschicht der jeweilige Stickstoff(N)-Zeigerwert nach ELLENBERG (1979) zugeordnet. Aufgrund fehlender N-Zeigerwerte für die Moose (vgl. ELLENBERG UND LEUSCHNER 2010) wurde deren Auftreten anhand von Ergebnissen aus der Literatur interpretiert. Durch Ermittlung der Artenanzahl für jeden der N-Zeigerwerte 1 bis 9 wurden für jeden Waldbestand Zeigerwertspektren erzeugt. Diese veranschaulichen, ob nitrophytische Sippen am Standort vorkommen und in welchem Verhältnis sie zu nicht-nitrophytischen Sippen auftreten. Als Kern-Kenngröße erfolgte für jeden Waldbestand die Berechnung des mittleren N-Zeigerwertes. Hierfür wurde der N-Zeigerwert zunächst für jede der vier 10 x 10 m Teilflächen bestimmt, indem die N-Zeigerwerte der einzelnen Sippen durch Gewichtung mit dem Deckungsgrad gemittelt wurden. Aus den vier gewichteten Mittelwerten der Teilflächen wurde dann der mittlere N-Zeigerwert für den jeweiligen Waldbestand berechnet. Dies ermöglicht einen Vergleich der Waldstandorte hinsichtlich ihres Stickstoffstatus, insbesondere der vier anlagennahen Waldbestände gegenüber dem fünften, anlagenfernen Waldbestand (Referenzfläche).

Die Erfassung der Bestandesvitalität erfolgte ausschließlich an Bäumen aus dem Vorherrschenden oder Herrschenden. Hierzu wurden an den vier Teilflächen der Waldbestände je zwei Bäume, insgesamt also acht Bäume, betrachtet. Falls innerhalb der Teilflächen keine vorherrschenden oder herrschenden Bäume vorkamen, wurden entsprechende Exemplare aus dem direkten Umfeld aufgenommen. Kronenverlichtung und Nadel-/Blattvergilbung wurde in den jeweiligen Prozentspannen der Kombinationsschadstufen (vgl. BMVEL 2001) angesprochen. Etwaige Deformitäten der Kronen wurden verbal-beschreibend erfasst. In gleicher Weise erfolgte die Aufnahme etwaiger Schadmerkmale (Flüssigkeitsaustritte, Pilze, Insekten und deren Fraßspuren) und Deformitäten im Stammbereich. Aufgrund sehr geringer Unterschiede wurden die Einzelbeobachtungen an den Teilflächen für die Ergebnisdarstellung bereits zu bestandesweisen Befunden zusammengefasst.

3 Ergebnisse

3.1 Arteninventar

Die Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) ist die dominante, zuallermeist sogar die einzige Baumart im Oberstand der untersuchten Waldbestände. Sie ist mit etwa 300 (Bestände 2, 4 und 5) bis 500 (Bestand 1) Individuen pro Hektar vertreten. Unter dem Kiefern-Schirm kommen in allen Waldbeständen überwiegend zerstreut oder sehr zerstreut Hänge-Birke (*Betula pendula*), Faulbaum (*Frangula alnus*) und/oder Eberesche (*Sorbus aucuparia*) vor. Zudem tritt vereinzelt oder sehr zerstreut Kupfer-Felsenbirne (*Amelanchier lamarckii*) in den Beständen 1 bis 4, Späte Trauben-Kirsche (*Prunus serotina*) in den Beständen 1, 3 und 5 sowie Stiel-Eiche (*Quercus robur*) in Bestand 3 auf.

Draht-Schmiele (*Deschampsia flexuosa*) ist in allen fünf Waldbeständen die klar dominante Art in der Krautschicht. In den Beständen 1 bis 4 gesellt sich mit hoher Frequenz, aber geringer Mächtigkeit Rankender Lerchensporn (*Ceratocarpus claviculata*) hinzu. In Bestand 5 hingegen fehlt diese Art interessanterweise vollkommen. Mit ähnlich hoher Frequenz, aber noch geringerer Mächtigkeit ist die Stiel-Eiche (*Quercus robur*) in Form von Wildlingen in der Kraut-Schicht vertreten. In nennenswerten Mengen kommen darüber hinaus Zweiblättriges Schattenblümchen (*Maianthemum bifolium*), Siebenstern (*Trientalis europaea*), Dorniger Wurmfarne (*Dryopteris carthusiana*) und Gewöhnlicher Tüpfelfarn (*Polypodium vulgare*) sowie Himbeere (*Rubus idaeus*) vor. Diese Arten finden sich mit höherer Mächtigkeit vor allem punktuell in Bestand 1, teilweise auch in Bestand 2, Himbeere (*Rubus idaeus*) zudem in Bestand 3. Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) wurde von den Vegetationsaufnahmen lediglich in Bestand 5 erfasst, wo sie mit geringer bis sehr geringer Mächtigkeit zu beobachten ist.

Neben der krautschichtdominierenden Draht-Schmiele (*Deschampsia flexuosa*) prägen Moose die Bodenvegetation in allen fünf Waldbeständen. Lediglich in den Beständen 1 und 2 spielen Moose auf je einer Teilfläche keine nennenswerte Rolle. Die frequenteste und zumeist deckungsreichste Art ist Schrebers Rotstängelmoos (*Pleurozium schreberi*), das vor allem in den Beständen 5 und 4, weniger ausgeprägt auch in Bestand 1 dominiert. Hauptsächlich in Bestand 3, punktuell aber auch in den Beständen 2 und 1 tritt Großes Grünstängelmoos (*Scleropodium purum*) mit größerer Mächtigkeit auf. In Bestand 3 erreichen zudem Krücken-Kurzbüchsenmoos (*Brachythecium rutabulum*) und Sparriges Kranzmoos (*Rhytidiadelphus squarrosus*) nennenswerte Mächtigkeiten. Auf einer Teilfläche von Bestand 2 sowie auf zwei Teilflächen von Bestand 1 ist darüber hinaus Besen-Gabelzahnmoos (*Dicranum scoparium*) zu finden, allerdings nur auf ersterer mit nennenswerter Mächtigkeit.

Weitere, bisher nicht genannte Arten und deren Mächtigkeiten sind in Tab. A-I bis Tab. A-V im Anhang aufgeführt.

3.1 Artenanzahl und N-Zeigerwert

Die meisten Arten über alle ökologischen Schichten werden in den Waldbeständen 1 bis 3 gezählt, die wenigsten in den Beständen 4 und 5 (Abb. 3). Hierbei ist eine Doppelzählung zu berücksichtigen, da verschiedene Gehölzarten einerseits als Wildling in der Krautschicht, andererseits als Strauch oder junger Baum in der Strauchschicht erfasst wurden. Ein ähnliches Bild der Artenanzahl ergibt sich aber auch, wenn lediglich die Kraut- und Mooschicht (Bodenvegetation im engeren Sinn) betrachtet wird. 13 bis 15 Arten in den Beständen 1 bis 3 stehen 7 bzw. 8 Arten in den Beständen 4 und 5 gegenüber.

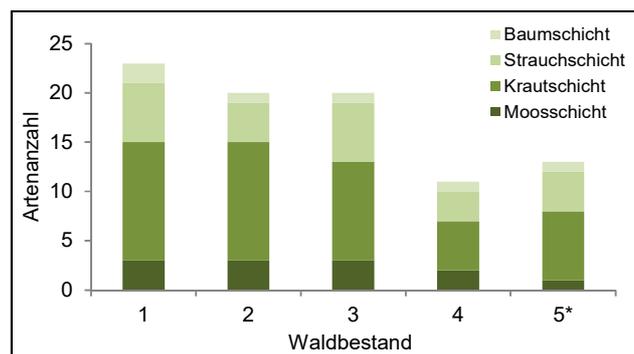


Abb. 3: Artenanzahl je Waldbestand und ökologischer Schicht mit * = Referenzfläche

Das Spektrum der Arten bezüglich des N-Zeigerwertes ist in den Beständen 1 bis 3 breiter (jeweils 5 verschiedene Zeigerwerte), in den Beständen 4 und 5 enger (2 bzw. 3 verschiedene Zeigerwerte) (Abb. 4). In allen Beständen gibt es zwei bis drei Arten, die stickstoffarme Standorte anzeigen, in Bestand 1 darüber hinaus zwei Arten, die stickstoffarme bis stickstoffärmste Standorte anzeigen. Umgekehrt sind mit Ausnahme von Bestand 4 in den Waldbeständen ein bis zwei Arten zu beobachten, die mindestens stickstoffreiche Standorte anzeigen. Während mehr oder weniger mäßig stickstoffversorgte Standorte in den Beständen 1 bis 3 durch drei bis fünf Arten angezeigt werden, sind es in den Beständen 4 und 5 lediglich zwei bzw. eine Art.

Die mittleren N-Zeigerwerte der Bodenvegetation variieren in einem vergleichsweise engen Bereich von 3,0 (Bestand 5) bis 3,6 (Bestand 3) (Abb. 5). In den Beständen 1, 2, 4 und 5 liegen sie unter 3,5, gerundet also bei 3. Für Bestand 3 ergibt sich ein gerundeter N-Zeigerwert von 4. Demnach können die Standorte der Waldbestände 1, 2, 4 und 5 als stickstoffarm bezeichnet werden, wogegen der Standort von Bestand 3 zu mäßiger Stickstoffversorgung tendiert. Es zeigt sich, dass bezüglich Stickstoffversorgung keine oder allenfalls geringe Unterschiede zwischen den anlagennahen Waldbeständen und dem anlagenfernen Bestand 5 (Referenzfläche) bestehen.

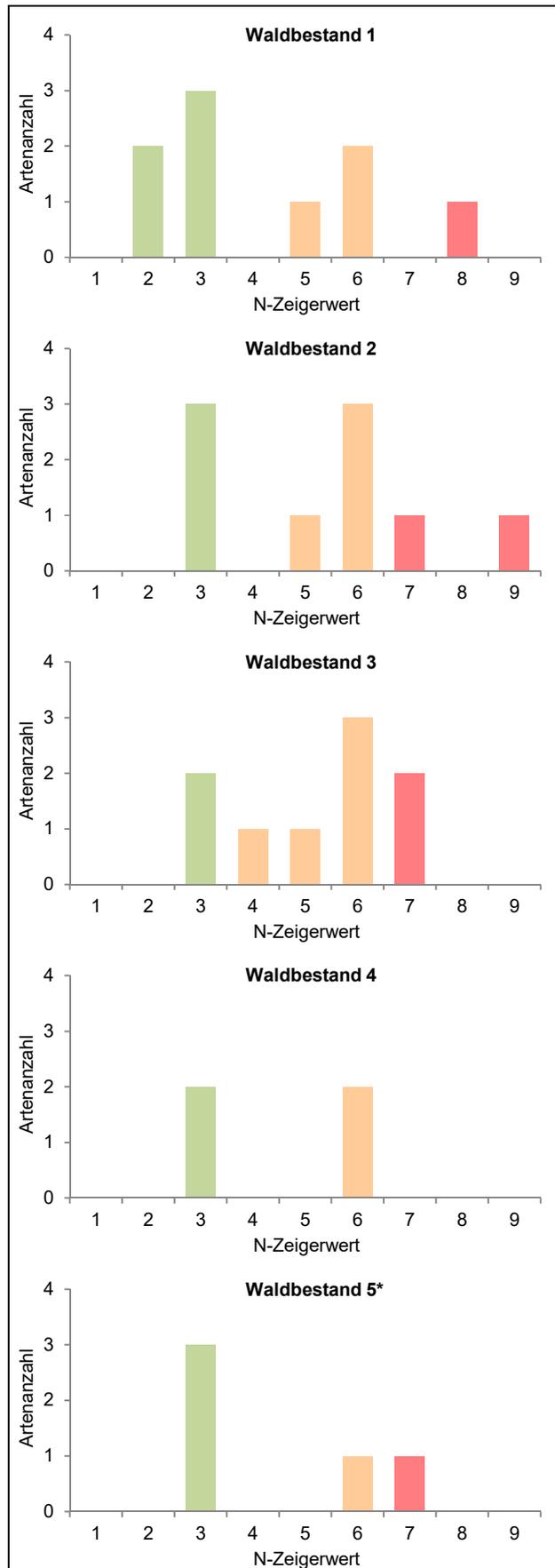


Abb. 4: N-Zeigerwertspektren der Bodenvegetation (Krautschicht) in den fünf untersuchten Waldbeständen mit * = Referenzfläche, grün = stickstoffarm, orange = mäßig stickstoffversorgt, rot = stickstoffreich

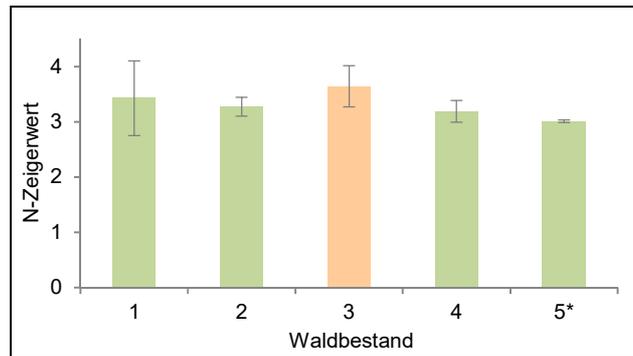


Abb. 5: Mittlere N-Zeigerwerte der Bodenvegetation (Krautschicht) in den fünf untersuchten Waldbeständen mit * = Referenzfläche, grün = stickstoffarm, orange = mäßig stickstoffversorgt, Fehlerbalken = 95 % Konfidenzintervall

3.2 Bestandesvitalität

Die Kronenverlichtung beträgt bestandesübergreifend auf drei Vierteln der Teilflächen lediglich 0 % bis 10 %. Während dieses geringe Verlichtungsprozent in den Beständen 4 und 5 für alle Teilflächen festzustellen ist, gibt es in den Beständen 1, 2 und 3 mindestens eine Teilfläche mit mehr als 10 % Verlichtung. Der Maximalwert liegt hier bei 30 %, wird allerdings nur auf einer Teilfläche in Bestand 2 erreicht. Vergilbung oder anderweitige Verfärbung spielt in keinem der fünf Waldbestände eine Rolle (Vergilbungsprozent 0 – 10 %). Nach BMVEL (2001) kann in Zusammenschau von Kronenverlichtung und Kronenvergilbung/-verfärbung den Beständen 1, 4 und 5 im Mittel Schadstufe 0, den Beständen 2 und 3 im Mittel Schadstufe 1 zugeordnet werden (Abb. 6). Die Kronenform wiederum weicht bei zahlreichen Individuen in allen fünf Waldbeständen vom Normalen ab. So zeigen sich im Kronenbereich häufig starke Krümmungen, Verwindungen und/oder Verzweiselungen der Schäfte. Zudem sind viele der Kiefernkrone ungleichmäßig ausgeformt.

Die Schäfte der Kiefern zeigen sich in allen fünf Waldbeständen zuallermeist schadmerkmalsfrei. Lediglich in Bestand 1 sind auf einer Teilfläche Pilzkonsolen und Löcher mit Harzaustritt an einem Individuum zu beobachten. In Bestand 4 weisen viele der Kiefern künstliche Harzlachten als Zeugnis ehemaliger Harzgewinnung auf. In allen fünf Waldbeständen sind zahlreiche Exemplare bei sonst guter Schaftform stärker in östliche Richtungen geneigt, teilweise auch gebogen.

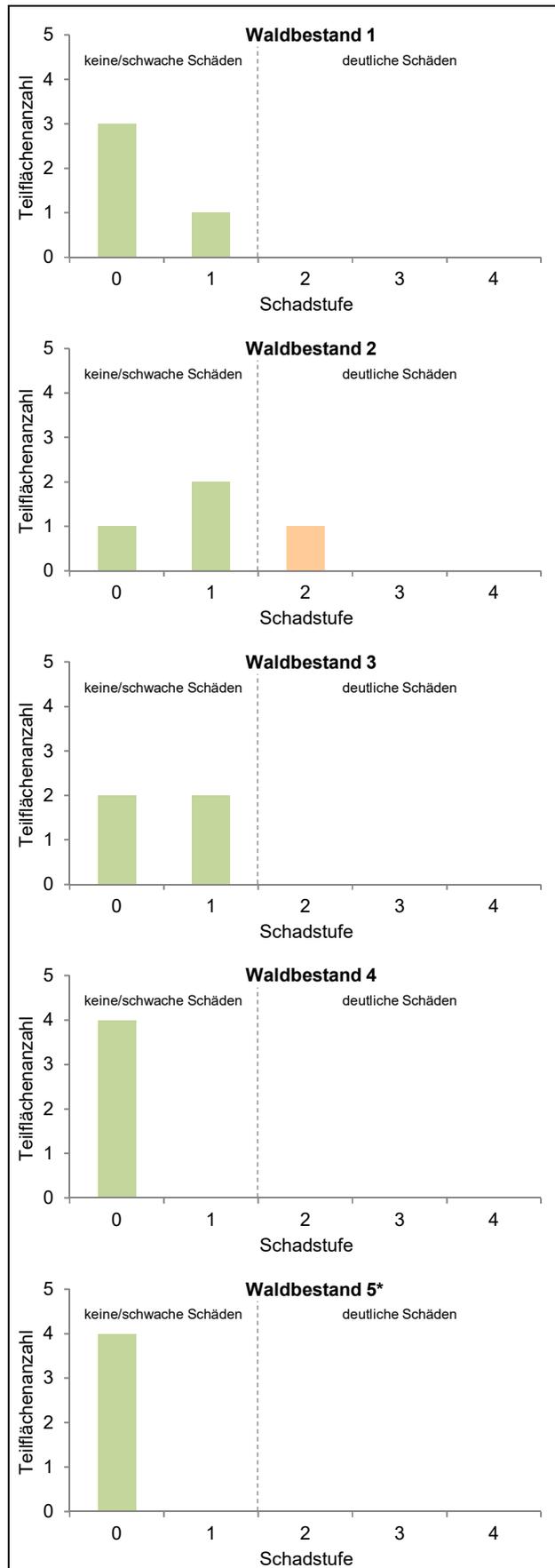


Abb. 6: Vitalitätsspektren der fünf untersuchten Waldbeständen, abgeleitet aus Kronenverlichtung und Kronenvergilbung/-verfärbung mit * = Referenzfläche, grün = nicht/schwach geschädigt, orange = mittelstark geschädigt

4 Diskussion und Beurteilung

Die Aufnahme von Waldvegetation und Bestandesvitalität ergab tendenziell, dass in den extrem hoch stickstoffbelasteten Beständen 1 bis 3 (a) die Gesamtartenzahl höher, (b) das Spektrum der Arten bezüglich des N-Zeigerwertes breiter und (c) die Anzahl von Arten, die mäßig stickstoffversorgte oder stickstoffreiche Standorte bevorzugen, größer ist als in dem vergleichsweise moderat belasteten Bestand 4 und dem als Referenz- bzw. „Reinluft“-Standort dienenden, anlagenfernen Bestand 5. Der Vergleich der mittleren N-Zeigerwerte wiederum zeigte kaum Unterschiede zwischen den fünf untersuchten Waldbeständen.

Die Unterschiede in der Gesamtartenzahl werden zu 67 % (Gesamtartenzahl vs. Stickstoffgesamtbelastung, $R^2 = 0,67$) durch die Stickstoffdeposition erklärt. Erheblichen Einfluss auf die Gesamtartenzahl hat aber auch das Mikorelief. In den Beständen 1 und 2 schneiden jeweils zwei Teilflächen zumindest partienweise etwas tiefere, besser wasserversorgte Dünentälchen an. Hier verliert sich plötzlich die Draht-Schmielen- und Moosdominanz und es treten zusätzlich Arten wie beispielsweise Siebenstern (*Trientalis europaea*), Zweiblättriges Schattenblümchen (*Maianthemum bifolium*) und Dorniger Wurmfarne (*Dryopteris carthusiana*) sowie Naturverjüngung verschiedener Laubgehölze in nennenswerten Mengen auf (vgl. Tab A-1 und A-II). Auch in Bestand 3 dürfte aufgrund der ebenen Lage im Übergangsbereich zur Krainke-Niederung die Wasserversorgung, möglicherweise auch die Nährstoffausstattung (schluffige, humose Flussablagerungen im Untergrund), etwas günstiger sein als auf großen Teilen der anderen Waldflächen. Zudem hat hier sehr wahrscheinlich die etwas größere Siedlungsnähe einen Einfluss auf das Arteninventar.

Die in den Beständen 1 bis 3 breiteren N-Zeigerwertspektren und die größeren Anzahlen von Arten, die mäßig stickstoffversorgte oder stickstoffreiche Standorte bevorzugen, scheinen anzudeuten, dass dort die Stickstoffverfügbarkeit höher ist als in den Beständen 4 und 5. Zu 75 % (Anzahl Arten mit N-Zahl ≥ 4 vs. Stickstoffgesamtbelastung, $R^2 = 0,75$) erklärt die Stickstoffdeposition die unterschiedlichen Anzahlen der Arten, die mäßig stickstoffversorgte oder stickstoffreiche Standorte bevorzugen. In enger Verbindung damit stehen auch die Unterschiede in der Breite des Artenspektrums bezüglich der N-Zeigerwerte, da es bei einer größeren Artenanzahl wahrscheinlicher ist, dass unterschiedliche N-Zeigerwerte belegt werden.

In die N-Zeigerwertspektren geht allerdings jede beobachtete Art unabhängig von ihrer Mächtigkeit ein. Individuenanzahl/Deckungsgrad und Frequenz der mäßig stickstoffversorgten Standorte bevorzugenden Arten, insbesondere aber der vornehmlich stickstoffreiche Standorte besiedelnden Arten sind in den hier untersuchten Waldbeständen zumeist sehr gering. Mit hoher Frequenz und größerer Individuenanzahl/Deckungsgrad –

zumindest gegenüber den anderen, mäßig stickstoffversorgte oder stickstoffreiche Standorte bevorzugenden Arten – ist lediglich Rankender Lerchensporn (*Ceratocarpus claviculata*) zu beobachten. Das ausschließliche Vorkommen des Rankenden Lerchensporns (*Ceratocarpus claviculata*) im direkten Anlagenumfeld könnte aufgrund der in LETHMATE ET AL. (2002) diskutierten Stickstoff-Hypothese, wonach sich diese Art unter anderem aufgrund von depositionsbedingter Stickstoffanreicherung in der Humusaufgabe stark ausbreitet, ein Effekt der hohen anlagenbezogenen Stickstoffzusatzbelastung sein. Andererseits erinnern LETHMATE ET AL. (2002) mit Bezug auf verschiedene Publikationen daran, dass der ökologische Zeigerwert für Stickstoff beim Rankenden Lerchensporn (*Ceratocarpus claviculata*) noch unklar ist und er nicht zur Nitrophytenvegetation zählt.

Gegenüber den mehr oder weniger nitrophytischen Arten ist die Draht-Schmieele (*Deschampsia flexuosa*) in allen fünf Waldbeständen klar dominant (hoher Deckungsgrad und hohe Frequenz). Somit bestimmt sie die deckungsgradgewichteten mittleren N-Zeigerwerte der Waldbestände am stärksten. Die Draht-Schmieele (*Deschampsia flexuosa*) hat den N-Zeigerwert 3. Demzufolge sind auch die mittleren N-Zeigerwerte nahezu aller Waldbestände nur wenig verschieden von 3. Da sich die 95 % Konfidenzintervalle der mittleren N-Zeigerwerte zumeist überlappen, dürften die Unterschiede zwischen den Waldbeständen nicht signifikant sein. Auf die Überprüfung mittels Signifikanz-Test wurde mit Blick auf eine sinnvolle Anwendbarkeit desselben verzichtet. Ohnehin erscheint die weithin übliche Darstellung der mittleren N-Zeigerwerte als Dezimalzahlen diskussionswürdig. Beim ELLENBERG-N-Zeigerwert handelt es sich um eine ordinal skalierte Größe, ausgedrückt in ganzen Zahlen. Bei entsprechender Rundung der hier ermittelten N-Zeigerwerte wird deutlich, dass zwischen den hoch stickstoffbelasteten Beständen 1 und 2 sowie dem vergleichsweise moderat belasteten Bestand 4 und dem Referenz-Bestand 5 keine Unterschiede bestehen, da der N-Zeigerwert jeweils 3 beträgt. Lediglich der am höchsten stickstoffbelastete Bestand 3 hebt sich mit einem N-Zeigerwert von 4 von den anderen Waldbeständen ab. Daher können trotz erheblicher Unterschiede im Depositionsgeschehen die Standorte der Bestände 1, 2, 4 und 5 als stickstoffarm, der Standort von Bestand 3 als tendenziell mäßig stickstoffversorgt eingestuft werden.

Wenngleich die Draht-Schmieele (*Deschampsia flexuosa*) ihrem ELLENBERG-N-Zeigerwert nach eine Stickstoffarmut zeigende Art ist, wird ihr massives Auftreten in Kiefernwäldern und -forsten oft in Verbindung mit erhöhten Stickstoffeinträgen gebracht. HEINKEN (2007) beispielsweise erwähnt die *Deschampsia flexuosa-Pinus sylvestris*-Gesellschaft (Drahtschmielen-Kiefernwald) als die in Norddeutschland heute bei weitem vorherrschende *Dicrano-Pinion*-Gesellschaft, die sich – gefördert durch die flächendeckende Stickstoff-Immission – in den letzten Jahrzehnten stark auf Kosten von Weißmoos- und Flechten-

Kiefernwäldern ausgebreitet hat. Im Bereich des Binnendünenzuges Carrenziener Forst (Naturraum der hier untersuchten Waldbestände) kommen zwar verstreut, aber insgesamt noch relativ großflächig Flechten-Kiefernwälder vor (FISCHER ET AL. 2013, FISCHER ET AL. 2014). Ein solcher, sogar als Naturwald ausgewiesener Waldbestand, befindet sich etwa 1.200 m südöstlich einer großen, Mitte der 1970er Jahre errichteten Rinder-Anlage im Norden von Kaarßen (MEYER ET AL. 2006). Mit einem Abstand von 1.1000m zur Rinder-Anlage der Landgut Tripkau GbR befindet sich der Referenzbestand 5 in ähnlicher Lage, so dass ein ähnliches Stickstoffdepositions-geschehen angenommen werden kann. Zudem dürften sich Nährstoff- und Wasserversorgung aufgrund gleicher standörtlicher Voraussetzungen kaum unterscheiden. Der Referenzbestand 5 ist im Gegensatz zur Kaarßener Naturwaldfläche jedoch als Drahtschmielen-Kiefernwald einzuordnen. Ob im Bereich des Referenzstandortes oder aber im Bereich der Rinder-Anlage der Landgut Tripkau GbR jemals Flechten- oder Weißmoos-Kiefernwald vorkam, ist nicht zu rekonstruieren. Letzten Endes ist dies auch unerheblich. Da sich der Referenzbestand 5 hinsichtlich Arteninventar, Artmächtigkeit und Frequenz der Arten nicht wesentlich von den vier anlagennahen Waldbeständen unterscheidet, scheint die Rinder-Anlage der Landgut Tripkau GbR weniger Einfluss auf die Waldvegetation im direkten Umfeld zu haben, als aufgrund der hohen Stickstoffzusatzbelastungen zu erwarten wäre. Oder anders ausgedrückt, die Wirkungen der anlagenbezogenen Stickstoffzusatzbelastung heben sich kaum von jenen der auch den Referenzstandort beeinflussenden Hintergrundbelastung ab.

Dies verdeutlichen auch die Ergebnisse zur Bestandesvitalität. In Zusammenschau von Kronenverlichtung und Kronenvergilbung/-verfärbung zeigten die Baumindividuen der Bestände 1, 4 und 5 keine Schäden (Schadstufe 0), die der Bestände 2 und 3 lediglich schwache Schäden (Schadstufe 1). Zudem waren die Schäfte zuallermeist frei von Schadmerkmalen. Demnach spielen Auflösungs- oder gar Absterbeerscheinungen wie sie im Umfeld großer Tierhaltungsanlagen in Nordostdeutschland beobachtet wurden (HOFMANN ET AL. 1990, HEINSDORF 2007) selbst im direkten Anlagenumfeld keine Rolle. Ein Depositionseffekt zeigt sich allenfalls darin, dass es in den hochbelasteten Beständen 1, 2 und 3 mindestens eine Teilfläche gibt, die nicht der Schadstufe 0 zugeordnet werden konnte, wogegen in den geringer belasteten Beständen 4 und 5 für alle Teilflächen Schadstufe 0 ausgewiesen werden konnte. Ob die bei zahlreichen Individuen oft vom Normalen abweichende Kronenformen eine Auswirkung des Depositionsgeschens ist, bleibt unklar, zumal dieses Merkmal in allen fünf Waldbeständen gleichermaßen auftritt. Unter Förstern der Gegend wird zwar ein Zusammenhang zwischen Erscheinungsbild der Kiefernkronen und den Stickstoffeinträgen vermutet (Herr Barge, NFA Görde, pers. Mitteilung), einen wissenschaftlichen Beleg gibt es dafür allerdings nicht. Darüber hinaus können Bestandes-

pflege, Erbgut, Windexposition u. a. einen Einfluss auf die Kronenform haben. Dass zahlreiche Kiefern bei sonst guter Schaftform stärker in östliche Richtungen geneigt, teilweise auch tatsächlich gekrümmt sind, könnte beispielsweise ein Hinweis auf stärkeren Windenfluss sein.

Fazit: Bezüglich Waldvegetationszusammensetzung und Bestandesvitalität sind kaum Unterschiede zwischen direktem Umfeld der Rinder-Anlage und von ihr unbeeinflusstem Gelände feststellbar. Effekte, die in Verbindung mit erhöhter Stickstoffdeposition gebracht werden können, sind angesichts der hohen anlagenbezogenen Stickstoffzusatzbelastung marginal. Soweit im Rahmen der angewandten Untersuchungsmethoden feststellbar haben 40 Jahre anhaltend hohe Ammoniakimmission bzw. Stickstoffdeposition durch die Rinder-Anlage der Landgut Tripkau GbR demnach nicht zu erheblichen Veränderungen in den umliegenden Waldbeständen geführt.

5 Zusammenfassung

Es ist geplant, den per Altanlagenanzeige nach § 67 BImSchG genehmigten Tierbestand der Landgut Tripkau GbR von 465 Milchkühen, 380 Jungrindern, 300 Mastbullen und 755 Kälbern/Jungrindern (bis 1 Jahr) in einem B-Plan festzuschreiben. Aufgrund der großen Nähe von Rinder-Anlage und umgebendem Wald überschreiten Ammoniakimmission und Stickstoffdeposition die derzeit geltenden Prüfwerte. Ziel des vorliegenden Fachbeitrages ist es, den aktuellen Zustand der Waldbestände im Umfeld der Rinder-Anlage der Landgut Tripkau GbR zu erfassen und zu beurteilen, ob 40 Jahre anhaltend erhöhte Ammoniakimmission bzw. Stickstoffdeposition zu sichtbaren Veränderungen geführt haben. Hierzu wurden in vier anlagennahen und einem anlagenfernen Waldbestand (Referenzfläche) die Waldvegetationszusammensetzung sowie die Bestandesvitalität erfasst. Bezüglich Waldvegetationszusammensetzung und Bestandesvitalität sind kaum Unterschiede zwischen direktem Umfeld der Rinder-Anlage und von ihr unbeeinflusstem Gelände feststellbar. Effekte, die in Verbindung mit erhöhter Stickstoffdeposition gebracht werden können, sind angesichts der hohen anlagenbezogenen Stickstoffzusatzbelastung marginal. Soweit im Rahmen der angewandten Untersuchungsmethoden feststellbar haben 40 Jahre anhaltend hohe Ammoniakimmission bzw. Stickstoffdeposition durch die Rinder-Anlage der Landgut Tripkau GbR demnach nicht zu erheblichen Veränderungen in den umliegenden Waldbeständen geführt.

Das Gutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

Oederquart, den 29. Juli 2016

(Dipl.-Forstwirt Steve Wunderlich)

(Prof. Dr. sc. agr. Jörg Oldenburg)

6 Literatur

- ABER J. D., NADELHOFFER K. J., STEUDLER P. UND MELILLO J. M. (1989): Nitrogen Saturation in Northern Forest Ecosystems. *BioScience* 39: S. 378-386
- ABER J. D., MCDOWELL W., NADELHOFFER K. J., MAGILL A., BERNTSON G., KAMAKEYA M., McNULTY S., CURRIE W., RUSTAD L. UND FERNANDEZ I. (1998): Nitrogen Saturation in Temperate Forest Ecosystems – Hypotheses revisited. *BioScience* 48: S. 921-934
- AK STANDORTSKARTIERUNG (2003): Forstliche Standortsaufnahme – Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen. Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung, 5. Aufl. IHW-Verlag, Eching bei München
- BML - BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2000): Kennwerte zur Charakterisierung des ökochemischen Bodenzustandes und des Gefährdungspotentials durch Bodenversauerung und Stickstoffsättigung an Level II-Waldökosystem-Dauerbeobachtungsflächen. Arbeitskreis C der Bund-Länder-Arbeitsgruppe Level II. 167 S.
- BMU - BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2002): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002. *GMBI.* 2002 Heft 25-29: S. 511-605
- BMVEL - BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2001): Dauerbeobachtungsflächen Waldschäden im Level II-Programm – Methoden und Ergebnisse der Kronenansprache seit 1983. Arbeitskreis „Krone“ der Bund-Länder-Arbeitsgruppe Level II. 85 S.
- DÄSSLER H.-G. (HRSG.) (1991): Einfluss von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. Ursachen – Wirkungen – Gegenmaßnahmen. 4., überarbeitete Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena, 266 S.
- DWD - DEUTSCHER WETTERDIENST (2016): Klimadaten Deutschland - Mittelwerte 30-jähriger Perioden,
ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/observations_germany/climate/multi_annual/mean_81-10/Temperatur_1981-2010_festerStandort.txt
ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/observations_germany/climate/multi_annual/mean_81-10/Niederschlag_1981-2010_festerStandort.txt
- ELLENBERG H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica* 9: S. 1-122
- ELLENBERG UND LEUSCHNER (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6. Auflage. Ulmer, Stuttgart, 1334 S.
- FISCHER P., BÜLTSMANN H., MEYER P. UND WAESCH G. (2013): Entwicklung der Bodenvegetation im Flechten-Kiefernwald. *AFZ-Der Wald* 10: S. 32-33.
- FISCHER P., BÜLTSMANN H., VON DRACHENFELS O., HEINKEN T. UND WAESCH G. (2014): Rückgang der Flechten-Kiefernwälder in Niedersachsen seit 1990. *Inform.d. Naturschutz Niedersachs.* 34, Nr. 1 (1/14): S. 54-65.
- GARVE E. (2004): Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen – 5. Fassung, Stand 1.3.2004. *Inform.d. Naturschutz Niedersachs.* 24, Nr. 1 (1/04): 1-76
- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge - Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG vom 26. September 2002, zuletzt geändert am 25.06.05; *BGBl.* I S. 1865.
- HEINKEN T. (2007): Sand- und Silikat-Kiefernwälder (Dicrano-Pinion) in Deutschland – Gliederungskonzept und Ökologie. *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.* 19: S. 146-162

- HEINSDORF D. (2007) Zur Stickstoffproblematik der Kiefernwälder im nordostdeutschen Tiefland. In: Landesforstanstalt Eberswalde (Hrsg): Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band XXXII: S. 167-181
- HOFMANN G., HEINSDORF D., KRAUSS K. (1990): Zunehmende Stickstoffeinträge in Kiefernbestände als Schadfaktor. Forstwirtschaft 40/2 (1990), S. 40-44.
- KOPERSKI M. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Moose in Niedersachsen und Bremen – 3. Fassung, Stand 2011, unter Mitarbeit von Markus Preußing (Süd-niedersachsen). Inform.d. Naturschutz Niedersachs. 31, Nr. 3 (3/11): 131-205
- LANDKREIS LÜNEBURG (2016): Geoportal – Biosphärenreservat „Niedersächsische Elbtalaue“ mit Gebietsbögen A und B (Entwurf)
http://geo.lklg.net/terraweb_openlayers/login-ol.htm?login=brv&mobil=false
- LETHMATE J., EBKE K. UND POLLMANN W. (2002): Zur Ausbreitung des Rankenden Lerchensporns *Ceratocarpus claviculata* (L.) Liden. Osnabrücker Naturwiss. Mitt. 28: S. 117-135
- LBEG - LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (2016): NIBIS@KARTENSERVER, <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>
- MEYER P., VON KRÜGER A. W., STEFFENS R. UND UNKRIG W. (2006): Naturwälder in Niedersachsen – Schutz und Forschung, Band 1. Niedersächsische Landesforsten und Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.), Braunschweig/Göttingen, 339 S.
- MU - NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2012): Durchführung des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens; hier: Schutz stickstoffempfindlicher Wald-, Moor- und Heideökosysteme, Hinweise für die Durchführung der Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 TA Luft. Gem. RdErl. d. MU u. d. ML v. 1. 8. 2012 – 404/406-64120-27 –
- NFP und LLUR - NIEDERSÄCHSISCHES FORSTPLANUNGSAMT UND LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT U. LÄNDLICHE RÄUME SCHLESWIG-HOLSTEIN (2009): Forstliche Standortaufnahme – Geländeökologischer Schätzrahmen, Anwendungsbereich: pleistozänes (diluviales) Tiefland,
http://www.landesforsten.de/fileadmin/doku/Benutzergruppen/NFP/nfp/Tiefland_Rahmenschema_06_2009_aktuell.pdf
- NIEDERSÄCHSISCHER LANDTAG (2002): Niedersächsisches Gesetz über den Wald und die Landschaftsordnung (NWaldLG)
- UBA - UMWELTBUNDESAMT (2016): Vorbelastungsdaten N-Deposition,
<http://gis.uba.de/website/depo1/>
- VON DRACHENFELS O. (2011): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie. Stand 2011. Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. Heft A/4: 326 S. Hannover
- WILMANN O. (1983): Ökologische Pflanzensoziologie. 3. Auflage. Ulmer, Heidelberg, 372 S.

7 Anhang**Tab. A-I:** In Waldbestand 1 beobachtete Arten, deren Mächtigkeit und Zeigerwert

Waldbestand 1					
Teilfläche	Schicht ¹⁾	Art	Artmächtigkeit ²⁾	Ökol. Artengruppe ³⁾	N-Zeigerwert ⁴⁾
1	B	<i>Pinus sylvestris</i>	5 Individuen	-	-
1	S	<i>Betula pendula</i>	zerstreut	-	-
1	K	<i>Avenella flexuosa</i>	5	II 2a	3
1	K	<i>Ceratocarpus claviculata</i>	1	II 2b	6
1	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
1	K	<i>Sorbus aucuparia</i>	+	-	-
1	M	<i>Pleurozium schreberi</i>	3 ⁵⁾	II 1	-
1	M	<i>Scleropodium purum</i>		-	-
1	M	<i>Dicranum scoparium</i>	2m	II 1	-
2	B	<i>Pinus sylvestris</i>	7 Individuen	-	-
2	S	<i>Betula pendula</i>	sehr zerstreut	-	-
2	K	<i>Avenella flexuosa</i>	5	II 2a	3
2	K	<i>Ceratocarpus claviculata</i>	1	II 2b	6
2	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
2	M	<i>Pleurozium schreberi</i>	2b ⁵⁾	II 1	-
2	M	<i>Scleropodium purum</i>		-	-
2	M	<i>Dicranum scoparium</i>	2m	II 1	-
3	B	<i>Pinus sylvestris</i>	6 Individuen	-	-
3	S	<i>Sorbus aucuparia</i>	zerstreut	-	-
3	S	<i>Frangula alnus</i>	zerstreut	-	-
3	S	<i>Betula pendula</i>	sehr zerstreut	-	-
3	K	<i>Avenella flexuosa</i>	4	II 2a	3
3	K	<i>Ceratocarpus claviculata</i>	2a	II 2b	6
3	K	<i>Maianthemum bifolium</i>	2a	-	3
3	K	<i>Dryopteris cathusiana</i>	2a	II-IV 1-3	3
3	K	<i>Trientalis europaea</i>	2m	III 2	2
3	K	<i>Polypodium vulgare</i>	2m	-	2
3	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
3	K	<i>Rubus idaeus</i>	+	0 2	6
3	K	<i>Sorbus aucuparia</i>	+	-	-
3	M	<i>Pleurozium schreberi</i>	2b	II 1	-
4	B	<i>Quercus robur</i>	1 Individuum	-	-
4	B	<i>Pinus sylvestris</i>	1 Individuum	-	-
4	S	<i>Sorbus aucuparia</i>	zerstreut	-	-
4	S	<i>Frangula alnus</i>	zerstreut	-	-
4	S	<i>Acer pseudoplatanus</i>	zerstreut	-	-
4	S	<i>Prunus serotina</i>	sehr zerstreut	-	-
4	S	<i>Amelanchier lamarckii</i>	sehr zerstreut	-	-
4	S	<i>Betula pendula</i>	vereinzelt	-	-
4	K	<i>Avenella flexuosa</i>	2a	II 2a	3
4	K	<i>Rubus idaeus</i>	2a	0 2	6
4	K	<i>Dryopteris cathusiana</i>	2a	II-IV 1-3	3
4	K	<i>Ceratocarpus claviculata</i>	2m	II 2b	6
4	K	<i>Trientalis europaea</i>	1	III 2	2
4	K	<i>Chelidonium majus</i>	1	-	8
4	K	<i>Milium effusum</i>	1	II 3a	5
4	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
4	K	<i>Sorbus aucuparia</i>	1	-	-
4	K	<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	-	-
4	K	<i>Fagus sylvatica</i>	+	-	-

Tab. A-II: In Waldbestand 2 beobachtete Arten, deren Mächtigkeit und Zeigerwert

Waldbestand 2					
Teilfläche	Schicht ¹⁾	Art	Artmächtigkeit ²⁾	Ökol. Artengruppe ³⁾	N-Zeigerwert ⁴⁾
1	B	<i>Pinus sylvestris</i>	1 Individuum	-	-
1	S	<i>Frangula alnus</i>	zerstreut	-	-
1	S	<i>Betula pendula</i>	sehr zerstreut	-	-
1	S	<i>Sorbus aucuparia</i>	sehr zerstreut	-	-
1	K	<i>Avenella flexuosa</i>	4	II 2a	3
1	K	<i>Dryopteris cathusiana</i>	2b	II-IV 1-3	3
1	K	<i>Rubus idaeus</i>	2a	0 2	6
1	K	<i>Ceratocarpus claviculata</i>	1	II 2b	6
1	K	<i>Mainthium bifolium</i>	1	-	3
1	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
1	K	<i>Polygonatum multiflorum</i>	+	II 4	5
1	K	<i>Sorbus aucuparia</i>	+	-	-
1	K	<i>Urtica dioica</i>	r	0 1	9
2	B	<i>Pinus sylvestris</i>	3 Individuen	-	-
2	S	<i>Betula pendula</i>	zerstreut	-	-
2	S	<i>Sorbus aucuparia</i>	sehr zerstreut	-	-
2	S	<i>Frangula alnus</i>	sehr zerstreut	-	-
2	S	<i>Amelanchier lamarckii</i>	sehr zerstreut	-	-
2	K	<i>Avenella flexuosa</i>	3	II 2a	3
2	K	<i>Ceratocarpus claviculata</i>	2a	II 2b	6
2	K	<i>Dryopteris cathusiana</i>	2a	II-IV 1-3	3
2	K	<i>Dryopteris dilatata</i>	1	III 3	7
2	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
2	K	<i>Frangula alnus</i>	1	IV 1-2a ⁷⁾	-
2	K	<i>Rubus idaeus</i>	+	0 2	6
2	K	<i>Galeopsis spec.</i>	+	0 2	6 ⁶⁾
2	M	<i>Scleropodium purum</i>	3	-	-
3	B	<i>Pinus sylvestris</i>	3 Individuen	-	-
3	S	<i>Sorbus aucuparia</i>	sehr zerstreut	-	-
3	S	<i>Frangula alnus</i>	vereinzelt	-	-
3	K	<i>Avenella flexuosa</i>	5	II 2a	3
3	K	<i>Ceratocarpus claviculata</i>	2m	II 2b	6
3	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
3	K	<i>Galeopsis spec.</i>	r	0 2	6 ⁶⁾
3	M	<i>Pleurozium schreberi</i>	5	II 1	-
4	B	<i>Pinus sylvestris</i>	5 Individuen	-	-
4	S	<i>Frangula alnus</i>	sehr zerstreut	-	-
4	K	<i>Avenella flexuosa</i>	3	II 2a	3
4	K	<i>Ceratocarpus claviculata</i>	2m	II 2b	6
4	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
4	M	<i>Pleurozium schreberi</i>	3	II 1	-
4	M	<i>Dicranum scoparium</i>	2b	II 1	-

Tab. A-III: In Waldbestand 3 beobachtete Arten, deren Mächtigkeit und Zeigerwert

Waldbestand 3					
Teilfläche	Schicht ¹⁾	Art	Artmächtigkeit ²⁾	Ökol. Artengruppe ³⁾	N-Zeigerwert ⁴⁾
1	B	<i>Pinus sylvestris</i>	7 Individuen	-	-
1	S	<i>Quercus robur</i>	vereinzelt	-	-
1	S	<i>Sorbus aucuparia</i>	vereinzelt	-	-
1	K	<i>Avenella flexuosa</i>	4	II 2a	3
1	K	<i>Ceratocapnos claviculata</i>	2a	II 2b	6
1	K	<i>Arrhenatherum elatius</i>	2a	-	7
1	K	<i>Holcus lanatus</i>	1	-	5
1	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
1	K	<i>Rubus idaeus</i>	+	0 2	6
1	K	<i>Galeopsis spec.</i>	r	0 2	6 ⁵⁾
1	K	<i>Geranium robertianum</i>	r	0 2	7
1	M	<i>Scleropodium purum</i>	3	-	-
1	M	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	2a	-	-
1	M	<i>Brachythecium rutabulum</i>	2a	-	-
2	B	<i>Pinus sylvestris</i>	4 Individuen	-	-
2	S	<i>Quercus robur</i>	vereinzelt	-	-
2	S	<i>Sorbus aucuparia</i>	vereinzelt	-	-
2	K	<i>Avenella flexuosa</i>	4	II 2a	3
2	K	<i>Geranium robertianum</i>	2a	0 2	7
2	K	<i>Ceratocapnos claviculata</i>	1	II 2b	6
2	K	<i>Arrhenatherum elatius</i>	1	-	7
2	K	<i>Holcus lanatus</i>	1	-	5
2	K	<i>Dryopteris cathusiana</i>	1	II-IV 1-3	3
2	K	<i>Rubus idaeus</i>	+	0 2	6
2	M	<i>Scleropodium purum</i>	3	-	-
2	M	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	2a	-	-
3	B	<i>Pinus sylvestris</i>	3 Individuen	-	-
3	S	<i>Frangula alnus</i>	zerstreut	-	-
3	S	<i>Sorbus aucuparia</i>	zerstreut	-	-
3	S	<i>Amelanchier lamarckii</i>	zerstreut	-	-
3	S	<i>Quercus robur</i>	sehr zerstreut	-	-
3	S	<i>Prunus serotina</i>	vereinzelt	-	-
3	K	<i>Avenella flexuosa</i>	4	II 2a	3
3	K	<i>Rubus idaeus</i>	2b	0 2	6
3	K	<i>Ceratocapnos claviculata</i>	2a	II 2b	6 ⁶⁾
3	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
3	M	<i>Brachythecium rutabulum</i>	2a	-	-
4	B	<i>Pinus sylvestris</i>	2 Individuen	-	-
4	S	<i>Sorbus aucuparia</i>	zerstreut	-	-
4	S	<i>Frangula alnus</i>	zerstreut	-	-
4	S	<i>Betula pendula</i>	sehr zerstreut	-	-
4	S	<i>Quercus robur</i>	vereinzelt	-	-
4	S	<i>Corylus avellana</i>	vereinzelt	-	-
4	K	<i>Avenella flexuosa</i>	5	II 2a	3
4	K	<i>Lonicera periclymenum</i>	2m	II 2b	4
4	K	<i>Holcus lanatus</i>	2m	-	5
4	K	<i>Arrhenatherum elatius</i>	1	-	7
4	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
4	M	<i>Scleropodium purum</i>	2b	-	-

Tab. A-IV: In Waldbestand 4 beobachtete Arten, deren Mächtigkeit und Zeigerwert

Waldbestand 4					
Teilfläche	Schicht ¹⁾	Art	Artmächtigkeit ²⁾	Ökol. Artengruppe ³⁾	N-Zeigerwert ⁴⁾
1	B	<i>Pinus sylvestris</i>	3 Individuen	-	-
1	S	<i>Betula pendula</i>	zerstreut	-	-
1	S	<i>Frangula alnus</i>	sehr zerstreut	-	-
1	K	<i>Avenella flexuosa</i>	5	II 2a	3
1	K	<i>Ceratocapnos claviculata</i>	1	II 2b	6
1	M	<i>Pleurozium schreberi</i>	3	II 1	-
1	M	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	2a	-	-
2	B	<i>Pinus sylvestris</i>	4 Individuen	-	-
2	S	<i>Betula pendula</i>	zerstreut	-	-
2	S	<i>Frangula alnus</i>	sehr zerstreut	-	-
2	K	<i>Avenella flexuosa</i>	4	II 2a	3
2	K	<i>Ceratocapnos claviculata</i>	2a	II 2b	6
1	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
2	K	<i>Galeopsis spec.</i>	r	0 2	6 ⁶⁾
2	M	<i>Pleurozium schreberi</i>	3	II 1	-
3	B	<i>Pinus sylvestris</i>	2 Individuen	-	-
3	S	<i>Betula pendula</i>	sehr zerstreut	-	-
3	K	<i>Avenella flexuosa</i>	5	II 2a	3
3	K	<i>Ceratocapnos claviculata</i>	2a	II 2b	6
3	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
3	K	<i>Galeopsis spec.</i>	r	0 2	6 ⁶⁾
3	M	<i>Pleurozium schreberi</i>	3	II 1	-
4	B	<i>Pinus sylvestris</i>	4 Individuen	-	-
4	S	<i>Frangula alnus</i>	zerstreut	-	-
4	S	<i>Betula pendula</i>	sehr zerstreut	-	-
4	S	<i>Amelanchier lamarckii</i>	vereinzelt	-	-
4	K	<i>Avenella flexuosa</i>	4	II 2a	3
4	K	<i>Deschampsia cespitosa</i>	2m	IV 2-3, IV 3-4a	3
4	K	<i>Ceratocapnos claviculata</i>	1	II 2b	6
4	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
4	M	<i>Pleurozium schreberi</i>	3	II 1	-

Tab. A-V: In Waldbestand 5 beobachtete Arten, deren Mächtigkeit und Zeigerwert

Waldbestand 5					
Teilfläche	Schicht ¹⁾	Art	Artmächtigkeit ²⁾	Ökol. Artengruppe ³⁾	N-Zeigerwert ⁴⁾
1	B	<i>Pinus sylvestris</i>	3 Individuen	-	-
1	S	<i>Frangula alnus</i>	zerstreut	-	-
1	S	<i>Sorbus aucuparia</i>	vereinzelt	-	-
1	K	<i>Avenella flexuosa</i>	5	II 2a	3
1	K	<i>Vaccinium myrtillus</i>	2m	II 2b	3
1	K	<i>Frangula alnus</i>	1	IV 1-2a ⁷⁾	-
1	K	<i>Quercus robur</i>	+	-	-
1	K	<i>Sorbus aucuparia</i>	+	-	-
1	K	<i>Dryopteris dilatata</i>	+	III 3	7
1	M	<i>Pleurozium schreberi</i>	3	II 1	-
2	B	<i>Pinus sylvestris</i>	3 Individuen	-	-
2	S	<i>Frangula alnus</i>	zerstreut	-	-
2	S	<i>Sorbus aucuparia</i>	vereinzelt	-	-
2	K	<i>Avenella flexuosa</i>	4	II 2a	3
2	K	<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	II 1	3
2	K	<i>Rubus idaeus</i>	1	0 2	6
2	K	<i>Frangula alnus</i>	1	IV 1-2a ⁷⁾	-
2	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
2	K	<i>Dryopteris carthusiana</i>	+	II-IV 1-3	3
2	M	<i>Pleurozium schreberi</i>	3	II 1	-
3	B	<i>Pinus sylvestris</i>	5 Individuen	-	-
3	K	<i>Avenella flexuosa</i>	4	II 2a	3
3	K	<i>Vaccinium myrtillus</i>	2a	II 1	3
3	K	<i>Frangula alnus</i>	+	IV 1-2a ⁷⁾	-
3	M	<i>Pleurozium schreberi</i>	4	II 1	-
4	B	<i>Pinus sylvestris</i>	2 Individuen	-	-
4	S	<i>Betula pendula</i>	sehr zerstreut	-	-
4	S	<i>Frangula alnus</i>	vereinzelt	-	-
4	S	<i>Prunus serotina</i>	vereinzelt	-	-
4	K	<i>Avenella flexuosa</i>	4	II 2a	3
4	K	<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	II 1	3
4	K	<i>Frangula alnus</i>	1	IV 1-2a ⁷⁾	-
4	K	<i>Quercus robur</i>	1	-	-
4	K	<i>Sorbus aucuparia</i>	+	-	-
4	K	<i>Dryopteris carthusiana</i>	r	II-IV 1-3	3
4	M	<i>Pleurozium schreberi</i>	4	II 1	-

Legende zu Tab. A-I bis A-V:¹⁾ B = Baumschicht, S = Strauchschicht, K = Krautschicht, M = Mooschicht²⁾ B: Anzahl der Individuen auf einer Fläche von 10 x 10 m (0,01 ha)

S: Abstufung: vereinzelt < sehr zerstreut < zerstreut < häufig < dominant

K: nach WILMANN'S (1983) mit:

- r 1 Individuum in der Aufnahme­fläche
- + 2 – 5 Individuen in der Aufnahme­fläche, Deckung < 5 %
- 1 6 – 50 Individuen in der Aufnahme­fläche, Deckung < 5 %
- 2m > 50 Individuen in der Aufnahme­fläche, Deckung < 5 %
- 2a Individuenzahl beliebig, Deckung 5 – 15 %
- 2b Individuenzahl beliebig, Deckung 16 – 25 %
- 3 Individuenzahl beliebig, Deckung 26 – 50 %
- 4 Individuenzahl beliebig, Deckung 51 – 75 %
- 5 Individuenzahl beliebig, Deckung 76 – 100 %

³⁾ nach AK STANDORTSKARTIERUNG (2003)⁴⁾ aus ELLENBERG UND LEUSCHNER (2010), Skala von 0 (stickstoffärmste Standorte) bis 9 (übermäßig stickstoffreiche Standorte)⁵⁾ aufgrund schwieriger visueller Trennung von *Pleurozium schreberi* und *Scleropodium purum* Angabe der Artmächtigkeit für beide Arten⁶⁾ N-Zeigerwert für *Galeopsis tetrahit* als am wahrscheinlichsten vorkommende *Galeopsis*-Art⁷⁾ typischer Standort, *Frangula alnus* aber mit weiter Standortsamplitude