

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ermittlung von Art und notwendigem Umfang von Schadensbegrenzungsmaßnahmen zur Vermeidung erheblicher Beeinträchtigungen von FFH-Lebensraumtypen durch versauernde und eutrophierende Luftschadstoffeinträge aus dem newPark Datteln

Auftraggeber: Stadt Datteln
Der Bürgermeister
Genthiner Straße 8
45 711 Datteln

newPark
VISIONS FIND SPACE



Bearbeitet von: PD Dr.-Ing. habil. A. Schlutow

Ahrensfelde, 29. Juni 2022

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

1	Beschreibung des Vorhabens	4
2	Aufgabenstellung	4
3	Untersuchungsgebiet	5
4	Datengrundlagen	8
4.1	Hintergrunddepositionen und Vorbelastung von Stickstoff und Schwefel	8
4.2	Zusatzdepositionen von Stickstoff und Schwefel	8
4.3	Standortfaktoren der Beurteilungspunkte	9
4.3.1	Abiotische Standortfaktoren der LRT	9
4.3.2	Vegetation der LRT	14
5	Standortspezifisch modellierte Critical Loads für den eutrophierenden Stickstoffeintrag	21
6	Standortspezifisch modellierte Critical Loads für den versauernden Stickstoff- und Schwefeleintrag	21
6.1	Methodischer Ansatz zur Berechnung von Critical Loads für versauernde Stoffeinträge	21
6.2	Ermittlung der kritischen Auswaschungsrate von Säureneutralisationskapazität $ANC_{le(crit)}$	22
6.3	Variantenvergleich	22
7	Ermittlung der Eingangsdaten für die Critical Loads-Modellierung.....	22
7.1	Netto-Immobilisierungsrate N_i	22
7.2	Denitrifikationsrate N_{de}	22
7.3	Aufnahmerate von N und Bc in die oberirdische pflanzliche Biomasse (N_u, Bc_u)	23
7.4	Akzeptabler Stickstoff-Austrag mit dem Sickerwasser $N_{le(acc)}$	23
7.5	Freisetzungsrates basischer Kationen durch Verwitterung des Ausgangssubstrats (BC_w, Bc_w)	23
7.6	Hintergrunddepositionen basischer Kationen	24
7.7	kritische Auswaschungsrate von Säureneutralisationskapazität $ANC_{le(crit)}$	26
8	Unsicherheiten der Modelle und Eingangsdaten	28
9	Ergebnisse der Critical Load-Berechnungen	29
10	Prüfung von Schadensbegrenzungsmaßnahmen	31
10.1	Kontingentierung der Obergrenzen der Emissionen von Stickstoff und Schwefelverbindungen	31
10.1.1	Berechnung der notwendigen Obergrenzen für Emissionen zur Einhaltung von FFH-rechtlichen Abschneidekriterien und Bagatellschwellen	31
10.1.2	Nachweis der Vermeidungswirkung erheblicher Risiken in den LRT-Flächen	32
10.1.3	Ermittlung der finanziellen und wirtschaftlichen Auswirkungen	32
10.2	Verminderung der Stickstoffgehalte im Boden der potenziell betroffenen Wald-LRT	32
10.2.1	Durchzuführende Maßnahmen	33
10.2.2	Nachweis der Vermeidungswirkung erheblicher Risiken in den LRT-Flächen	36
10.2.3	Bilanzierung der Wirkungen	38
10.2.4	Ermittlung der finanziellen und wirtschaftlichen Auswirkungen	41
10.2.5	Verfügbarkeit der Maßnahmenflächen	42
10.3	Kalkung in kalkungsunempfindlichen LRT-Flächen zur Sanierung von Basenverlusten	43
10.3.1	Ermittlung der kalkungsunempfindlichen LRT-Flächen	43
10.3.2	Berechnung der Kalkungsmengen zur Kompensation von Säureeinträgen	44
10.3.3	Nachweis der Vermeidungswirkung erheblicher Risiken in den LRT-Flächen	44
10.3.4	Ermittlung der finanziellen und wirtschaftlichen Auswirkungen	45
11	Hinweise zur Ausführung der Schadensbegrenzungsmaßnahmen	46
11.1	Hinweise zur Entnahme von nicht heimischen Baumarten	46

11.2 Hinweise zur Unterpflanzung mit heimischen Baumarten	46
11.3 Hinweise zur Durchführung der Bodenschutzkalkung	47
12 Zusammenfassung	48
Anhang 1: Darstellung der Maßnahmen auf Luftbildern.....	54
Anhang 2: Maßnahmen auf Flurstückskarten	56

1 Beschreibung des Vorhabens

Der Auftraggeber, die newPark Planungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, plant in Datteln die Entwicklung des Industrieareals newPark. Das Kernziel der Planung besteht darin, dass auf einer Gesamtfläche von ca. 288 ha ein Standort für flächenintensive industrielle Großvorhaben entsteht.

In einer Vermarktungsstudie wurde ermittelt, dass newPark als bedeutender Standort für innovative Energie- und Umwelttechnik sowie Haus- und Gebäudetechnik qualifiziert werden kann. Auf dieser Grundlage soll newPark als Standort für Unternehmen, die moderne Umwelttechnologien herstellen und anwenden (GreenTech), profiliert werden. Dieser Vermarktungsansatz soll sich auch in einer attraktiven städtebaulichen Gestaltung sowie in der öffentlichen Infrastruktur widerspiegeln. Dazu soll auch die Verträglichkeit mit dem nahe gelegenen FFH-Gebiet Lippeaue sowie der Entwicklung eines emissionsarmen Standortes beitragen. Emittierende Betriebe mit einem Emissionsverhalten der Abstandsklassen I und II des Abstandserlasses NRW sollen ausgeschlossen werden. Dazu wird ein Bebauungsplan erarbeitet.

2 Aufgabenstellung

Die Planung des Industriegebietes newPark erfordert auch den Nachweis der Verträglichkeit des Baus, der Anlage und des Betriebes der anzusiedelnden Betriebe mit den Erhaltungszielen der umliegenden FFH-Gebiete. Da zum Zeitpunkt der Genehmigung des Bebauungsplanes noch nicht bekannt sein wird, welche Betriebe sich ansiedeln werden, kann eine vorhabenbezogene Prognose von Luftschadstoffimmissionen nicht durchgeführt werden.

Streuber (Peutz-Consult 2021) hat eine Berechnung der mindestens zulässigen Emissionsmengen im B-Plan-Gebiet errechnet, indem er davon ausging, dass an den Beurteilungspunkten (BP) die Abschneidekriterien von $0,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bzw. $32 \text{ eq S+N a}^{-1} \text{ a}^{-1}$ eingehalten werden sollen.

Um aber gegebenenfalls auch ansiedlungswillige Einzelvorhaben innerhalb des B-Plangebietes zulassen zu können, nachdem dieses Mindestkontingent ausgeschöpft ist, soll mit dem vorliegenden Gutachten auf den LRT-Flächen, die am nächsten am newPark liegen und somit möglicherweise erheblich durch Luftschadstoffeinträge beeinträchtigt werden könnten, eine ökologisch wertvolle vorgezogene Schadensbegrenzung realisiert werden. Erhebliche Risiken sollen vermieden bzw. auf ein unerhebliches Maß vermindert werden. Für jede Maßnahme wird der maximal machbare Umfang berechnet und eine Beschreibung der Umsetzung gegeben.

Abschließend wird für die Maßnahmen der Nachweis geführt, dass sie zur nachhaltigen Vermeidung bzw. Begrenzung erheblicher Beeinträchtigungen der FFH-LRT führen.

Damit wird die naturschutzfachliche Voraussetzung geschaffen, um eine aus naturschutzfachlicher Sicht maximal mögliche Ansiedlung von schadstoffemittierendem Gewerbe und Sondernutzungen im newPark zu ermöglichen.

Um die Realisierung der Erweiterungsfläche „newPark“ Waltrop sowie weiterer zukünftiger Vorhaben im Einwirkungsbereich der FFH-Gebiete nicht bereits durch die Ausschöpfung der Immissionskontingente für Luftschadstoffe allein durch den „newPark“ Datteln zu verhindern, sind hierfür ebenfalls Kontingente zu berücksichtigen. Hierzu wird von den zur Verfügung stehenden Luftschadstoffkontingenten 25 % für newPark Waltrop reserviert.

Für weitere zukünftige Vorhaben im Einwirkungsbereich der FFH-Gebiete werden von den zur Verfügung stehenden Luftschadstoffkontingenten 15 % reserviert.

3 Untersuchungsgebiet

Im Rahmen zweier FFH-Verträglichkeitsuntersuchungen für andere geplante Vorhaben (Schlutow 2020, Schlutow 2021) wurden die Auswirkungen von eutrophierenden und versauernden Luftschadstoffeinträgen in folgenden FFH-Gebieten bereits geprüft:

- DE 4209-302 Lippeaue
- DE 4311-301 In den Kämpfen, Im Mersche und Langerner Hufeisen
- DE 4314-302 Teilabschnitte Lippe - Unna, Hamm, Soest, Warendorf
- DE 4311-304 Wälder bei Cappenberg

Für jede Ausprägungsform (= Kombinationstyp anhand des Verschnitts von Bodenform und Vegetationstyp) der LRT in diesen FFH-Gebieten wurde ein Beurteilungspunkt in der jeweils potenziell am stärksten zusätzlich belasteten Fläche des Kombinationstyps gesetzt. Die Lage des geplanten newPark zu den o.g. FFH-Gebieten erlaubt es, die bereits festgelegten repräsentativen 54 Beurteilungspunkte innerhalb der verschiedenen Ausprägungstypen der LRT für die Prüfung der FFH-Verträglichkeit von newPark heran zu ziehen. Aus diesen 54 Beurteilungspunkten wurden die eutrophierungs- und versauerungsgefährdeten LRT-Flächen in der Umgebung des newPark-Geländes ausgewählt, die im Folgenden betrachtet werden. Es sind dies alle LRT-Flächen im potenziellen Wirkungsbereich (vgl. MULNV NRW Erlasse vom 17.10.2019 und vom 5.6.2020). Darüber hinaus sind keine weiteren FFH-Gebiete oder LRT-Flächen betroffen. Allerdings sind weitere LRT-Entwicklungsflächen zu betrachten (1E-7E), die jeweils mit einem Beurteilungspunkt versehen werden (Tab. 1.; Abb. 1).

Tab. 1: Übersicht über die beurteilungsrelevanten Beurteilungspunkte der FFH-Gebiete im Wirkraum des newPark-Industriegebietes

BP	LRT	Name des LRT	RW	HW
2n(1)	*91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i>	390350	5724664
2n(2)	9160	Subatlantischer oder mitteleuropäischer Stieleichenwald oder Eichen-Hainbuchenwald (<i>Carpinion betuli</i>)	390350	5724664
2n(3)	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus campestre</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> oder <i>Fraxinus angustifolia</i> (<i>Ulmenion minoris</i>)	390350	5724664
3n	9190	Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen mit <i>Quercus robur</i>	390717	5724376
3bn	9110	Hainsimsen-Buchenwald	390682	5724344
23n	9190	Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen mit <i>Quercus robur</i>	390719	5724378
25n	9160	Subatlantischer oder mitteleuropäischer Stieleichenwald oder Eichen-Hainbuchenwald (<i>Carpinion betuli</i>)	392630	5722033
26n	9190	Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen mit <i>Quercus robur</i>	392809	5722128
27n	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus campestre</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> oder <i>Fraxinus angustifolia</i> (<i>Ulmenion minoris</i>)	392938	5722378
3	*91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i>	387772	5726127
4	*91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i>	388111	5726219
6	*91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i>	390806	5724432
7	9190	Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen mit <i>Quercus robur</i>	390763	5724363
7b	9110	Hainsimsen-Buchenwald	390754	5724256
11	9160	Subatlantischer oder mitteleuropäischer Stieleichenwald oder Eichen-Hainbuchenwald (<i>Carpinion betuli</i>)	392891	5721986

BP	LRT	Name des LRT	RW	HW
12	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus campestre</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> oder <i>Fraxinus angustifolia</i> (<i>Ulmenion minoris</i>)	392981	5721944
1E	9190	Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen mit <i>Quercus robur</i>	389154	5725219
2E	9160	Subatlantischer oder mitteleuropäischer Stieleichenwald oder Eichen-Hainbuchenwald (<i>Carpinion betuli</i>)	390347	5724552
3E	9110	Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen mit <i>Quercus robur</i>	390636	5724169
4E	9160	Subatlantischer oder mitteleuropäischer Stieleichenwald oder Eichen-Hainbuchenwald (<i>Carpinion betuli</i>)	390827	5724543
5E	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus campestre</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> oder <i>Fraxinus angustifolia</i> (<i>Ulmenion minoris</i>)	390960	5725674
6E	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus campestre</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> oder <i>Fraxinus angustifolia</i> (<i>Ulmenion minoris</i>)	388092	5726165
7E	*91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i>	388165	5726031

Das betroffene FFH-Gebiet ist wie folgt charakterisiert:

Im **FFH-Gebiet DE 4209-302 Lippeaue** zwischen Unna und Dorsten stellt der Lauf der Lippe die zentrale Achse des 2.417 ha großen, abwechslungsreichen und vielfältig gegliederten Gebietes dar, das trotz überwiegend intensiver Landwirtschaft und Gewässerregulierung noch zahlreiche Elemente der früheren Auenlandschaft aufweist. Neben einigen naturnahen Flussabschnitten ist die Lippeaue überwiegend durch ein naturnahes Relief geprägt. Mehrfach sind noch Reste von Bruch-, Weichholz- und Hartholz-Auenwäldern vorhanden. Ebenso finden sich hier Altarme mit gut ausgeprägter Verlandungsvegetation bis hin zu Bruchwaldbeständen. Auch die in die Lippe mündenden Bachläufe sind teilweise naturnah erhalten. Neben Feuchtgrünlandflächen und Mähwiesen ist insbesondere an Dämmen und Böschungskanten entlang der Lippe und Niederterrasse örtlich Magerrasenvegetation zu finden. Dünenbildungen sind kleinflächig noch vorhanden. Das durch Hecken, Kopfbäume, Feldgehölze mit Altbäumen, Baumreihen und Einzelbäume reich strukturierte Gebiet vermittelt so in vielen Teilen das Bild der typischen münsterländischen Kulturlandschaft. In einem durch Bergsenkung vernässten Bereich zwischen Haltern, Marl und Lippramsdorf entwickeln sich großflächig Auenwälder, Röhrichte und weitere Verlandungsbestände.

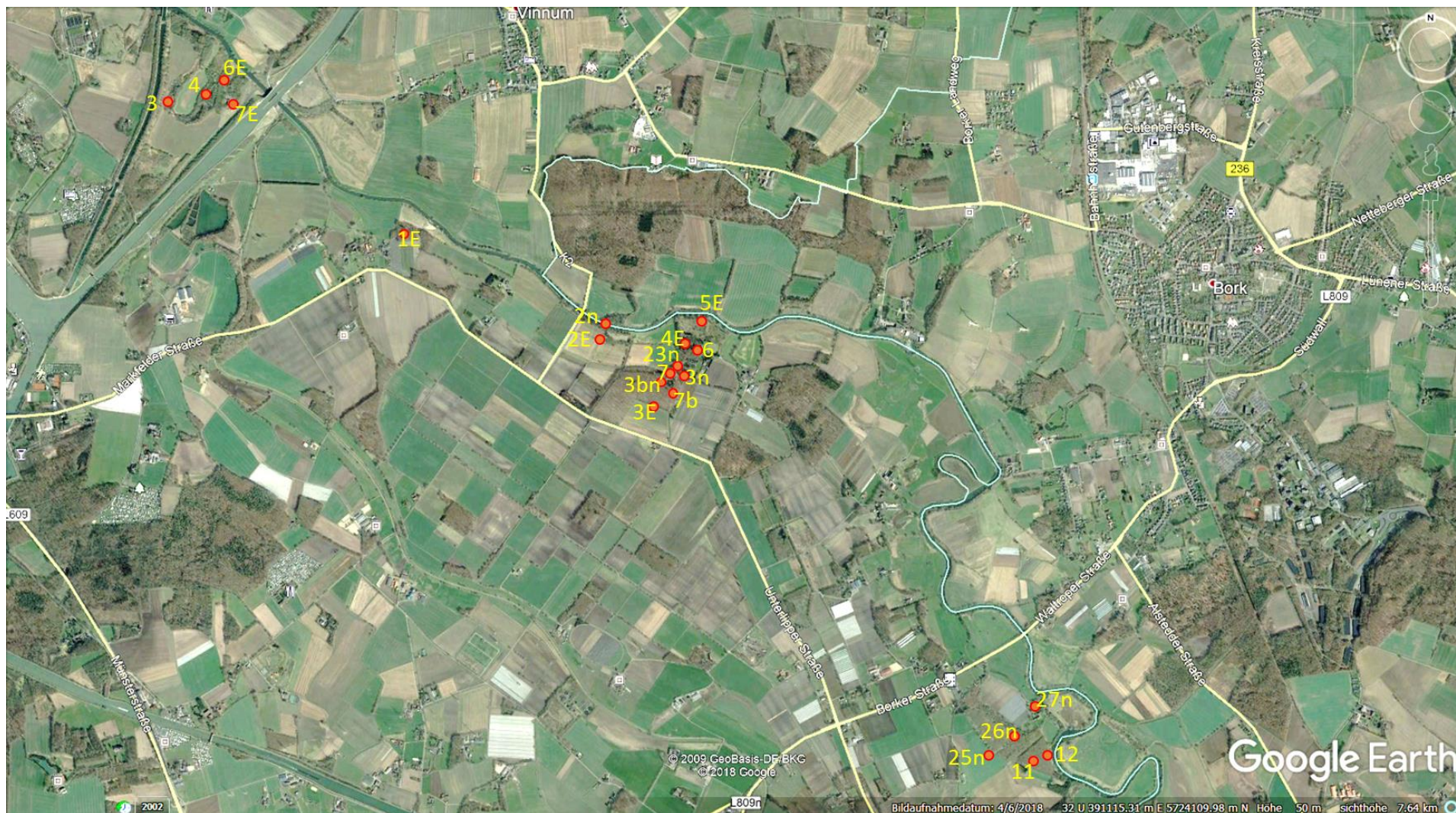


Abb. 1: Lage der Beurteilungspunkte im FFH-Gebiet Lippeaue

4 Datengrundlagen

4.1 Hintergrunddepositionen und Vorbelastung von Stickstoff und Schwefel

Die Hintergrunddepositionen im Durchschnitt der Jahre 2013 bis 2015 wurden dem PINETI3-Projekt des Umweltbundesamtes (UBA 2018) entnommen (Tab. 2).

Eine Korrektur der Hintergrunddeposition mit Vorbelastungen vorhabensnaher Emittenten ist für einige der gewählten repräsentativen Beurteilungspunkte erforderlich. In Frage kommt hierzu nur das Kraftwerk Datteln (Peutz-Consult 2021). Die Stickstoffeinträge aus diesem Kraftwerk (TÜV Nord 2014) unterschreiten das Abschneidekriterium an den BP nicht und müssen deshalb nicht summiert werden. Die Summe aus S+N überschreitet jedoch an einigen BP das Abschneidekriterium von 32 eq ha⁻¹ a⁻¹, so dass die Hintergrunddeposition von Säure korrigiert werden muss (Tab. 2).

Tab. 2: Hintergrunddepositionen an den relevanten Beurteilungspunkten im Untersuchungsgebiet (UBA 2018) im Durchschnitt der Jahre 2013-2015

BP	Hintergrunddepositionen N aus UBA 2018	Vorhabensnahe Vorbelastung N	Hintergrunddeposition N gesamt	Hintergrunddepositionen S+N aus UBA 2018	Vorhabensnahe Vorbelastung S+N	Korr. Hintergrunddeposition S+N gesamt
	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]			[eq ha ⁻¹ a ⁻¹]		
2n	23,9	0,10	23,9	2023	43	2066
3n	23,6	0,12	23,6	1994	50	2044
3bn	23,6	0,11	23,6	1994	51	2045
23n	23,6	0,11	23,6	1994	51	2045
25n	23,0	0,12	23,0	1961	54	2015
26n	23,0	0,13	23,0	1961	54	2015
27n	23,0	0,13	23,0	1961	54	2015
3	23,6	0,00	23,6	1994	0	1994
4	23,9	0,00	23,9	2023	0	2023
6	23,6	0,00	23,6	1994	0	1994
7	23,6	0,00	23,6	1994	0	1994
7b	23,6	0,00	23,6	1994	0	1994
11	18,3	0,00	18,3	1565	0	1565
12	23,0	0,00	23,0	1961	0	1961
1E	23,9	0,12	23,9	2023	50	2073
2E	23,9	0,12	23,9	2023	54	2077
3E	23,6	0,11	23,6	1994	51	2045
4E	23,6	0,12	23,6	1994	54	2048
5E	23,6	0,00	23,6	1994	0	1994
6E	23,9	0,00	23,9	2023	0	2023
7E	23,9	0,00	23,9	2023	0	2023

4.2 Zusatzdepositionen von Stickstoff und Schwefel

Peutz-Consult (2021) hat eine Berechnung der zulässigen Emissionsmengen im B-Plan-Gebiet errechnet, indem er davon ausging, dass an den Beurteilungspunkten (BP) die Abschneidekriterien von 0,3 kg N ha⁻¹ a⁻¹ bzw. 32 eq S+N a⁻¹ a⁻¹ eingehalten werden sollen.

Tab. 3: Zusatzdepositionen an den relevanten Beurteilungspunkten im Untersuchungsgebiet (Peutz-Consult 2021)

BP	Zusatzdeposition N	Zusatzdeposition S	Zusatzdeposition S+N
	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	[eq ha ⁻¹ a ⁻¹]	
2n	0,300	24,0	45,4
3n	0,286	22,4	45,4
3bn	0,287	22,7	45,4
23n	0,286	22,4	42,8
25n	0,055	3,3	43,2
26n	0,052	3,1	42,8
27n	0,053	3,1	7,2
3	0,036	1,8	6,8
4	0,040	2,2	6,9
6	0,258	19,8	4,4
7	0,287	22,8	5,1
7b	0,288	22,8	38,2
11	0,049	2,8	43,3
12	0,047	2,8	43,4
1E	0,170	13,1	6,3
2E	0,300	24,0	6,2
3E	0,288	22,8	25,2
4E	0,258	19,8	45,4
5E	0,258	19,8	43,4
6E	0,040	2,2	38,2
7E	0,040	2,2	38,2

4.3 Standortfaktoren der Beurteilungspunkte

4.3.1 Abiotische Standortfaktoren der LRT

Boden- und Hydromorphie-Formen

Die Bodenformen wurden entnommen

- der Bodenkarte 1: 50 000 (Bk 50)
- ggf. aus weiteren Zusatzinformationen aus der Bodenkarte 1: 5 000 (Bk 5)
- den bodenkundlichen Aufnahmen in den LRT-Flächen mit den Beurteilungspunkten 3n, 3bn, 7n, 23n, 25n, 26n. Bearbeiter: Dr. F. Erlach; Datum 17.4.2014; Sondierbohrungen und pH-Auswertung (Erlach 2014 in: Schlutow 2021)

Die Legenden zur Bk50 und Bk 5 enthalten Angaben zur Hydromorphieform sowie zahlreiche Informationen, die in die Critical Loads-Berechnung eingehen (Tab. 4).

Tab. 4: Boden- und Hydromorphieformen an den Standorten der LRT-Flächen (Bk 50, Bk 5) bzw. der LRT-Entwicklungsflächen

BP	LRT	Bodenform	
FFH- Gebiet DE 4209-302 Lippeaue			
2 n	*91E0	Gley-Vega	L4310_ G-A731 GS4 <u>Grundwasserstufe:</u> sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) <u>Staunässegrad:</u> ohne Staunässe (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 7 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 52 mol+/m2 (gering) <u>Denitrifikationspotenzial:</u> 30 – 50 kgN/ha/a (mittel) <u>Schichtenaufbau1):</u> 4 - 10 dm: Sand, schwach lehmiger Sand, mittel lehmiger Sand, vereinzelt stark lehmiger Sand aus Auenablagerung stellenweise Uferwall (Holozän) 2 - 10 dm: zum Teil mittel sandiger Lehm, schwach toniger Lehm, sandig-toniger Lehm, stark schluffiger Ton aus zum Teil Auenablagerung (Holozän) 10-16.1 dm: Sand, mittel lehmiger Sand, schwach lehmiger Sand aus Auenablagerung (Holozän)
3 n	9190	Braunerde-Gley	B-G GWS 2-3 (Erlach 2014, B1) Braunerde-Gley, podsoliert, aus carbonatarmem Niederterrassensand der Lippe. Grundwasserstand (GWS) stark schwankend, im Mittel 4 - <8 dm (=GWS 2) unter Geländeoberfläche (GOF). Aktueller GWS > 10 dm unter Flur. Basenarm bis mittelbasisch, pH(H2O): 4,0-4,8-, Humusform: mullartiger Moder
3b n	9110	Braunerde-Gley	B_G GWS 2-3 (Erlach 2014, B4) Braunerde-Gley, podsoliert, aus carbonatarmem Niederterrassensand der Lippe. Grundwasserstand (GWS) stark schwankend, im Mittel 4 - <8 dm (=GWS 2) unter Geländeoberfläche (GOF). Aktueller GWS > 10 dm unter Flur. Basenarm bis mittelbasisch, pH(H2O): 3,9-4,7, Humusform: rohhumusarmer Moder bis mullartiger Moder
23 n	*91E0	Vega-Gley	G-A GWS 2-3 (Erlach 2014, B5) Vega-Gley aus holozänen Auensedimenten (Auensand, Auenlehm) der Lippe. Grundwasserstand (GWS) stark schwankend, im Mittel 4 - <8 dm (=GWS 2) unter Geländeoberfläche (GOF). Aktueller GWS > 10 dm unter Flur. Basenreich bis mittelbasisch, pH(H2O): 4,5-5,4, Humusform: Mull
25 n	9160	Gley-Braunerde	GH GWS 2-3 (Erlach 2014, B7) Humus-Gley aus holozänen Auensedimenten über Niederterrassensand der Lippe. Grundwasserstand (GWS) leicht schwankend, im Mittel 4 - <8 dm (=GWS 2) unter Geländeoberfläche (GOF). Aktueller GWS 8 dm unter Flur. Basenreich, pH(H2O): 6,0 - 6,6, Humusform: Mull
26 n	9190	Vega-Gley	G-A GWS 2-3 (Erlach 2014) Vega-Gley aus holozänen Auensedimenten über Niederterrassensand der Lippe. Grundwasserstand (GWS) stark schwankend, im Mittel 4 - <8 dm (=GWS 2) unter Geländeoberfläche (GOF). Aktueller GWS > 10 dm unter Flur. mittelbasisch, pH(H2O): 4,2 - 4,5, Humusform: Mullartiger Moder
27 n	91F0	Gley-Vega	L4310_ G-A731 GS4 <u>Grundwasserstufe:</u> sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) <u>Staunässegrad:</u> ohne Staunässe (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 7 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 52 mol+/m2 (gering) <u>Denitrifikationspotenzial:</u> 30 – 50 kgN/ha/a (mittel) <u>Schichtenaufbau:</u> <u>4-10 dm Sand und schwach lehmiger Sand und mittel lehmiger Sand vereinzelt stark lehmiger Sand aus Auenablagerung stellenweise Uferwall (Holozän)</u> <u>2-10 dm zum Teil mittel sandiger Lehm und schwach toniger Lehm und sandig-toniger Lehm und stark schluffiger Ton aus zum Teil Auenablagerung (Holozän)</u> <u>10-16.1 dm Sand und mittel lehmiger Sand und schwach lehmiger Sand aus Auenablagerung (Holozän)</u>

BP	LRT	Bodenform	
3	91E0	Auengley	<p>L4310_ aG741 GS3</p> <p>Grundwasserstufe: tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0) Durchwurzelungstiefe: 9 dm (mittel) Kationenaustauschkapazität: 93 mol+/m2 (mittel) Denitrifikationspotenzial: 50 – 150 kgN/ha/a (hoch) Schichtenaufbau: 6-15 dm mittel lehmiger Sand und stark lehmiger Sand vereinzelt mittel schluffiger Sand aus Auenablagerung (Holozän) 0-10 dm schluffiger Lehm und toniger Lehm stellenweise mittel sandiger Lehm stellenweise stark sandiger Lehm aus Auenablagerung (Holozän) 0-14.1 dm Sand stellenweise mittel schluffiger Sand stellenweise mittel lehmiger Sand aus Auenablagerung (Holozän)</p>
4	91E0	Auengley-Brauner Auenboden	<p>Bk 50: L4310_ G-A431 GS4</p> <p>Grundwasserstufe: sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0) Durchwurzelungstiefe: 10 dm (mittel) Kationenaustauschkapazität: 140 mol+/m2 (mittel) Denitrifikationspotenzial: 30 – 50 kgN/ha/a (mittel) Schichtenaufbau: 6-10 dm schluffig-lehmiger Sand und schwach sandiger Lehm aus Auenablagerung (Holozän) 10-14.1 dm Sand vereinzelt mittel schluffiger Sand vereinzelt mittel lehmiger Sand aus Auenablagerung (Holozän)</p>
		Brauner Auenboden aus Auen sand, stellenweise über Auenlehm (Holozän)	<p>Bk 5: A85</p> <p>carbonat (kalkhaltig), lehmiger Sand über carbonat (kalkhaltig), schwach lehmiger Sand - Sand; Grundwasserstand 1,30 - 2,00 m u.GOF (stark schwankend)</p>
6	91E0	Typischer Gley,	<p>Bk 50: L4310_ G841 GWA3</p> <p>Grundwasserstufe: tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0) Durchwurzelungstiefe: 7 dm (mittel) Kationenaustauschkapazität: 300 mol+/m2 (sehr gering) Denitrifikationspotenzial: 50 – 150 kgN/ha/a (hoch) Schichtenaufbau: 10-20.1 dm Mittelsand und Feinsand, stellenweise schwach lehmiger Sand, stellenweise mittel lehmiger Sand aus Terrassenablagerung (Jungpleistozän) alternativ zum Teil Flugsand (Jungpleistozän bis Holozän) 0-10.1 dm Feinsand und Schluff und schwach schluffiger Sand und mittel schluffiger Sand und stark schluffiger Sand und sandiger Schluff aus Terrassenablagerung zum Teil Schwemmlöß (Jungpleistozän)</p>
7	9190	Typischer Gley,	<p>Bk 50: L4310_ G841 GWA3</p> <p>Grundwasserstufe: tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0) Durchwurzelungstiefe: 7 dm (mittel) Kationenaustauschkapazität: 300 mol+/m2 (sehr gering) Denitrifikationspotenzial: 50 – 150 kgN/ha/a (hoch) Schichtenaufbau: 10-20.1 dm Mittelsand und Feinsand, stellenweise schwach lehmiger Sand, stellenweise mittel lehmiger Sand aus Terrassenablagerung (Jungpleistozän) alternativ zum Teil Flugsand (Jungpleistozän bis Holozän) 0-10.1 dm Feinsand und Schluff und schwach schluffiger Sand und mittel schluffiger Sand und stark schluffiger Sand und sandiger Schluff aus Terrassenablagerung zum Teil Schwemmlöß (Jungpleistozän)</p>

BP	LRT	Bodenform	
7b	9110	Typischer Gley,	<p>Bk 50: L4310_ G841 GWA3</p> <p>Grundwasserstufe: tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) <u>Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0)</u> <u>Durchwurzelungstiefe: 7 dm (mittel)</u> <u>Kationenaustauschkapazität: 300 mol+/m2 (sehr gering)</u> <u>Denitrifikationspotenzial: 50 – 150 kgN/ha/a (hoch)</u> <u>Schichtenaufbau:</u> <u>10-20.1 dm Mittelsand und Feinsand, stellenweise schwach lehmiger Sand, stellenweise mittel lehmiger Sand aus Terrassenablagerung (Jungpleistozän) alternativ zum Teil Flugsand (Jungpleistozän bis Holozän)</u> <u>0-10.1 dm Feinsand und Schluff und schwach schluffiger Sand und mittel schluffiger Sand und stark schluffiger Sand und sandiger Schluff aus Terrassenablagerung zum Teil Schwemmlöß (Jungpleistozän)</u></p>
11	9160	Gley-Braunerde	<p>Bk 50: L4310_ G-B842 GW4</p> <p>Grundwasserstufe: sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) <u>Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0)</u> <u>Durchwurzelungstiefe: 7 dm (mittel)</u> <u>Kationenaustauschkapazität: 30 mol+/m2 (sehr gering)</u> <u>Denitrifikationspotenzial: 30 – 50 kgN/ha/a (mittel)</u> <u>Schichtenaufbau:</u> <u>13-20.1 dm Mittelsand und Feinsand, stellenweise schwach lehmiger Sand, stellenweise mittel lehmiger Sand aus Terrassenablagerung (Jungpleistozän) alternativ zum Teil Flugsand (Jungpleistozän bis Holozän)</u> <u>0-7.1 dm Feinsand und Schluff und schwach schluffiger Sand und mittel schluffiger Sand und stark schluffiger Sand und sandiger Schluff aus Terrassenablagerung zum Teil Schwemmlöß (Jungpleistozän)</u></p>
12	91F0	Gley-Braunerde	<p>Bk 50: L4310_ G-B842 GW4</p> <p>Grundwasserstufe: sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) <u>Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0)</u> <u>Durchwurzelungstiefe: 7 dm (mittel)</u> <u>Kationenaustauschkapazität: 30 mol+/m2 (sehr gering)</u> <u>Denitrifikationspotenzial: 30 – 50 kgN/ha/a (mittel)</u> <u>Schichtenaufbau:</u> <u>13-20.1 dm Mittelsand und Feinsand, stellenweise schwach lehmiger Sand, stellenweise mittel lehmiger Sand aus Terrassenablagerung (Jungpleistozän) alternativ zum Teil Flugsand (Jungpleistozän bis Holozän)</u> <u>0-7.1 dm Feinsand und Schluff und schwach schluffiger Sand und mittel schluffiger Sand und stark schluffiger Sand und sandiger Schluff aus Terrassenablagerung zum Teil Schwemmlöß (Jungpleistozän)</u></p>
1E	9190	Gley	<p>L4310_ G841 GWA3</p> <p>Grundwasserstufe: tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) <u>Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0)</u> <u>Durchwurzelungstiefe: 7 dm (mittel)</u> <u>Kationenaustauschkapazität: 30 mol+/m2 (sehr gering)</u> <u>Denitrifikationspotenzial: 50 – 150 kgN/ha/a (hoch)</u> <u>Schichtenaufbau1):</u> <u>10 – 20.1 dm: Mittelsand, Feinsand, stellenweise schwach lehmiger Sand, stellenweise mittel lehmiger Sand aus Terrassenablagerung (Jungpleistozän) alternativ zum Teil Flugsand (Jungpleistozän bis Holozän)</u> <u>0 – 10.1 dm: Feinsand, Schluff, schwach schluffiger Sand, mittel schluffiger Sand, stark schluffiger Sand, sandiger Schluff aus Terrassenablagerung zum Teil Schwemmlöß (Jungpleistozän)</u></p>
2E	9160	Gley-Vega	<p>L4310_ G-A731 GS4</p> <p>Grundwasserstufe: sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) <u>Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0)</u> <u>Durchwurzelungstiefe: 7 dm (mittel)</u> <u>Kationenaustauschkapazität: 52 mol+/m2 (gering)</u> <u>Denitrifikationspotenzial: 30 – 50 kgN/ha/a (mittel)</u> <u>Schichtenaufbau1):</u> <u>4 - 10 dm: Sand, schwach lehmiger Sand, mittel lehmiger Sand, vereinzelt stark lehmiger Sand aus Auenablagerung stellenweise Uferwall (Holozän)</u> <u>2 - 10 dm: zum Teil mittel sandiger Lehm, schwach toniger Lehm, sandig-toniger Lehm, stark schluffiger Ton aus zum Teil Auenablagerung (Holozän)</u> <u>10-16.1 dm: Sand, mittel lehmiger Sand, schwach lehmiger Sand aus Auenablagerung (Holozän)</u></p>

BP	LRT	Bodenform	
3E	9110	Gley	L4310_ G841 GWA3 <u>Grundwasserstufe:</u> tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) <u>Stauäsegrad:</u> ohne Stauäse (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 7 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 30 mol+/m ² (sehr gering) <u>Denitrifikationspotenzial:</u> 50 – 150 kgN/ha/a (hoch) <u>Schichtenaufbau1):</u> 10 – 20.1 dm: Mittelsand, Feinsand, stellenweise schwach lehmiger Sand, stellenweise mittel lehmiger Sand aus Terrassenablagerung (Jungpleistozän) alternativ zum Teil Flugsand (Jungpleistozän bis Holozän) 0 – 10.1 dm: Feinsand, Schluff, schwach schluffiger Sand, mittel schluffiger Sand, stark schluffiger Sand, sandiger Schluff aus Terrassenablagerung zum Teil Schwemmlöß (Jungpleistozän)
4E	9160	Gley	L4310_ G841 GWA3 <u>Grundwasserstufe:</u> tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) <u>Stauäsegrad:</u> ohne Stauäse (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 7 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 30 mol+/m ² (sehr gering) <u>Denitrifikationspotenzial:</u> 50 – 150 kgN/ha/a (hoch) <u>Schichtenaufbau1):</u> 10 – 20.1 dm: Mittelsand, Feinsand, stellenweise schwach lehmiger Sand, stellenweise mittel lehmiger Sand aus Terrassenablagerung (Jungpleistozän) alternativ zum Teil Flugsand (Jungpleistozän bis Holozän) 0 – 10.1 dm: Feinsand, Schluff, schwach schluffiger Sand, mittel schluffiger Sand, stark schluffiger Sand, sandiger Schluff aus Terrassenablagerung zum Teil Schwemmlöß (Jungpleistozän)
5E	91F0	Gley	L4310_ G841 GWA3 <u>Grundwasserstufe:</u> tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) <u>Stauäsegrad:</u> ohne Stauäse (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 7 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 30 mol+/m ² (sehr gering) <u>Denitrifikationspotenzial:</u> 50 – 150 kgN/ha/a (hoch) <u>Schichtenaufbau1):</u> 10 – 20.1 dm: Mittelsand, Feinsand, stellenweise schwach lehmiger Sand, stellenweise mittel lehmiger Sand aus Terrassenablagerung (Jungpleistozän) alternativ zum Teil Flugsand (Jungpleistozän bis Holozän) 0 – 10.1 dm: Feinsand, Schluff, schwach schluffiger Sand, mittel schluffiger Sand, stark schluffiger Sand, sandiger Schluff aus Terrassenablagerung zum Teil Schwemmlöß (Jungpleistozän)
6E	91E0	Auengley-Brauner Auenboden	Bk 50: L4310_ G-A431 GS4 <u>Grundwasserstufe:</u> sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) <u>Stauäsegrad:</u> ohne Stauäse (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 10 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 140 mol+/m ² (mittel) <u>Denitrifikationspotenzial:</u> 30 – 50 kgN/ha/a (mittel) <u>Schichtenaufbau:</u> 6-10 dm schluffig-lehmiger Sand und schwach sandiger Lehm aus Auenablagerung (Holozän) 10-14.1 dm Sand vereinzelt mittel schluffiger Sand vereinzelt mittel lehmiger Sand aus Auenablagerung (Holozän)
/E	91E0	Auengley-Brauner Auenboden	Bk 50: L4310_ G-A431 GS4 <u>Grundwasserstufe:</u> sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) <u>Stauäsegrad:</u> ohne Stauäse (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 10 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 140 mol+/m ² (mittel) <u>Denitrifikationspotenzial:</u> 30 – 50 kgN/ha/a (mittel) <u>Schichtenaufbau:</u> 6-10 dm schluffig-lehmiger Sand und schwach sandiger Lehm aus Auenablagerung (Holozän) 10-14.1 dm Sand vereinzelt mittel schluffiger Sand vereinzelt mittel lehmiger Sand aus Auenablagerung (Holozän)

Klimaparameter unter Berücksichtigung des prognostizierten Klimawandels

Das Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung (PIK) hat Prognosen für die Klimaänderung bis zur Periode 2070-2100 nach unterschiedlichen Szenarien veröffentlicht¹. Der worst case, d. h. das Szenarium RCP 8.5 (schwacher Klimaschutz) weist für die Region um Recklinghausen eine Entwicklung der Niederschlagssummen von 830 mm/a in der Periode 1971-2000 auf 810 mm/a in der Periode 2070 -2100 aus. Es wird somit nicht mit einer deutlichen Abnahme der Jahresniederschläge gerechnet. Die Jahresmitteltemperatur soll jedoch in dieser Zeit um durchschnittlich 4K ansteigen. Im Folgenden wird daher mit der zu erwartenden Niederschlagsmenge von 800 mm/a und einer Jahresmitteltemperatur (T) von 14,1°C gerechnet. Die Vegetationszeitlänge wird sich auf 220 d/a erhöhen.

Allerdings wird aufgrund der höheren temperaturabhängigen Verdunstungsrate mit einer deutlichen Abnahme der Sickerwasserrate gerechnet. Laut PIK (Zugriff 7/2021) ergibt sich voraussichtlich für die Periode 2070 -2100 eine Sickerwasserrate von 257 mm/a.

Die Vegetationszeitlänge wird im Untersuchungsgebiet (UG) im langjährigen Mittel 220 Tage (> 10 °C Tagesmitteltemperatur) betragen.

Im Folgenden werden ausschließlich die Klimadaten aus der Prognose des Klimawandels berücksichtigt.

4.3.2 Vegetation der LRT

Als Grundlage für die Ermittlung der Vegetation (Tab. 5) diene

- die Vegetationskartierung von WELUGA vom Juni 2021
- das Biotopkataster schutzwürdiger Biotope des Landes Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW)²
- das Maßnahmenkonzept Natura 2000 Lippeaue, Bereich Ost, Anhang 1: Maßnahmentabelle (IVÖR - Institut für Vegetationskunde, Ökologie und Raumplanung) (2016-2018)

Um zu garantieren, dass nicht ggf. ungünstige aktuelle Erhaltungszustände manifestiert werden, sondern ein guter ökologischer Zustand bei Einhaltung des Critical Loads wiederhergestellt wird, ist für jeden aktuellen Vegetationstyp eine Ziel-Pflanzengesellschaft zu bestimmen. Für diese Pflanzengesellschaft im guten ökologischen Ziel-Zustand wird der Critical Load ermittelt.

¹ <http://www.klimafolgenonline.com/>

² <http://bk.naturschutzinformationen.nrw.de/bk/de/start>

Tab. 5: Vegetation der FFH-LRT (LANUV NRW 2020) bzw. der LRT-Entwicklungsflächen (IVOR 2016-2018)

Beurteilungspunkt	Biotopkataloger/sonst. Quelle	LRT	Ziel-Pflanzengesellschaft im günstigen Erhaltungszustand	Artenkombination/Deckungsgrad sofern angegeben
FFH- Gebiet DE 4209-302 Lippeaue				
2n(1)	WELU GA 2021 (BT- 4310- 0065- 2006)	*91E0	Salicetum albae ISSLER 1926	Baumschicht Salix fragilis 5% Populus canadensis 1 Einzelexemplar Strauchschicht: Euonymus europaeus 20% Salix viminalis 15% Crataegus laevigata 10% Salix caprea x viminalis 5% Krautschicht Chaerophyllum bulbosum 3% Lamium maculatum 1% Dactylis glomerata 10% Urtica dioica 20% lokal verbreitet Solidago gigantea 20% Arrhenatherum elatius 5% Phalaris arundinacea 10% Alopecurus pratensis 5% Lamium album 1% Bromus inermis 2% lokal verbreitet
2n(2)	WELU GA 2021 (BT- 4310- 0326- 2015)	91F0	Stachyo-Carpinetum betuli TÜXEN 1930	Baumschicht: Salix fragilis 20% Quercus robur 15% Carpinus betulus 20% Acer campestre 20% Fagus sylvatica 3% Vorkommen eines Uraltbaumes mit Stammdurchmesser von ca. 2 m. Fraxinus excelsior 5% Strauchschicht: Euonymus europaeus 10% Crataegus monogyna 10% Sambucus nigra 5% Krautschicht: Urtica dioica 35% Glechoma hederacea 10% Galium aparine 3% Arum maculatum 1% Lamium album 1% Alliaria petiolata 2% Humulus lupulus 5% Silene dioica 1% Impatiens glandulifera 2% lokal verbreitet Moehringia trinervia 1% Stachys sylvatica 1% lokal verbreitet

Beurteilungs-punkt	Biotop-katas-ter/ sonst. Quelle	LRT	Ziel-Pflanzen-gesellschaft im günstigen Er-haltungszu-stand	Artenkombination/Deckungsgrad sofern angegeben
2n(3)	WELU GA 2021 (BT- 4310- 0324- 2015)	91F0	Urtico-Alnetum FUKAREK 1961 / Quercu- Ulmetum ISSLER 1953	Baumschicht Alnus glutinosa 30% Fraxinus excelsior 10% Quercus robur 20% Salix fragilis 20% Acer pseudoplatanus 1% Strauchschicht Corylus avellana 10% Sambucus nigra 5% Euonymus europaeus 10% Crataegus monogyna 10% Salix caprea 15% Quercus robur 10% Prunus spinosa 20% Ulmus laevis 1% Salix viminalis 10% Krautschicht Phalaris arundinacea 5% Chaerophyllum temulum 1% Aegopodium podagraria 2% Phragmites australis 2% Urtica dioica 30% Rubus sectio rubus 10% Cirsium arvense 1%
3 n	WELU GA 2021	9190	Betulo-Quer-cetum roboris (GAUME 1924) TÜXEN 1937	Baumschicht Quercus robur 30% überwiegend mittleres bis starkes Baumholz Betula pendula 40% Strauchschicht Sorbus aucuparia 5% Frangula alnus 5% Krautschicht Rubus sectio rubus 75% Pteridium aquilinum 20% Quercus robur 2% Dryopteris carthusiana 2% Teucrium scorodonia 1%
3b n	WELU GA 2021 (4310- 0347- 2015)	9110	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASSARGE 1959	Baumschicht Fagus sylvatica 85% überwiegend geringes Baumholz Quercus robur 7% Quercus rubra 2% Betula pendula 3% Pinus strobus 1% Strauchschicht Frangula alnus 0,1% lokales Vorkommen Krautschicht Dryopteris carthusiana 2% Hedera helix 0,1% randliches Vorkommen Athyrium felix-femina 0,1% Lamium galeobdolon 0,1% lokales Vorkommen Rubus sectio corylifolii 1% Fagus sylvatica 1% Moosschicht Polytrichum formosum 0,1%
23 n	WELU GA 2021 (BT- 4310- 0347- 2015)	9190	Betulo-Quer-cetum roboris (GAUME 1924) TX. 1937	Baumschicht Quercus robur 40% überwiegend mittleres bis starkes Baumholz Betula pendula 30% Krautschicht Rubus sectio rubus 75% Pteridium aquilinum 5% Urtica dioica 10%

Beurteilungs-punkt	Biotop-katas-ter/ sonst. Quelle	LRT	Ziel-Pflanzen-gesellschaft im günstigen Er-haltungszu-stand	Artenkombination/Deckungsgrad sofern angegeben
25 n	BT-4310-0535-2015 (2015),	9160	Stellario ho-losteae-Carpi-netum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	1. Baumschicht: Quercus robur (Stiel-Eiche) 5bis 4, Carpinus betulus (Hainbuche) – bis 3, Betula pendula (Birke) - bis +, Sa-lix caprea (Sal-Weide) - bis + 2. Baumschicht: Carpinus betulus (Hainbuche) 2a bis -, Strauchschicht: Sambucus nigra (Schwarzer Holunder) +bis -, Carpinus betulus (Hainbuche) - bis +, Rubus fruticosus agg. (Brombeere Sa.) - bis +, Crataegus monogyna (Weißdorn) - bis +, Krautschicht: Urtica dioica (Grosse Brennessel) 3 bis 2m, Ga-lium aparine (Klebkraut) 2b bis 1, Veronica hederifolia (Efeu-Ehrenpreis) 2m bis -, Circaea spec. (Hexenkraut) - bis 2m, Holcus lanatus (Wolliges Honiggras) 1 bis -, Rubus fruticosus agg. (Brombeere Sa.) + bis 1, Carpinus betulus (Hainbuche) + bis 1, Rubus idaeus (Himbeere) - bis 1, Poa spec. (Rispen-gras) - bis 1, Galeopsis tetrahit (Gemeiner Hohlzahn) r bis -, Dryopteris filix-mas (Echter Wurmfarne) - bis +, Dryopteris car-thusiana (Dornfarne) - bis +, Alliaria petiolata (Knoblauchsrauke) - bis +
26 n	BT-4310-0536-2015 (2015)	9190	Betulo-Quer-cetum roboris (Molinia-Sub-ass.) (GAUME 1924) TX. 1937	obere Baumschicht: Sorbus aucuparia (Gewöhnliche Eberesche), l / Betula pendula (Sand-Birke), f / Quercus robur (Stiel-Eiche), d untere Baumschicht: Sorbus aucuparia (Gewöhnliche Eberesche), f Strauchschicht: Sorbus aucuparia (Gewöhnliche Eberesche), l / Frangula alnus (Faulbaum), s Krautschicht: Pteridium aquilinum (Adlerfarn), d / Impatiens parviflora (Klein-blütiges Springkraut), l / Rubus idaeus (Himbeere), l / Dryop-teris dilatata (Grosser Dornfarne), l / Lonicera periclymenum (Wald-Geissblatt), l / Hedera helix (Efeu), l / Carex spec. (Segge (unbestimmt)), s
27 n	BT-4310-0024-2008 (2008)	91F0	Querco-Ul-metum minoris ISSLER 1953	obere Baumschicht: Fraxinus excelsior (subsp. excelsior) (Esche) / Populus spec. (Pappel (unbestimmt)) / Salix alba (subsp. alba) (Silber-Weide) obere Strauchschicht: Crataegus monogyna (Eingrifflicher Weissdorn) / Crataegus spec. (Weissdorn (unbestimmt)) / Rosa spec. (Rose (unbes-timmt)) / Rubus sectio Rubus (Brombeere Sa.), RL 10 ? / Salix caprea (subsp. caprea) (Sal-Weide) / Salix cinerea (Asch-Weide Sa.) / Sambucus nigra (Schwarzer Holunder) Krautschicht: Euonymus europaeus (Gewöhnliches Pfaffenhütchen) / Vibur-num opulus (Gemeiner Schneeball)
3	BT-4310-0189-2015 (2015)	91E0	Urtico-Alnetum FUKAREK 1961	(obere) Baumschicht: Alnus glutinosa (f) Krautschicht: Urtica dioica (f), Angelica sylvestris s.l. (fl), Cardamine pratensis (fl), Carex paniculata (subsp. paniculata) (fl), Solanum dulcamara (fl), Galium aparine (fl), Galium palustre (fl), Iris pseudacorus (fl), Caltha palustris (l), Cirsium oleraceum (l), Eupatorium cannabinum (subsp. cannabinum) (l), Fallopia ja-ponica (l), Humulus lupulus (l), Phragmites australis (subsp. australis) (l), Mentha aquatica (s) Strauchschicht: Salix purpurea (d), Salix x multinervis (S. aurita x cinerea) (d), Alnus glutinosa (f), Sambucus nigra (s)

Beurteilungs-punkt	Biotop-katas-ter/ sonst. Quelle	LRT	Ziel-Pflanzen-gesellschaft im günstigen Er-haltungszu-stand	Artenkombination/Deckungsgrad sofern angegeben
4	BT-4310-0202-2015 (2015)	91E0	Querco-Ul-metum minoris ISSLER 1953	Schicht: 1. (obere) Baumschicht Fraxinus excelsior (subsp. excelsior) (d), Prunus avium (fl), Quercus robur (subsp. robur) (fl) Krautschicht Urtica dioica (dl), Alliaria petiolata (dl), Glechoma hederacea (dl), Solidago gigantea (f), Galium aparine (f), Rubus caesius (fl), Galeobdolon luteum agg. (fl), Angelica sylvestris s.l. (l), Silene dioica (l), Fraxinus excelsior (subsp. excelsior) (l), Hedera helix (subsp. helix) (l), Chaerophyllum temulum (s), Prunus avium (s), Saponaria officinalis (s), Lamium album (s) Strauchschicht Sambucus nigra (f), Carpinus betulus (fl), Aesculus hippocastanum (fl), Ulmus laevis (s), (l)
6	WELU GA 2021 (BT-4310-0341-2015)	91E0	Cardamino ar-maruae-Al-netum glutinosae (MEIJER-DREES 1936) PASSARGE 1968	Baumschicht Alnus glutinosa Fraxinus excelsior Quercus robur Populus x canadensis Fagus sylvatica Carpinus betulus Strauchschicht Alnus glutinosa Sambucus nigra Corylus avellana Krautschicht Urtica dioica Glechoma hederacea Impatiens parviflora Ficaria verna Carex remota Athyrium filixfemina Dryopteris carthusiana Impatiens nolitangere Cardamine amara Phalaris arundinacea Rubus sectio rubus Aegopodium podagraria
7	WELU GA 2021 (BT-4310-0347-2015)	9190	Betulo-Quer-cetum roboris (GAUME 1924) TX. 1937	Baumschicht Quercus robur 40% überwiegend mittleres bis starkes Baumholz Betula pendula 30% Strauchschicht Sorbus aucuparia 3% Frangula alnus 1% Krautschicht Rubus sectio rubus 80% Urtica dioica 10% Dryopteris carthusiana 2% Galium aparine 2%
7b	WELU GA 2021 (BT-4310-0352-2015)	9110	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Periclymenum-Sub-ass.) PASSARGE 1959	Baumschicht Fagus sylvatica 95% überwiegend geringes Baumholz Betula pendula 5% Strauchschicht Ilex aquifolium 0,1% Krautschicht Poa nemoralis 0,1% Pteridium aquilinum 0,1% randliches Vorkommen Acer pseudoplatanus 1% Fagus sylvatica 0,1%

Beurteilungs-punkt	Biotop-katas-ter/ sonst. Quelle	LRT	Ziel-Pflanzen-gesellschaft im günstigen Er-haltungszu-stand	Artenkombination/Deckungsgrad sofern angegeben
11	BT-4310-0535-2015 (2015)	9160	Stellario ho-losteae-Carpi-netum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	Schicht: 1. (obere) Baumschicht Quercus robur (subsp. robur) (d) Schicht: 2. (untere) Baumschicht Carpinus betulus (d), Quercus robur (subsp. robur) (d), Fraxinus excelsior (subsp. excelsior) (f), Salix caprea (subsp. caprea) (fl), Betula pendula (l) Schicht: Krautschicht Carex remota (f), Circaea lutetiana (f), Urtica dioica (f), Glechoma hederacea (f), Rubus sectio Rubus (fl), Acer campestre (l), Fraxinus excelsior (subsp. excelsior) (l) Schicht: Strauchschicht Carpinus betulus (d), Cornus sanguinea (l)
12	BT-4310-0547-2015 (2015)	91F0	Querco-Ul-metum minoris ISSLER 1953	Schicht: 1. (obere) Baumschicht Quercus robur (subsp. robur) (d), Fraxinus excelsior (subsp. excelsior) (fl), Salix alba (subsp. alba) (l), Acer campestre (l) Schicht: Krautschicht Glechoma hederacea (d), Urtica dioica (dl), Hedera helix (subsp. helix) (f), Arum maculatum (fl), Pteridium aquilinum (subsp. aquilinum) (fl), Rubus idaeus (fl) Schicht: Strauchschicht Sambucus nigra (d), Crataegus monogyna (l), Salix viminalis (l)
1E	WELU GA 2021 (MAS 4310-0063-2015)	9190E	Betulo-Quer-cetum roboris (GAUME 1924) TX. 1937	Baumschicht Quercus robur 70% Fagus sylvatica 5% auch als Uraltbaum Carpinus betulus 3% Betula pendula 3% Strauchschicht Picea abies 7% Betula pendula 3% Ilex aquifolium 5% Fagus sylvatica 2% Sorbus aucuparia 3% Krautschicht Impatiens parviflora 10% Rubus sectio rubus 60% Dactylis spec. 1% Pteridium aquilinum 10% lokal verbreitet
2E	MAS 4310-0064-2015	9160E	Stellario ho-losteae-Carpi-netum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	Tilia cordata: 90% Quercus robur (subsp. robur): 10%
3E	WELU GA 2021 (MAS 4310-0069-2015)	9110E	Maianthemo-Fagetum syl-vatici (Dryop-teris-Subass.) PASS. 1959	Baumschicht Quercus rubra 80% Pinus sylvestris 2% Strauchschicht Ilex aquifolium 1% Krautschicht Quercus rubra 2% Carex pilulifera 1% Dryopteris carthusiana 5% Rubus sectio corylifolii 3% Sorbus aucuparia 1% Lonicera periclymenum 2% Galeopsis tetrahit 1% lokal verbreitet Moehringia trinervia 0,1% Urtica dioica 1% lokal verbreitet Juncus conglomeratus 0,1% lokales Vorkommen Miliium effusum 0,1 %lokales Vorkommen

Beurteilungs-punkt	Biotop-katas-ter/ sonst. Quelle	LRT	Ziel-Pflanzen-gesellschaft im günstigen Er-haltungszu-stand	Artenkombination/Deckungsgrad sofern angegeben
4E	MAS 4310- 0065/ 0066- 2015	9160E	Stellario ho-losteae-Carpi-netum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	B1:Fagus sylvatica (subsp. sylvatica): 70% Quercus robur (subsp. robur): 20% Quercus palustris: 10% B2: Betula pendula: 75% Carpinus betulus: 25% Pseudotsuga menziesii: 5% Taxus baccata: 95%
5E	WELU GA 2021 (MAS 4310- 0023- 2015)	91F0E	Querco-UI-metum minoris ISSLER 1953	Baumschicht Salix fragilis 10% Alnus glutinosa 10% Acer pseudoplatanus 3% Betula pendula 5% Populus x canadensis 10 randlich hineinragend% Strauchschicht Corylus avellana 3% Crataegus monogyna 10% Prunus spinosa 5% Quercus robur 5% Prunus avium 2% Alnus glutinosa 10% Krautschicht Solidago gigantea 40% Festuca pratensis 5% Dactylis glomerata 5% Poa palustris 2% Galium aparine 3% Arrhenatherum elatius 5% Urtica dioica 10% Heracleum sphondylium 2% Anthriscus sylvestris 1% Silene dioica 1% Symphytum officinale 2% Eupatorium cannabinum 1% Impatiens glandulifera 2% Glechoma hederacea 3% Carduus crispus 1% Phalaris arundinacea 3% Vicia sepium 1% Bromus hordeaceus 3% Galium album 1% Hypericum maculatum 1% Aegopodium podagraria 2% Chaerophyllum temulum 2% Alliaria petiolata 1%
6E	MAS 4310- 0083- 2015	91E0E	Querco-UI-metum minoris ISSLER 1953	Quercus robur (subsp. robur): 10% Fraxinus excelsior (subsp. excelsior): 70% Prunus avium: 25% Alnus glutinosa: 2%
7E	MAS 4310- 0060/ 0061- 2015	91E0E	Alnetum in-canae LÜDI 1921	Fraxinus excelsior (subsp. excelsior) 26% Alnus glutinosa 2% Alnus incana (subsp. incana) 36%

Erläuterung: d=dominant; l=punktuell gehäuft; s=selten; f=frequent

5 Standortspezifisch modellierte Critical Loads für den eutrophierenden Stickstoffeintrag

Die von Schlutow (in BMVBS 2013, FGSV 2019) modellierten standorttypischen Critical Loads für FFH-LRT beinhalten nicht alle Biotoptypen und sind für typische Standorte der FFH-LRT in Deutschland modelliert, ohne besondere standortspezifische Besonderheiten zu berücksichtigen.

Die hier im Folgenden dokumentierte Berechnung standortspezifischer Critical Loads wurde daher mit dem SMB/BERN-Modell durchgeführt (vgl. BMVBS 2013, FGSV 2019, Schlutow et al. 2018).

Bei Anwendung der einfachen Massenbilanz-Methode (Simple Mass Balance, SMB) kann der zulässige Stickstoffeintrag ins Ökosystem CL_{eutN} als die Einstellung des Gleichgewichts zwischen Stoffein- und -austrägen beschrieben werden. Zeitweilige Abweichungen vom Gleichgewichtszustand sind nur tolerierbar, solange das System aus sich selbst heraus regenerationsfähig bleibt (quasi-stationärer Zustand). Eine modellhafte Beschreibung des Stickstoffhaushalts von Ökosystemen unter diesen Bedingungen stellt die folgende Gleichung dar:

$$CL_{eutN} = N_i + N_u + N_{de} + N_{le(acc)}$$

wobei:

CL_{eutN}	=	Critical Load für eutrophierenden Stickstoffeintrag [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]
N_u	=	Netto-Stickstoff-Aufnahmerate durch die Vegetation [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]
N_i	=	Netto-Stickstoff-Immobilisierungsrate [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]
$N_{le(acc)}$	=	tolerierbare Austragsrate von Stickstoff mit dem Sickerwasser [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]
N_{de}	=	Denitrifikation von Stickstoff [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]

6 Standortspezifisch modellierte Critical Loads für den versauernden Stickstoff- und Schwefeleintrag

6.1 Methodischer Ansatz zur Berechnung von Critical Loads für versauernde Stoffeinträge

Die Berechnung von Critical Loads für versauernde Stoffeinträge (CL S+N) erfolgt im Wesentlichen nach methodischen Grundsätzen und Formeln, wie sie auch im Manual (CLRTAP 2004, 2014, 2017) empfohlen werden.

Die Berechnung erfolgt nach folgender Massenbilanz-Gleichung, die die wichtigsten Quellen und Senken für Protonen berücksichtigt:

$$CL(S + N) = CL(S) + CL(N) = BC_{dep}^* - Cl_{dep}^* + BC_w - BC_u + N_i + N_u + N_{de} - ANC_{le(crit)}$$

wobei:

CL	=	Critical Load (Belastungsgrenzwert) [eq ha ⁻¹ a ⁻¹]
S	=	Schwefelverbindungen
N	=	Stickstoffverbindungen
BC_{dep}^*	=	seesalzkorrigierte Rate der Deposition basischer Kationen Ca ²⁺ +Mg ²⁺ +K ⁺ +Na ⁺ [eq ha ⁻¹ a ⁻¹]
Cl_{dep}^*	=	seesalzkorrigierte Rate der Deposition von Chloridionen [eq ha ⁻¹ a ⁻¹]
BC_w	=	Freisetzungsrates basischer Kationen durch die Verwitterung, Ca ²⁺ +Mg ²⁺ +K ⁺ +Na ⁺ [eq ha ⁻¹ a ⁻¹]
BC_u	=	Nettoaufnahmerate basischer Kationen durch die Vegetation, Ca ²⁺ +Mg ²⁺ +K ⁺ [eq ha ⁻¹ a ⁻¹]
N_i	=	Stickstoff-Immobilisierungsrate [eq ha ⁻¹ a ⁻¹]
N_u	=	Nettoaufnahmerate von Stickstoff durch die Vegetation [eq ha ⁻¹ a ⁻¹]

N_{de} = Denitrifikationsrate von Stickstoff [$\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
 $ANC_{le(crit)}$ = Kritische Austragsrate der Säureneutralisationskapazität mit dem Sickerwasser [$\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]

Zu den maßgeblichen Prozessen, die den Säureeinträgen gegenüberstehen, gehören die Verwitterung und die Deposition basischer Kationen, die wiederum jedoch vermindert werden durch den Basenentzug mit der Biomasse sowie durch die Auswaschung von Säureneutralisationskapazität mit dem Sickerwasser.

6.2 Ermittlung der kritischen Auswaschungsrate von Säureneutralisationskapazität $ANC_{le(crit)}$

Um $ANC_{le(crit)}$ für die CL Versauerung zu berechnen, gibt es 4 Ansätze, die verschiedene Schutzgüter der Ökosysteme auf Basis der Massenbilanz berücksichtigen (vgl. CLRTAP 2004, 2014, 2017):

- ▶ Variante 1: Schutz der Pflanzen vor Aluminium-Intoxikation.
- ▶ Variante 2: Erhaltung des bodentypischen pH-Pufferbereiches.
- ▶ Variante 3: Erhaltung der Boden-Stabilität.
- ▶ Variante 4: Erhaltung einer vegetationspezifischen akzeptablen Basensättigung

6.3 Variantenvergleich

Der Critical Load zum Schutz vor Versauerung wird nach allen 4 Varianten gesondert berechnet. Um die jeweils empfindlichste Komponente des Ökosystems wirksam mit Hilfe des Critical Loads zu schützen, ist nun ein Vergleich der Ergebnisse der 4 CL-Varianten notwendig. Als Critical Load für Versauerung (CL(S+N)) wird der niedrigste Wert, der sich für ein Ökosystem aus den Variantenrechnungen ergibt, übernommen:

$$CL(S+N) = \min\{CL(S+N) (1); CL(S+N) (2); CL(S+N) (3); CL(S+N) (4)\}$$

7 Ermittlung der Eingangsdaten für die Critical Loads-Modellierung

7.1 Netto-Immobilisierungsrate N_i

Die Netto-Immobilisierungsrate N_i ist die jährliche Akkumulationsrate an Stickstoff, der mit dem Blatt- bzw. Nadelfall und aus abgestorbenen Wurzeln organisch gebunden in die Humusschicht eingeht und dort dauerhaft organisch gebunden verbleibt, also ungelöst und damit nicht pflanzenverfügbar ist. Die Netto-Immobilisierungsrate hängt von der Aktivität der dekomponierenden Bodenorganismen ab und diese wird überwiegend von der Bodentemperatur gesteuert. Die Bodentemperatur wird mit der Lufttemperatur im Jahresdurchschnitt gleichgesetzt und dem PIK-Prognose für den worst case (RCP 8,5) standortspezifisch im Untersuchungsgebiet (UG) entnommen. Im UG beträgt sie 14,5 °C. Des Weiteren hat die Zersetzbarkeit der Streu (Blatt-Nadel-Fall) einen signifikanten Einfluss auf das C/N-Verhältnis in der Humusschicht und damit auf die Immobilisierungsrate. Die Methodik zur Ermittlung von N_i wird in BMVBS (2013) beschrieben. Das vegetationsstypische C/N-Verhältnis im Humus wurde mit dem BERN-Modell ermittelt (Schlutow et al. 2018). Die bodentypische C/N-Spanne für die Augleye, Sand-Gleye und Gley-Braunerden reicht von 15 – 35 %/%, an dem basenreichen BP 25 reicht das C/N-Verhältnis von 10-25%/%

7.2 Denitrifikationsrate N_{de}

Die Denitrifikationsrate N_{de} ist der Anteil an Stickstoffverbindungen, der wieder aus dem Boden in die Atmosphäre ausgasung wird. Auch dieser Prozess wird von Bodenmikroorganismen

durchgeführt und ist überwiegend vom Wasser- bzw. vom Tongehalt abhängig. Die Ermittlung von N_{de} wird in Schlutow et al. (2018) entsprechend CLRTAP (2017) methodisch dargestellt. Die Auengleye sind mit einem Denitrifikationsfaktor $f_{de}=0,7$, die Sand-Gleye mit $f_{de}=0,5$ und die Gley-Braunerden mit $0,4$ in die CL-Berechnung einzustellen gewesen. Aus den Zeigerwerten der Vegetation war abzulesen, dass an den BP 23n, 7, 7b, 1E und 3E der Grundwassereinfluss in der Wurzelzone niedriger ist als die kartierte Hydromorphieform, so dass hier nur $f_{de}=0,4$ angesetzt wurde.

7.3 Aufnahme von N und Bc in die oberirdische pflanzliche Biomasse (N_u , B_{cu})

Die N- und Bc-Aufnahmerate in die oberirdische pflanzliche Biomasse von Bäumen und Sträuchern wird aus dem jährlichen Biomassezuwachs und dem Gehalt an Stickstoff ermittelt. Berücksichtigt wird nur der in der Biomasse festgelegte Stickstoff, der durch langlebige Biomasse dem System entzogen wird, also die Menge an Derbholz, nicht aber der Blatt- und Streufall. So wurde für die Wald-LRT angenommen, dass eine naturnahe Waldbewirtschaftung in Kombination mit der tendenziellen Abnahme von Stickstoffeinträgen die potenzielle Holzertragserwartung sowie die Stoffgehalte auf ein nachhaltig stabiles Gleichgewicht regulieren wird. Deshalb wurden für die Ertrags- und Gehaltsabschätzung konservative Annahmen getroffen, die aus Messdaten an mehr oder weniger unbelasteten Standorten vor 1975 abgeleitet wurden. Dies ist eine konservative Abschätzung, denn aktuelle Holzertragserhebungen liegen deutlich höher (Bösch 2001).

Berücksichtigt werden hierbei auch die als „wichtige Maßnahme“ im Maßnahmenkonzept Lippe-Ost bereits geplanten Entnahmen standortfremder Bäume vor Erreichen der Hiebsreife und Nachpflanzung standorttypischer Baumarten (Fläche E1).

Die Ertragsspannen und Stoff-Gehalte im Derbholz sowie die Herleitung dieser Eingangsdaten sind in Schlutow et al. (2018) analog zu BMVBS (2013) ausführlich dokumentiert.

7.4 Akzeptabler Stickstoff-Austrag mit dem Sickerwasser $N_{le(acc)}$

Der verbleibende Rest an deponiertem und mineralisiertem Stickstoff, der nicht von Pflanzen aufgenommen, durch Denitrifikation in die Atmosphäre ausgegast oder durch Immobilisierung im Humus akkumuliert wird, steht einer Auswaschung mit dem Niederschlag aus dem Bodenwasser in die tieferen Schichten und letztendlich ins Grundwasser zur Verfügung. Zum Schutz der Pflanzen darf die N-Konzentration im durchwurzelten Bodenraum ein unschädliches Maß nicht überschreiten. In Schlutow et al. (2018) wird die Datengrundlage für die Ermittlung von $[N]_{crit}$ entsprechend Mapping Manual (CLRTAP 2017) dargestellt.

Grundwassernahen Böden außerhalb von Auen wurde ein $[N]_{crit}$ von $0,001 \text{ kgN/m}^3$ zugewiesen, da die Gefahr einer Akkumulation von Stickstoff im pflanzenverfügbaren Bodenwasser besteht.

Einige Baumarten reagieren hinsichtlich der Wurzelmasseausprägung empfindlich auf Stickstoffübersättigung. Umfassende Studien zu allen mitteleuropäischen Baumarten sind nicht erstellt worden. Deshalb wird vorsorglich für alle Wald-Vegetationstypen ein $[N]_{crit}$ von höchstens $0,002 \text{ kgN/m}^3$ in die CL-Berechnung eingestellt.

Die kritische Konzentration im Bodenwasser (in kg N m^{-3}) der durchwurzelten Zone wird multipliziert mit der Sickerwasserrate ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$). In diesem Gutachten wird die vom PIK (Zugriff 8/2021) für die Periode 2071-2100 prognostizierte Grundwasseranreicherungsrate von 231 mm/a eingestellt.

7.5 Freisetzungsrates basischer Kationen durch Verwitterung des Ausgangssubstrats (BC_w , B_{cw})

Die Freisetzung basischer Kationen durch Verwitterung (BC_w), im Folgenden auch kurz als Verwitterungsrate bezeichnet, wird entsprechend Mapping Manual (CLRTAP 2017) im ersten

Schritt anhand der Verknüpfung von Ausgangssubstrat und Tongehalt (Texturklasse) bestimmt.

Neben dem Ausgangssubstrat wird die Höhe der Verwitterung basischer Kationen entscheidend durch die Textur des Bodens bestimmt, die die verwitterungswirksame Oberfläche des Ausgangsmaterials charakterisiert. So ermittelte Sverdrup (1990) einen linearen Zusammenhang zwischen dem Ton- und Sandgehalt eines Bodens, welche als Indikatoren für dessen Textur dienen, und der Verwitterungsrate. Da die zur Verfügung stehenden Bodendaten zum Tonanteil keine Angaben enthalten, wird hierzu auf die Referenzwerte der Datenbank zur BÜK 1000N (BGR 2014) vergleichbarer Bodenform zurückgegriffen (vgl. Schlutow et al. 2018). Die Bestimmung der Freisetzung basischer Kationen durch Verwitterung erfolgte nun anhand der Verknüpfung von Ausgangssubstrat und Tongehalt durch Zuordnung zu einer Verwitterungsklasse.

Unter Berücksichtigung der realen Durchwurzelungstiefe und der Jahresmitteltemperatur ergibt sich die Verwitterungsrate wie folgt:

$$BC_w(T) = z \cdot 500 \cdot (W_{(class)} - 0,5) \cdot 10^{\frac{A}{281} - \frac{A}{273+T}}$$

wobei:

$BC_w(T)$ = temperaturkorrigierte Verwitterungsrate [$eq\ ha^{-1}\ a^{-1}$]

z = durchwurzelte Tiefe [m]

$W_{(class)}$ = Verwitterungsklasse

T = Jahresmitteltemperatur im 30-jährigen Mittel 2071-2100 nach PIK 2021 [K]

A = Quotient aus Aktivierungsenergie und idealer Gaskonstante (= 3600 K)

Dem Manual (CLRTAP 2004, 2014, 2017) entsprechend wurde die Verwitterungsrate basischer Kationen zunächst als Summe über alle vorkommenden basischen Kationen bestimmt (BC_w). Da Natrium aber kein Pflanzennährstoff ist, muss der Anteil von Natrium an der Freisetzungsrate abgezogen werden, um Bc_w zu bestimmen. Der Anteil der pflanzenverfügbaren basischen Kationen $Ca + Mg + K$ (Bc_w) beträgt laut Manual (CLRTAP 2004, 2014, 2017) ca. 70 % bei nährstoffarmen Böden und bis zu 85 % bei nährstoffreichen Böden.

Nach diesen Methoden entsprechend Mapping-Manual (CLRTAP 2017) und Schlutow et al. (2018) ergeben sich

- für die Auengleye eine Substratklasse 2, eine Texturklasse 2 und eine Verwitterungsklasse 4,
- für die carbonathaltigen Auengleye eine Substratklasse 4, eine Texturklasse 3 und eine Verwitterungsklasse 6,
- für Sand-Gleye und Gley-Braunerden eine Substratklasse 3, eine Texturklasse 1 und eine Verwitterungsklasse 2

7.6 Hintergrunddepositionen basischer Kationen

Für die CL S+N-Ermittlung relevant sind weiterhin die Depositionen basischer Kationen (Tab. 6). Diese wurden den Rasterdateien des UBA (2018) wie folgt entnommen:

Tab. 6: Hintergrunddepositionen basischer Kationen (Ca, K, Mg) an den relevanten Beurteilungspunkten im Untersuchungsgebiet (UBA 2018) im Durchschnitt der Jahre 2013-2015

BP	LRT	Hintergrunddepositionen basischer Kationen, see-salzkorrigiert [$eq\ ha^{-1}\ a^{-1}$] BC_{dep}^*	Hintergrunddepositionen basischer Kationen, nicht see-salzkorrigiert [$eq\ ha^{-1}\ a^{-1}$] Bc_{dep}
2n	*91E0	132	202
3n	9190	138	210

BP	LRT	Hintergrunddepositionen basischer Kationen, seesalzkorrigiert [eq ha ⁻¹ a ⁻¹] BC _{dep} *	Hintergrunddepositionen basischer Kationen, nicht seesalzkorrigiert [eq ha ⁻¹ a ⁻¹] Bc _{dep}
3bn	9110	130	199
23n	9190	130	199
25n	9160	129	194
26n	9190	136	206
27n	91F0	130	197
3	*91E0	141	215
4	*91E0	132	202
6	*91E0	130	199
7	9190	138	210
7b	9110	138	210
11	9160	130	197
12	91F0	130	197
1E	9190	138	210
2E	9160	132	202
3E	9110	130	199
4E	9160	130	199
5E	91F0	130	199
6E	91F0	132	202
7E	*91E0	132	202

Das OVG Münster hat sich im sogenannten Trianel-Verfahren im Urteil vom 21.7.2016 der Auffassung des Sachverständigen angeschlossen, dass nur der anthropogen erzeugte Anteil der Deposition von Basen und Chlorid in der CL-Berechnung berücksichtigt werden sollte.

Im BAST-Forschungsbericht (BMVBS 2013) wird dagegen die Auffassung vertreten, dass die Deposition basischer Kationen nur aus natürlichen Quellen (z.B. aus dem Meersalzspray in Norddeutschland und aus dem Saharastaub in Süddeutschland) als Säureneutralisationskapazität bei der Ermittlung des CL für versauernde Einträge angerechnet werden sollten³. Als Begründung wird ausgeführt, dass die Verwendung anthropogener basischer Fremdstoffeinträge zur Neutralisation der versauernden anthropogenen Fremdstoffeinträge aus umweltethischen Gründen fragwürdig ist.

Vorsorglich konservativ wird daher in diesem Projekt dem OVG Münster gefolgt, auch wenn dessen Auffassung von der Autorin (gleichzeitig Autorin des entsprechenden Kapitels im BAST-FE-Bericht) nicht geteilt wird.

Desweiteren ist zu beachten, dass für den UBA-Datensatz 2013-2015 weder der seesalzkorrigierte Na- oder Cl-Anteil, noch die trockene Cl-Deposition ermittelt worden ist. Eine seesalzkorrigierte Natriumdeposition kann demnach nicht in die Summe der seesalzkorrigierten Deposition basischer Kationen eingestellt werden. Dies führt zu einer Unterschätzung der Säureneutralisationskapazität, nicht nur in küstennahen Gebieten, sondern auch im Binnenland, da die anthropogene wie auch die natürliche Natrium-Deposition aus dem Sahara-Staub und anderen Quellen ebenso vernachlässigt wird.

³ Auch im Manual (CLRTAP 2017, S. V-28) wird als eine Möglichkeit der Critical Loads-Ermittlung vorgeschlagen, die nicht anthropogenen Anteile der Deposition basischer Kationen (z.B. aus Sahara-Staub), die durch Luftreinhaltemaßnahmen nicht beeinflussbar sind, in die Critical Load-Berechnung einzustellen.

Vorsorglich konservativ wurde für dieses Projekt angenommen, dass der gesamte Natrium-eintrag und sämtliche Chlorid-Einträge aus dem Meersalz stammen und daher in der CL-Berechnung zu vernachlässigen sind⁴.

Es gilt daher: Na^*_{dep} und $Cl^*_{dep} = 0$
 Und $BC^*_{dep} = Ca^*_{dep} + K^*_{dep} + Mg^*_{dep}$

Somit werden nur die seesalzkorrigierten Kalzium-, Kalium- und Magnesium-Ionen in die Berechnung des Terms BC^*_{dep} eingestellt.

Bei der Berechnung von ANC_{le} , wo BC_{dep} eingeht, werden dagegen laut Manual (CLRTAP 2004, 2014, 2017) auch die seesalzbürtigen basischen Kationen berücksichtigt, da diese zur Pflanzenernährung ebenfalls in vollem Umfang beitragen.

7.7 kritische Auswaschungsrate von Säureneutralisationskapazität $ANC_{le(crit)}$

Variante 1: Schutz der Pflanzen vor Intoxikation (Bc/Al_{crit})

Eine zu hohe Al^{3+} -Konzentration kann toxisch auf die Pflanzen des Ökosystems wirken, wenn nicht gleichzeitig genügend basische Kationen für die Pflanzen in der Bodenlösung zur Verfügung stehen. Grenzkriterium für den Verlust an Säureneutralisationskapazität ist deshalb das Verhältnis der basischen Kationen $Bc = Ca + Mg + K$ zu Al^{3+} -Ionen. Diese Schwelle zur Schädigung ist pflanzenartspezifisch unterschiedlich hoch. Die kritische Aluminium-Auswaschungsrate, die sich ergibt, wenn ein kritisches (beginnend toxisch zu wirkendes) Bc/Al -Verhältnis in der empfindlichsten Art des Vegetationstyps erreicht ist, lässt sich wie folgt ermitteln (CLRTAP 2004, 2014, 2017):

$$-ANC_{le(crit)} = PS^{2/3} \cdot \left(1,5 \cdot \frac{Bc_{dep} + Bc_w - Bc_u}{K_{gibb} \cdot (Bc/Al)_{crit}}\right)^{1/3} + 1,5 \cdot \frac{Bc_{dep} + Bc_w - Bc_u}{(Bc/Al)_{crit}}$$

wobei:

PS = Sickerwasserrate [$mm \ a^{-1}$] (vgl. Kap. 7.4)

BC_{dep} = Rate der Deposition pflanzenphysiologisch wirksamer basischer Kationen (Ca, Mg, K) [$eq \ ha^{-1} \ a^{-1}$]

BC_w = Freisetzungsrates pflanzenphysiologisch wirksamer basischer Kationen durch Verwitterung [$eq \ ha^{-1} \ a^{-1}$]

BC_u = Netto-Aufnahmerate pflanzenphysiologisch wirksamer basischer Kationen durch die Vegetation [$eq \ ha^{-1} \ a^{-1}$]

Bc/Al_{crit} = kritisches Verhältnis der basischen Kationen $Bc = Ca + Mg + K$ zu Al^{3+} -Ionen

K_{gibb} = Gibbsit-Gleichgewichts-Konstante

In diesem Projekt wird das kritische Bc/Al -Verhältnis entsprechend CLRTAP (2017) für alle Laubwaldgesellschaften auf 2,5 gesetzt (außer Weiden=5).

Rein organische Torfböden, die über die gesamte Durchwurzelungstiefe keine mineralischen Bestandteile aufweisen, kommen im UG nicht vor, so dass die Anwendung des Bc/H_{crit} entfällt.

Im vorliegenden Projekt wird

- für sehr humusarme (<5% OM) mineralische Böden $K_{gibb} = 950 \ m^6 \ eq^{-2}$,
- für humusarme (<15% OM) mineralische Böden $K_{gibb} = 300 \ m^6 \ eq^{-2}$,
- für humusreiche (15-30 % OM) mineralische Böden $K_{gibb} = 100 \ m^6 \ eq^{-2}$ und
- für Torfböden (>70% OM) $K_{gibb} = 9,5 \ m^6 \ eq^{-2}$.

gesetzt (vgl. CLRTAP 2017).

⁴ Dies entspricht der Festlegung des Umweltbundesamtes für die Berechnung des deutschen Critical Loads-Datensatzes für die nationale Berichterstattung 2017 über den Erfüllungsstand des CLRTAP an die UNECE (Schlutow et al. 2018)

Variante 2: Erhaltung des bodentypischen pH-Wertes

Versauernden Luftschadstoffeinträgen werden im Boden verschiedene Puffermechanismen entgegengesetzt. Die verschiedenen Puffermechanismen unterscheiden sich hinsichtlich der Puffersubstanzen und der Pufferkapazität, die für die Neutralisation von Säuren zur Verfügung stehen. Zur Kennzeichnung der Puffermechanismen und Pufferkapazität erfolgte die Zuordnung der Bodenformen zu Pufferbereichen nach Ulrich (1987).

Da gilt:

$$pH = -\log_{10}([H]_{crit})$$

wobei:

$$[H]_{crit} = \text{kritische Protonenkonzentration in der Bodenlösung [eq l}^{-1}\text{]}$$

ergibt sich:

$$-ANC_{le(crit)} = PS \cdot (K_{gibb} \cdot [H]_{crit}^3 + [H]_{crit})$$

Der kritische pH-Wert zum Schutz des Bodens wurde aus der unteren Spannungsgrenze der pH-Referenz-Werte der Pufferbereiche der Böden nach Ulrich (1987; vgl. AG Boden 2005: KA5, S. 368) abgeleitet und beträgt im vorliegenden Fall

- für die Auengleye 4,8
- für die carbonathaltigen Auengleye 6,2
- für Sand-Gleye und Gley-Braunerden 4,2

Variante 3: Erhaltung der Boden-Stabilität

Als Kriterium für die Bestimmung eines kritischen Aluminium-Austrages mit dem Sickerwasser muss auch der notwendige Mindest-Gehalt an sekundären Aluminium-Phasen und -Komplexen betrachtet werden, da diese Komponenten wichtige Strukturelemente des Bodens darstellen und die Bodenstabilität von der Stabilität dieses Reservoirs an Substanzen abhängt. Der Boden wird bei Überschreitung der zulässigen Al-Auswaschungsrate irreversibel in seiner Struktur degradiert. Deshalb wird festgelegt (CLRTAP 2004, 2014, 2017), dass die kritische Auswaschungsrate von Al mit dem Sickerwasser nicht höher sein darf als die Freisetzungsrate von Al durch Verwitterung der primären Mineralien.

Der Critical Load für den Säureeintrag ergibt sich unter Berücksichtigung des notwendigen sekundären Al-Komplex-Gehaltes im Boden als Voraussetzung für dessen Stabilität wie folgt (CLRTAP 2004, 2014, 2017):

$$-ANC_{le(crit)} = p \cdot BC_w + PS^{\frac{2}{3}} \left(\frac{p \cdot BC_w}{K_{gibb}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

wobei:

p = Verhältnis von BC_w zu Al_w ,

wobei in Mitteleuropa $p = 2$ gesetzt wird (Manual, CLRTAP 2004, 2014, 2017).

Variante 4: Erhaltung einer vegetationsspezifischen akzeptablen Basensättigung

Da die Stickstoff- und Schwefeldepositionen sich verändernd auf den Bodenparameter Basensättigung auswirken, werden als vegetationsspezifischer Schwellenwert die kritische Basensättigung ($BS_{crit(phyto)}$) für jede Pflanzengesellschaft bestimmt, bei dem die Pflanzengesellschaft gerade noch optimal ohne Risiko des Verlustes der typischen Biodiversität existieren kann (vgl. BMVBS 2013, S. 135-148, Schlutow et al. 2015, 2018).

$BS_{crit(phyto)}$ der Pflanzengesellschaften wird dort angesetzt, wo der stickstoff- und schwefelinduzierte Standortgradient den Optimumbereich der Pflanzengesellschaft verlässt (vgl. BMVBS 2013, S. 158-160). Das heißt, die empfindlichste charakteristische Art bestimmt mit ihrer (engen) ökologischen Nische die Critical Limits der Gesellschaft.

$$[H]_{crit} = K_{Gap} \cdot \sqrt{[BC]} \cdot \left(\frac{1}{E_{BC(crit)}} - 1 \right) \text{ mit } K_{Gap} = \frac{1}{k_{HBC} + k_{AlBC} \cdot K_{gibb}^{\frac{1}{3}}}$$

wobei:

k_{AlBc}	=	GAPON-Austausch-Koeffizient Al zu Ca+Mg+K
k_{HBc}	=	GAPON-Austausch-Koeffizient H zu Ca+Mg+K
$E_{BC(crit)}$	=	$BS_{(crit)} / 100$
$[Bc]$	=	Konzentration basischer Kationen Ca+Mg+K in der Bodenlösung

Die kritische Austragsrate von Säureneutralisationskapazität $ANC_{le(crit)}$ ergibt sich damit wie folgt:

$$-ANC_{le(crit)} = H_{le(crit)} + Al_{le(crit)} = PS \cdot ([H]_{crit} + [Al]_{crit}) \text{ mit}$$

$$[Al]_{crit} = K_{gibb} \cdot [H]_{crit}$$

Entsprechend Mapping-Manual (CLRTAP 2017) und Schlutow et al. (2018) ergeben sich

- für die Auengleye $k_{AlBc} = 0,503$ und $k_{HBc} = 3,296$
- für die carbonathaltigen Auengleye $k_{AlBc} = 0,292$ und $k_{HBc} = 3,193$
- für Sand-Gleye und Gley-Braunerden $k_{AlBc} = 0,503$ und $k_{HBc} = 3,296$

8 Unsicherheiten der Modelle und Eingangsdaten

Modelle und Eingangsdaten, die zur Ermittlung von Critical Loads nach den oben beschriebenen Methoden verwendet werden, basieren i. d. R. auf – wenn auch möglichst genauen – Näherungen an exakte Standortbedingungen, Messungen auf vergleichbaren Standorten sowie auf Expertenschätzungen. So sind Eingangsdaten immer mit einer gewissen Unsicherheit aufgrund von Verallgemeinerungen der Standortcharakteristika, bezogen auf den konkreten zu untersuchenden Standort, behaftet. Bei den auf der Basis der hier beschriebenen Modelle und Methoden ermittelten spezifischen Critical Loads handelt es sich im Ergebnis um Abschätzungen nach heutigem Stand des Wissens, also um eine Annäherung an komplexe ökosystemare Dosis-Wirkungs-Beziehungen. Berücksichtigung finden die nach derzeitigem Kenntnisstand einflussstärksten Faktoren und Parameter. Diese Methoden und die Parameterauswahl bleiben stets verbesserungs- und ergänzungsbedürftig. Es wird nie gelingen, die Gesamtheit der Zusammenhänge zwischen N-Einträgen und Wirkungen auf die Ökosysteme exakt zu berücksichtigen. Ökologie ist keine exakte Wissenschaft. Die vorhandenen Unsicherheiten sind daher unvermeidbar und im Rahmen des besten wissenschaftlichen Kenntnisstandes hinzunehmen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (Schlutow et al. in: BMVBS 2013) wurden für 1990 Standort-/Vegetationstypen die Critical Loads-Ergebnisse aus der SMB/BERN-Modell-Anwendung validiert anhand (a) der empirischen Critical Loads (Bobbink und Hettelingh 2011), (b) der Alterra-Liste der Critical Loads für FFH-LRT der Niederlande (van Dobben et van Hinsberg 2008) und (c) dem Vergleich mit den Ergebnissen aus der Anwendung des dynamischen Modellsystems DECOMP.DE/BERN.

Eine Sensitivitätsanalyse wird aus folgenden Gründen nicht durchgeführt:

Die kritischen Schwellenwerte (= Critical Limits), die in die Berechnung der Critical Loads eingehen, werden immer an der Grenze des Optimumplateaus der ökologischen Nische der Pflanzengesellschaft bzw. an der Grenze der bodentypischen (geo-)chemischen Pufferbereiche angesetzt. Sie charakterisieren das Ökosystem bei 100 % Regenerierungspotenzial an der Schwelle zu einer möglichen Abnahme der optimalen Existenzmöglichkeit der charakteristischen Arten. Für diese Eingangsparameter ist eine Variation zum Zwecke einer Sensitivitätsberechnung nicht sinnvoll, da dies dem Zweck des CL, ein optimales stoffhaushaltliches Gleichgewicht zu sichern, widerspräche.

Die Freisetzungsrates basischer Kationen durch Verwitterung des Substrats, die Aufnahme- und die Klimaparameter wurden standortkonkret einzelfallbezogen berechnet bzw. ortskonkret erhoben. Eine Variierung dieser Eingangsgrößen kommt daher ebenfalls nicht in Frage.

Demgegenüber sind die Unsicherheiten der empirischen Critical Loads deutlich größer. Die CL-Spannen lassen einen großen Ermessensspielraum zu. Nicht alle N-empfindlichen Biotoptypen haben eine entsprechende empirische CL-Spanne zugeordnet. Die empirischen CL-Spannen sind oftmals, z. B. für alle Waldökosysteme, nur auf Basis einer Expertenschätzung erhoben. Die empirischen CL-Spannen gelten für ganz Europa, eine regionale Spezifizierung ist nicht ohne Weiteres möglich, da die ausgewerteten Feldstudien bisher ausschließlich in der nordatlantischen bzw. alpinen Klimastufe stattfanden. Es gibt keine empirischen CL für Versauerung.

9 Ergebnisse der Critical Load-Berechnungen

Das Ergebnis der Berechnung des standortspezifischen CLeutN zeigt Tab. 7:

Tab. 7: Eingangsterme und Ergebnis der Berechnung des standortspezifischen CLeutN

BP	Ziel-Pflanzengesellschaft	N _u	N _{de}	N _{le(acc)}	N _i	CLeutN
2n(1)	Salicetum albae ISSLER 1926	3,54	11,99	5,14	0,50	21,2
2n(2)	Stachyo-Carpinetum betuli TÜXEN 1930	10,20	11,99	5,14	0,50	27,8
2n(3)	Urtico-Alnetum FUKAREK 1961 / Querco-Ulmetum ISSLER 1953	6,85	11,99	5,14	0,50	24,5
3n	Betulo-Quercetum petraeae (GAUME 1924) TX. 1937	6,57	2,57	3,86	3,07	16,1
3bn	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASS. 1959	6,25	3,43	5,14	1,41	16,2
23n	Betulo-Quercetum petraeae (GAUME 1924) TX. 1937	7,79	2,57	3,86	3,07	17,3
25n	Stellario holosteae-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	7,39	3,41	5,12	3,95	19,9
26n	Betulo-Quercetum roboris (GAUME 1924) TX. 1937	7,39	2,56	2,56	2,90	15,4
27n	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	6,17	3,41	5,12	3,76	17,8
3	Urtico-Alnetum FUKAREK 1961	7,51	597	2,56	1,20	17,2
4	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	5,02	11,99	5,14	0,50	22,7
6	Cardamino armariae-Alnetum glutinosae (MEIJER-DREES 1936) PASSARGE 1968	5,17	6,00	2,57	0,50	14,2
7	Betulo-Quercetum petraeae (GAUME 1924) TX. 1937	7,79	2,57	3,86	3,07	17,3
7b	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Periclymenum-Subass.) PASSARGE 1959	6,25	3,43	5,14	1,41	16,2
11	Stellario holosteae-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	7,39	3,41	5,12	3,95	19,9
12	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	7,39	3,41	5,12	3,06	19,0
1E	Betulo-Quercetum petraeae (GAUME 1924) TX. 1937	10,72	2,57	3,86	3,07	20,2
2E	Stellario holosteae-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	10,20	5,14	5,14	3,27	23,8
3E	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASS. 1959	6,25	3,43	5,14	1,41	16,2
4E	Stellario holosteae-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	6,57	5,14	5,14	3,27	20,1
5E	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	6,57	5,14	5,14	0,50	17,3
6E	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	7,89	11,99	5,14	0,50	25,5
7E	Alnetum incanae LÜDI 1921	3,13	11,99	5,14	0,50	20,8

CLeutN = Critical Load für eutrophierenden Stickstoffeintrag

N_u	=	Netto-Stickstoff-Aufnahmerate durch die Vegetation und Entzug durch Ernte
$N_{i(acc)}$	=	akzeptable Gesamt-Immobilisierungsrate
$N_{le(acc)}$	=	tolerierbare Austragsrate von Stickstoff mit dem Sickerwasser
N_{de}	=	Denitrifikationsrate von Stickstoff in die Atmosphäre

Das Ergebnis der Berechnung des standortspezifischen CL S+N zeigt Tab. 8.

Tab. 8: Eingangsdaten und Ergebnisse der Critical Loads-Berechnung für den versauernden Einfluss von Stickstoff und Schwefel (CL S+N)

BP	BS _{crit}	BC _u	BC _w	BC _w	ANC _{le(acc)1}	AN- C _{le(acc)2}	AN- C _{le(acc)3}	AN- C _{le(acc)4}	MIN (CL S+N)
	%	eq N+S ha ⁻¹ a ⁻¹							
2n(1)	23	494	1675	2046	624	44	4511	39582	2835
2n(2)	22	974	2792	3409	1511	44	7316	82167	4194
2n(3)	15	699	2234	2728	1326	44	5917	265301	3548
3n	10	516	1982	2630	1287	356	5704	1003776	3470
3bn	12	597	881	1169	475	356	2676	84948	1840
23n	10	612	2040	2630	1166	158	5565	3288070	3247
25n	21	516	7268	9644	4619	2	19972	1057965	9496
26n	10	516	1982	2630	1284	356	5704	1000192	3560
27n	21	585	5026	6137	3177	44	12879	338376	6990
3	15	699	2234	2728	1335	44	5917	268271	3557
4	21	512	2499	3215	1522	2	6756	459799	3131
6	34	528	1468	1948	931	356	4298	6128	2730
7	10	612	2040	2630	1262	151	5708	969548	3251
7b	12	597	881	1169	483	356	2676	87838	1848
11	21	516	7268	9644	4621	2	19972	619352	9497
12	21	516	771	1023	453	356	2369	10845	1989
1E	10	516	1982	2630	1287	356	5704	1003776	3767
2E	21	802	5026	6137	3044	44	12879	315569	6802
3E	12	597	881	1169	475	356	2676	84948	1840
4E	21	516	1982	2630	1279	356	5704	73550	3660
5E	21	516	1982	2630	595	356	5704	73550	3462
6E	21	620	7498	9644	1885	2	19759	2668730	9658
7E	49	436	2499	3215	847	2	6756	10634	3072

CL S+N	=	Critical Load für versauernden Stickstoff- und Schwefeleintrag
BC _w	=	Freisetzungsrates basischer Kationen durch Verwitterung gesamt
BC _w	=	Freisetzungsrates pflanzenverfügbarer basischer Kationen durch Verwitterung
BC _u	=	Netto-Aufnahmerates basischer Kationen durch die Vegetation
ANC _{le(crit)}	=	kritische Auswaschungsrates von Säureneutralisationskapazität

10 Prüfung von Schadensbegrenzungsmaßnahmen

10.1 Kontingentierung der Obergrenzen der Emissionen von Stickstoff und Schwefelverbindungen

Der Stickstoffleitfaden für BImSchG-Anlagen (LAI/LANA-Ad-hoc-AG 2019) sieht in Übereinstimmung mit dem BAST-FE-Bericht (BMVBS 2014) und mit dem Stickstoffleitfaden Straße (FGSV 2019) vor, dass die Einhaltung der Abschneidekriterien von $0,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bzw. $32 \text{ eq S+N a}^{-1} \text{ a}^{-1}$ die Irrelevanz von N- und S-Depositionen in FFH-Gebieten garantiert.

Die Berechnung der Emissionsmengen im B-Plan-Gebiet von Streuber (Peutz-Consult 2021), die davon ausging, dass an den Beurteilungspunkten (BP) die Abschneidekriterien eingehalten werden sollen, stellt somit in Bezug auf die FFH-Verträglichkeit ein Irrelevanzkontingent dar.

Der Stickstoffleitfaden für BImSchG-Anlagen (LAI/LANA-Ad-hoc-AG 2019) sieht darüber hinaus die Anwendung der Bagatellschwelle als Prüfkriterium der Erheblichkeit einer kumulativ ermittelten Zusatzbelastung für Fälle vor, bei denen die Critical Loads bereits durch die Vorbelastung überschritten sind.

Für das Industrieareal „newPark“ Datteln könnte daher auch eine Luftschadstoffemissionskontingentierung durchgeführt werden, die der Einhaltung der Bagatellschwellen von 3% des jeweiligen Critical Loads ausgeht. Dieses Kontingent wäre höher als das Irrelevanzkontingent.

10.1.1 Berechnung der notwendigen Obergrenzen für Emissionen zur Einhaltung von FFH-rechtlichen Abschneidekriterien und Bagatellschwellen

Da die CLeutN bereits an 18 der 23 relevanten BP durch die Hintergrunddeposition überschritten sind, würde ihre Einhaltung durch Reduzierung der Zusatzdeposition aus newPark nicht zielführend sein. Alternativ kann die Nichterheblichkeit der Zusatzeinträge auch durch Einhaltung der Bagatellschwellen erreicht werden. Um die Bagatellschwellen einzuhalten, müssten an den relevanten Beurteilungspunkten folgende (kumulierten) zusätzliche N- und/oder S-Depositionen eingehalten werden (Tab. 9).

Tab. 9: zusätzliches Depositionskontingent an den Beurteilungspunkten mit dem Ziel der Einhaltung der Bagatellschwelle

BP	Ziel-Pflanzengesellschaft	3% des CLeutN	3% des CL S+N
		kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	eq N ha ⁻¹ a ⁻¹
2n(1)	Salicetum albae ISSLER 1926	0,6	85
2n(2)	Stachyo-Carpinetum betuli TÜXEN 1930	0,6	126
2n(3)	Urtico-Alnetum FUKAREK 1961 / Querco-Ulmetum ISSLER 1953	0,7	106
3n	Betulo-Quercetum petraeae (GAUME 1924) TX. 1937	0,5	104
3bn	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASS. 1959	0,5	55
23n	Betulo-Quercetum petraeae (GAUME 1924) TX. 1937	0,5	97
25n	Stellario holosteae-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	0,7	285
26n	Betulo-Quercetum roboris (GAUME 1924) TX. 1937	0,5	107
27n	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	0,7	210
3	Urtico-Alnetum FUKAREK 1961	0,7	107
4	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	0,7	94
6	Cardamino armarae-Alnetum glutinosae (MEIJER-DREES 1936) PASSARGE 1968	0,4	82
7	Betulo-Quercetum petraeae (GAUME 1924) TX. 1937	0,5	98
7b	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Periclymenum-Subass.) PASSARGE 1959	0,5	55

BP	Ziel-Pflanzengesellschaft	3% des CLeutN	3% des CL S+N
		kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	eq N ha ⁻¹ a ⁻¹
11	Stellario holosteeae-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	0,7	285
12	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	0,6	60
1E	Betulo-Quercetum petraeae (GAUME 1924) TX. 1937	0,6	113
2E	Stellario holosteeae-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	0,7	204
3E	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASS. 1959	0,5	55
4E	Stellario holosteeae-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	0,6	110
5E	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	0,5	104
6E	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	0,8	290
7E	Alnetum incanae LÜDI 1921	0,6	92

10.1.2 Nachweis der Vermeidungswirkung erheblicher Risiken in den LRT-Flächen

Fortdauernde eutrophierende N-Einträge in den terrestrischen Ökosystemen führen bei Sättigung der bodenchemischen und pflanzenphysiologischen Aufnahmekapazität nicht mehr zu weiteren Beeinträchtigungen der charakteristischen Pflanzenarten. Ist die Sättigungsphase erreicht, wird jeglicher weiterer N-Eintrag mit dem Sickerwasser ins Grundwasser ausgewaschen, wo es zwar zu einer Verunreinigung der Trinkwasserreservoirs kommen könnte, sofern die Trinkwasser-Grenzwerte überschritten werden, aber nicht mehr zu einer Verschlechterung des Erhaltungszustandes der noch vorhandenen charakteristischen Arten des LRT. Anders verhält es sich mit der versauernden Wirkung von N- und S-Einträgen. Die Auswaschung von Nitrat mit dem Sickerwasser ist immer auch chemisch gekoppelt an den Austrag von Basen. Somit schreitet auch nach der Sättigung des Boden-Pflanzen-Systems mit N die Entbasung und somit die Versauerung, sogar noch verstärkt weiter voran.

Die aus komplexökosystemarer Sicht wirksamste Schadensbegrenzungsmaßnahme ist daher immer die Vermeidung von Depositionen durch Vermeidung der N- und S-Emissionen an der Quelle. Für die Einhaltung der Bagatellschwelle für den Säureeintrag spielt es prinzipiell keine Rolle, ob die S-Emission oder die N-Emission um den erforderlichen Betrag in eq ha⁻¹ a⁻¹ reduziert wird.

10.1.3 Ermittlung der finanziellen und wirtschaftlichen Auswirkungen

Die Einhaltung der Bagatellschwellen bei voller Auslastung der Gewerbe- und Industriegebiete im newPark ist nach heutigem Stand der Technik bei Umsetzung des Planungsziels realistisch voraussichtlich nicht an allem BP erreichbar (Peutz-Consult 2019). Für die Einhaltung der Abschneidekriterien oder Bagatellschwellen ist die Reduzierung der Auslastung des Industriegebietes um 90% notwendig. Dies käme einer Verhinderung des Planes gleich.

Um eine Verhinderungsplanung zu vermeiden, wird daher im Folgenden geprüft, welche Schadensbegrenzungsmaßnahmen zu einer Erhöhung der Verträglichkeit und damit zur Entlastung der FFH-LRT-Flächen im voraussichtlich beurteilungsrelevanten Nahbereich führen würden.

10.2 Verminderung der Stickstoffgehalte im Boden der potenziell betroffenen Wald-LRT

Die Einhaltung des Irrelevanzkontingents, das aus der vorliegenden Berechnung der Emissionsmengen im B-Plan-Gebiet von Streuber (Peutz-Consult 2021) hervorgeht, die davon ausgeht, dass an den Beurteilungspunkten (BP) die Abschneidekriterien von 0,3 kg N ha⁻¹ a⁻¹ bzw. 32 eq S+N a⁻¹ eingehalten werden sollen, führt zu einer wesentlichen Reduzierung des

Planungszieles hinsichtlich der Auslastung und des Arbeitsplatzangebotes des B-Planes. Das gleiche trifft auf die Einhaltung der Bagatellschwellen zu.

Das Emissionskontingent kann erhöht werden, indem durch vorgezogene Schadensbegrenzungsmaßnahmen die Empfindlichkeit der LRT-Flächen gesenkt und damit der jeweilige Critical Load erhöht wird. In den folgenden Kapiteln werden entsprechende naturschutzfachlich sinnvolle Maßnahmen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der LRT-Flächen gegenüber eutrophierenden und versauernden Luftschadstoffeinträgen vorgeschlagen, die eine maximal mögliche Anhebung der Critical Loads ermöglichen.

10.2.1 Durchzuführende Maßnahmen

Die Flächen für die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen sind in den Abbildungen auf Luftbildern (Anhang 1) sowie auf Flurkarte (Anhang 2) dargestellt.

Fläche 2n(3)

Die Vegetation der Teilflächen 2n(3) mit LRT 91F0 und der Waldgesellschaft *Urtico-Alnetum FUKAREK 1961*, teilweise *Querco-Ulmetum ISSLER 1953* ist weitgehend vollkommen und dicht ausgebildet. Unterpflanzungen sind daher nicht angebracht. Entwicklungszielfremde Baumarten sind kaum enthalten (bis auf ein Einzelexemplar einer Hybrid-Pappel). Entnahmen entfallen daher.

Maßnahme 2n_M1: Es soll eine Immissionsschutzhecke in Form eines Waldmantelgehölzes an der vorhabenzugewandten Seite des LRT-Vegetationskomplexes angelegt werden. Am Südrand der Fläche 2n(3) ist auf 175 m Länge und 5 m Breite eine 2-reihige gestufte Hecke wie folgt anzulegen:

- Reihe (im Abstand zum Bestand von 1,50 m): Feld-Ahorn (*Acer campestre*), Feldulme (*Ulmus campestre*), Weißdorn (*Crataegus monogyna*) und Haselnuss (*Corylus avellana*), je 3 Sträucher einer Art nebeneinander im Abstand von 1 m in der Reihe, dann Wechsel der Art (je Art 51-52 Sträucher)
- Reihe (im Abstand von 1,50 m zur 1. Reihe): Faulbaum (*Frangula alnus*), Hundsrose (*Rosa canina*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Hartriegel (*Cornus sanguinea*), je 3 Sträucher einer Art nebeneinander im Abstand von 0,8 m in der Reihe, dann Wechsel der Art (je Art 64 Sträucher)

Ein Verbisschutzzaun ist anzulegen. Die Fertigstellungs- und Entwicklungspflege, einschließlich Bewässerung bei Bedarf, Freischneiden des Spontanaufwuchses zwischen den Gehölzen und ggf. Reparatur des Zaunes sind in den ersten 3 Jahren nach Pflanzung durchzuführen. Anschließend ist der Zaun zu entfernen.

Vegetationskomplex der Flächen 2n(1)+2n(2)+2E

Die Vegetation der 2 Teilflächen 2n

- 2n(1) *91E0 *Salicetum albae ISSLER 1926*
- 2n(2) 9160 *Stachyo-Carpinetum betuli TÜXEN 1930*

ist weitgehend vollkommen und dicht ausgebildet. Unterpflanzungen sind daher nicht angebracht. Entwicklungszielfremde Baumarten sind nicht enthalten. Entnahmen entfallen daher.

Maßnahme 2n_M2: Es soll eine Immissionsschutzhecke in Form eines Waldmantelgehölzes an der vorhabenzugewandten Seite des LRT-Vegetationskomplexes angelegt werden. Am Südrand der Fläche 2E ist auf 205 m Länge und 5 m Breite eine 2-reihige gestufte Hecke wie folgt anzulegen:

- Reihe (im Abstand zum Bestand von 1,50 m): Feld-Ahorn (*Acer campestre*), Feldulme (*Ulmus campestre*), Weißdorn (*Crataegus monogyna*) und Haselnuss (*Corylus avellana*), je 3 Sträucher einer Art nebeneinander im Abstand von 1 m in der Reihe, dann Wechsel der Art (je Art 44 Sträucher)

- Reihe (im Abstand von 1,50 m zur 1. Reihe): Faulbaum (*Frangula alnus*), Hundsrose (*Rosa canina*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Hartriegel (*Cornus sanguinea*), je 3 Sträucher einer Art nebeneinander im Abstand von 0,8 m in der Reihe, dann Wechsel der Art (je Art 54 Sträucher)

Ein Verbisschutzzaun ist anzulegen. Die Fertigstellungs- und Entwicklungspflege, einschließlich Bewässerung bei Bedarf, Freischneiden des Spontanaufwuchses zwischen den Gehölzen und ggf. Reparatur des Zaunes sind in den ersten 3 Jahren nach Pflanzung durchzuführen. Anschließend ist der Zaun zu entfernen.

Vegetationskomplex der Flächen 3n+3bn+23n+6+7+7b+3E+4E+5E

Folgende zielbestockungsfremde Bäume sind vor Erreichen des Umtriebsalters zu entnehmen:

- Maßnahme 3bn_M1 auf Fläche 3bn: Entnahme von Roteichen (geringes bis mittleres Baumholz) auf 2% der Fläche. Bei einer Kronen-Kreisfläche von 22,8 m² pro Baum und einer Gesamtfläche von 17.523 m² entspricht dies ca. 15 Bäumen.
- Maßnahme 3E_M1 auf Fläche 3E: sukzessive Entnahme von Roteichen (*Quercus rubra*) (geringes bis mittleres Baumholz) auf 80% der Fläche. Bei einer Kronen-Kreisfläche von 30,3 m² pro Baum und einer Gesamtfläche von 2.690 m² entspricht dies ca. 94 Bäumen.

Die Kronen-Kreisflächen wurden den Ertragstafeln (Ertragsklasse I) der entsprechenden Baumarten von Schober (1974) entnommen, wobei die Zuordnung nach der Angabe der Wuchsklassengruppe erfolgte (LANUV: Kartier- und Bewertungshilfe Wald⁵):

- Stangenholz: Brusthöhendurchmesser bis 13 cm
- Geringes bis mittleres Baumholz: Brusthöhendurchmesser bis 13 cm bis 49 cm

Folgende Pflanzungen innerhalb der LRT-Flächen sind vorzunehmen:

- Maßnahme 3n_M1 auf Fläche 3n: Unterbau von 15 Buchen (*Fagus sylvatica*) in Lücken zwischen dem vorhandenen Baumbestand unter den Stiel-Eichen. 5% Deckung mit Buchen gehören zur charakteristischen Baumartenzusammensetzung der potenziell natürlichen Ziel-Waldgesellschaft, die aber im aktuellen Bestand fehlen.
- Maßnahme 23n_M1 auf Fläche 23: Unterbau von 5 Buchen (*Fagus sylvatica*) in Lücken zwischen dem vorhandenen Baumbestand unter den Stiel-Eichen. 5% Deckung mit Buchen gehören zur charakteristischen Baumartenzusammensetzung der potenziell natürlichen Ziel-Waldgesellschaft, die aber im aktuellen Bestand fehlen.
- Maßnahme 7_M1 auf Fläche 7: Unterbau von 5 Buchen (*Fagus sylvatica*) in Lücken zwischen dem vorhandenen Baumbestand unter den Stiel-Eichen. 5% Deckung mit Buchen gehören zur charakteristischen Baumartenzusammensetzung der potenziell natürlichen Ziel-Waldgesellschaft, die aber im aktuellen Bestand fehlen.
- Maßnahme 3E_M2 auf Fläche 3E: Voranbau von 538 Buchen (*Fagus sylvatica*) in Lücken zwischen dem vorhandenen Baumbestand unter den Roteichen. Die Anzahl der Roteichen ist sukzessive in mehreren Kampagnen (jedes 5. Jahr) zu reduzieren. Die Entnahme soll gleichmäßig verteilt im Bestand stattfinden, so dass die gepflanzten Buchen im Jungwuchsstadium etwa 60% des Lichteinfalls erhalten.

Maßnahme 3E_M3: Zusätzlich soll eine Immissionsschutzhecke in Form eines Waldmantelgehölzes an der vorhabenzugewandten Seite der LRT-Fläche angelegt werden.

Am Südrand der Fläche 3E ist auf 210 m Länge und 10 m Breite eine 4-reihige gestufte Hecke wie folgt anzulegen:

⁵ <https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/natur/lebensr/BogenEkursionWald.pdf>

- 1. Reihe (im Abstand zum Bestand von 1,50 m): 3 x Feld-Ahorn (*Acer campestre*), 1 x Feld-Ulme (*Ulmus campestris*), 3 x Weißdorn (*Crataegus monogyna*) und 1 x Haselnuss (*Corylus avellana*), im Abstand von 1 m in der Reihe (je Art 52 Sträucher)
- 2. Reihe (im Abstand zu Reihe 1 von 1,50 m): 1 x Feld-Ahorn (*Acer campestre*), 3 x Feld-Ulme (*Ulmus campestris*), 1 x Weißdorn (*Crataegus monogyna*) und 3 x Haselnuss (*Corylus avellana*), im Abstand von 1 m in der Reihe (je Art 52 Sträucher), dabei sollen in Verbindung mit der 1. Reihe immer 4 Stück einer Art im Verbund gepflanzt werden
- 3. Reihe (im Abstand von 1,50 m zur 1. Reihe): 3 x Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), 1 x Hundsrose (*Rosa canina*), 3 x Schlehe (*Prunus spinosa*), 1 x Hartriegel (*Cornus sanguinea*) (im Abstand von 0,8 m in der Reihe, je Art 73 Sträucher).
- 4. Reihe (im Abstand von 1,50 m zur 1. Reihe): 1 x Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), 3 x Hundsrose (*Rosa canina*), 1 x Schlehe (*Prunus spinosa*), 3 x Hartriegel (*Cornus sanguinea*) (im Abstand von 0,8 m in der Reihe, je Art 73 Sträucher), dabei sollen in Verbindung mit der 3. Reihe immer 4 Stück einer Art im Verbund gepflanzt werden.

Ein Verbisschutzzaun ist anzulegen. Die Fertigstellungs- und Entwicklungspflege, einschließlich Bewässerung bei Bedarf, Freischneiden des Spontanaufwuchses zwischen den Gehölzen und ggf. Reparatur des Zaunes sind in den ersten 3 Jahren nach Pflanzung durchzuführen. Anschließend ist der Zaun zu entfernen.

Maßnahme 3n_M2: Weiterhin soll eine Immissionsschutzhecke an der vorhabenzugewandten Seite der LRT-Fläche 3n angelegt werden. Der bestehende südliche Waldrand ist unscharf gezähnt, d. h. mit einzelnen herausstehenden Bäumen bzw. Baumgruppen ausgeprägt. Verzahnt mit den äußeren Bäumen ist auf 110 m Länge und 10 m Breite eine 4-reihige gestufte Hecke unter Einbeziehung der vorhandenen Bäume wie folgt anzulegen:

- 1. Reihe (im Abstand zum Bestand von 1,50 m): 3 x Feld-Ahorn (*Acer campestre*), 1 x Feld-Ulme (*Ulmus campestris*), 3 x Weißdorn (*Crataegus monogyna*) und 1 x Haselnuss (*Corylus avellana*), im Abstand von 1 m in der Reihe (je Art max. 27 Sträucher)
- 2. Reihe (im Abstand zu Reihe 1 von 1,50 m): 1 x Feld-Ahorn (*Acer campestre*), 3 x Feld-Ulme (*Ulmus campestris*), 1 x Weißdorn (*Crataegus monogyna*) und 3 x Haselnuss (*Corylus avellana*), im Abstand von 1 m in der Reihe (je Art max. 27 Sträucher), dabei sollen in Verbindung mit der 1. Reihe immer 4 Stück einer Art im Verbund gepflanzt werden
- 3. Reihe (im Abstand von 1,50 m zur 1. Reihe): 3 x Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), 1 x Hundsrose (*Rosa canina*), 3 x Schlehe (*Prunus spinosa*), 1 x Hartriegel (*Cornus sanguinea*) (im Abstand von 0,8 m in der Reihe, je Art 34-35 Sträucher).
- 4. Reihe (im Abstand von 1,50 m zur 1. Reihe): 1 x Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), 3 x Hundsrose (*Rosa canina*), 1 x Schlehe (*Prunus spinosa*), 3 x Hartriegel (*Cornus sanguinea*) (im Abstand von 0,8 m in der Reihe, je Art 34-35 Sträucher), dabei sollen in Verbindung mit der 3. Reihe immer 4 Stück einer Art im Verbund gepflanzt werden.

Ein Verbisschutzzaun ist anzulegen. Die Fertigstellungs- und Entwicklungspflege, einschließlich Bewässerung bei Bedarf, Freischneiden des Spontanaufwuchses zwischen den Gehölzen und ggf. Reparatur des Zaunes sind in den ersten 3 Jahren nach Pflanzung durchzuführen. Anschließend ist der Zaun zu entfernen.

10.2.2 Nachweis der Vermeidungswirkung erheblicher Risiken in den LRT-Flächen

Entlastung durch Entnahme entwicklungszielfremder Bäume

Die Entlastung der Ökosysteme durch vorzeitige Entnahme gebiets- und standortfremder Bäume erhöht die Resilienz der Ökosysteme um den entnommenen N-Anteil. Dieser ergibt sich aus dem jährlichen Derbholzzuwachs pro Hektar und Jahr im Reinbestand der zu entnehmenden Art im derzeitigen Alter, multipliziert mit dem N-Gehalt der Baumart, dividiert durch die Anzahl der Bäume im Reinbestand (Tab. 10). Die jährliche Entlastung des Ökosystems, umgerechnet auf die nächsten 100 Jahren (Geltungsdauer des Critical Loads) ergibt sich dann, indem der bis hierher ermittelte N-Entzug pro Hektar und Jahr des zu entnehmenden Bestandes multipliziert wird mit dem Alter des Bestandes, woraus sich der N-Gesamtvorrat im Derbholz ergibt, dividiert durch 100 Jahre.

$$N_{\text{Entzug}} = E \cdot N_{\text{Gehalt}} : B_{\text{Reinbestand}} \cdot B_{\text{Entnahme}} \cdot J : 100$$

- E = jährlicher Derbholzzuwachs in t TS ha⁻¹ a⁻¹ im aktuellen Alter (aus Ertragstafel Schober 1974)
 N_{Gehalt} = Konzentration von N im Derbholz in kg N t⁻¹ (aus Jacobsen et al. 2003)
 B_{Reinbestand} = Anzahl der Bäume im Reinbestand n ha⁻¹ (aus Ertragstafel Schober 1974)
 B_{Entnahme} = Anzahl der zu entnehmenden Bäume
 J = Alter der zu entnehmenden Bäume in a

Tab. 10: Zusätzlicher Entzug von N durch vorzeitige Entnahme nicht standortheimischer Bäume

Maßnahme	Flächengröße	Ertrag	N _{Gehalt}	B _{Reinbestand}	B _{Entnahme}	Alter	N _{Entzug}
	ha	t ha ⁻¹ a ⁻¹	kg N t ⁻¹	Anzahl	Anzahl	Jahre	kg a ⁻¹
3bn_M1	1,7523	17,5	2,1	312	15	60	1,1
3E_M1	0,269	17,5	2,1	488	94	45	3,2

Verminderung der Stickstoffgehalte im Boden der betroffenen Wald-LRT durch Umpflanzung standorttypischer Baumarten

Baumarten, die als charakteristische Arten der Ziel-Waldgesellschaft definiert sind, die aber im aktuellen Bestand fehlen, sollen untergepflanzt werden, soweit der aktuelle Deckungsgrad der Baumschicht das zulässt. Wenn er nicht > 80% beträgt, lässt er genügend Licht für Schattbaumarten wie Buche durch. Eichen und Hainbuchen können nur auf weitgehend gehölzfreien Lichtungen und Kahlfächen angepflanzt werden.

Durch die Pflanzung der berechneten Anzahl an Bäumen pro Jahr zusätzlich in den Unterstand wird die Stickstoffbelastung des Bodens reduziert.

Die zu pflanzende Anzahl ergibt sich aus der Richtzahl für den Pflanzenbedarf im Unterbau pro Hektar, multipliziert mit dem Zielbestockungsanteil, multipliziert mit der Flächengröße des LRT.

$$B_{\text{Pflanzung}} = B_{\text{Richtwert}} \cdot A_{\text{Zielbestockung}} \cdot F_{\text{LRT}}$$

- B_{Pflanzung} = Anzahl der zu pflanzenden Bäume in der LRT-Fläche
 B_{Richtwert} = Richtwert für die Anzahl der zu pflanzenden Bäume im Unterbau pro ha (für Buche, Eiche und Hainbuche: 2000 ha⁻¹)
 A_{Zielbestockung} = Anteil der Baumart an der Zielbestockung entsprechend Vegetationstabelle für die Ziel-Pflanzengesellschaft in %
 F_{LRT} = Flächengröße des LRT in ha

Der N-Entzug ergibt sich aus dem jährlichen Derbholzzuwachs pro Hektar und Jahr im Reinbestand der zu pflanzenden Art im Durchschnitt über 100 Lebensjahre, multipliziert mit dem N-Gehalt der Baumart, dividiert durch die Anzahl der Bäume im Reinbestand, multipliziert mit der zu pflanzenden Anzahl an Bäumen (Tab. 11).

$$N_{\text{Entzug}} = E \cdot N_{\text{Gehalt}} : B_{\text{Reinbestand}} \cdot B_{\text{Pflanzung}}$$

- E = jährlicher Derbholzzuwachs in t TS ha⁻¹ a⁻¹ im Durchschnitt über 100 Jahre (aus Ertragstafel Schober 1974)
- N_{Gehalt} = Konzentration von N im Derbholz in kg N t⁻¹ (aus Jacobsen et al. 2003)
- B_{Reinbestand} = Anzahl der Bäume im Reinbestand n ha⁻¹ (aus Ertragstafel Schober 1974)
- B_{Pflanzung} = Anzahl der zu pflanzenden Bäume

Tab. 11: Zusätzlicher Entzug von N durch Pflanzung standortheimischer Bäume

Maßnahme	Flächengroße	Ertrag	N _{Gehalt}	B _{Reinbestand}	B _{Pflanzung}	N _{Entzug}
	ha	t ha ⁻¹ a ⁻¹	kg N t ⁻¹	Anzahl	Anzahl	kg a ⁻¹
3n_M1	0,1473	8,23	1,54	230	15	0,61
23n_M1	0,0525	9,06	1,54	230	5	0,25
7_M1	0,0493	9,06	1,54	230	5	0,23
3E_M2	0,269	17,5	1,54	230	538	22,36

Verhinderung des Stickstoffeintrags durch Immissionsschutzpflanzungen

Immissionsschutzhecken vermindern den N-Eintrag zwischen einer Emissionsquelle und einem Schutzobjekt auf 3 Wegen:

- Großsträucher in Heisterqualität, kombiniert mit kleineren Sträuchern davor sind in der Lage, ein dichtes Blätterkleid, das bis auf den Boden reicht, auszubilden. In der Vegetationszeit nehmen die Blätter NH₄ bis zu einer Konzentration von ca. 350 µg/m³ direkt auf, ohne Schaden zu nehmen (Richter 2006). Es wird absorbiert und unschädlich in der organischen Substanz verwertet. Die Schadstoffkonzentration kann hierdurch um 50-70% gemindert werden (Richter 2006). Allerdings wird nur ein Teil dieser Aufnahme in den Derbholzzuwachs einfließen, ein Teil verbleibt in den Blättern und geht mit dem Blattfall im Frühjahr in den Boden ein und wird hier mineralisiert, steht also im Frühjahr für die Aufnahme durch die Wurzeln wieder zur Verfügung.
- Gleichzeitig führt der Ausbreitungstau vor der Hecke zu einer Auskämmung von N-behafteten Stäuben und nitrosen Gasen. Der erzeugte Wirbel vor der Hecke schleudert Staub und Gas teilweise zurück auf die Ackerfläche davor.
- Die erhöhte Deposition von Stickstoffverbindungen wird in der Hecke von der Biomasse verwertet und in unschädliche organische Verbindungen umgewandelt, wovon ein großer Anteil im Derbholz dauerhaft verbleibt. Die Hecke weist eine deutlich dichtere Struktur auf als naturnahe Wälder, woraus sich eine höhere N-Aufnahme in die langlebige Biomasse pro Flächeneinheit ergibt.

Zum Auskämmeffekt von nitrosen Gasen wird im Stickstoff-Leitfaden Straße (FGSV 2019) wie folgt eingegangen (Zitat):

„Lokale Sondereffekte, die die Deposition reaktiver Stickstoffverbindungen beeinflussen, können z.B. an der windzugewandten Seite von Waldrändern entstehen (Waldrandeffekt, siehe auch ... BMVBS 2013, Kapitel 7.2). Bisher fehlen jedoch Depositionsgeschwindigkeiten, um Waldrandeffekte modellieren zu können. Die im Vergleich zum Freiland und zum Waldinneren höhere Deposition kann behelfsweise durch einen konservativ zu setzenden Aufschlag auf die Deposition wiedergegeben werden.“

In BMVBS 2013, Kapitel 7.2 wird zum Waldrandeffekt auf Folgendes verwiesen (Zitat): *„Eine Metaanalyse von De Schrijver et al. 2007, die insgesamt 23 Fallstudien mit Messungen zur Bestanddepositionen in unterschiedlichen Abständen zu Waldrändern ausgewertet hat, kommt zu dem Ergebnis, dass die durchschnittliche Wirtiefe mit erhöhten Stickstoffeinträgen*

gegenüber dem Waldinneren etwa 50 m beträgt und die durchschnittliche Größenordnung der Erhöhung des Depositionsflusses gegenüber dem Waldinneren 50 % für NH_4^+ und 60 % für NO_3^- beträgt.“

Der laterale Auskämmeffekt von geschlossenen Hecken kann nicht quantifiziert werden, da die Modelle für eine Ausbreitungsberechnung AUSTAL und LASAT diesen Effekt nicht berechnen können. Berücksichtigt wird in den Modellen jedoch die Depositionsmenge, die vertikal von oben auf die Fläche der Immissionsschutzhecke auftrifft. Dieser ausgefällte Anteil wird von der Konzentration im Lee der Hecke abgezogen. Da die Depositionsgeschwindigkeit in der Immissionsschutzhecke somit deutlich höher ist als auf der offenen Fläche vor ihrer Pflanzung, könnte dieser Effekt nach De Schrijver et al. 2007 in einer Ausbreitungsrechnung mit der doppelten Depositionsgeschwindigkeit für Wald quantifiziert werden, wie dies von BUND und NABU in zahlreichen Gerichtsverfahren immer wieder gefordert wird. Da die Emissionsmengen der Anlagen im Bebauungsplangebiet newPark aber noch nicht bekannt sind, kann für das hier vorliegende Gutachten keine Ausbreitungsberechnung unter Berücksichtigung dieses Effektes vorgelegt werden.

Berechnet werden kann jedoch vorab auf der Rezeptorseite die Entzugsrate an N aus dem Boden wie folgt:

Der N-Entzug ergibt sich aus dem jährlichen Derbholzzuwachs pro Hektar und Jahr im Reinbestand der zu pflanzenden Arten im Durchschnitt über 100 Lebensjahre, multipliziert mit dem N-Gehalt der Arten, dividiert durch die Anzahl der Bäume und/oder Sträucher im Reinbestand, multipliziert mit der zu pflanzenden Anzahl an Bäumen bzw. Sträuchern.

$$N_{\text{Entzug}} = E \cdot N_{\text{Gehalt}} : B_{\text{Reinbestand}} \cdot B_{\text{Pflanzung}}$$

E = jährlicher Derbholzzuwachs in $\text{t TS ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ im Durchschnitt über 100 Jahre (für Sträucher $\frac{1}{2}$ des Ertrages für Feldulme und für Bäume artspezifische Erträge aus Ertragstafeln von Schober 1974)

N_{Gehalt} = Konzentration von N im Derbholz in kg N t^{-1} (aus Jacobsen et al. 2003)

B_{Reinbestand} = Anzahl der Bäume im Reinbestand (aus Ertragstafel Schober 1974)

B_{Pflanzung} = Anzahl der zu pflanzenden Bäume

Die Minderungswirkung der Immissionsschutzhecken wird, wie oben erläutert, unterschätzt und gilt damit als konservative Schätzung (Tab. 12).

Tab. 12: Zusätzlicher Entzug von N durch Pflanzung von Immissionsschutzhecken

LRT	Flächengröße	Ertrag	N _{Gehalt}	B _{Reinbestand}	B _{Pflanzung}	N _{Entzug}
	ha	$\text{t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$	kg N t^{-1}	Anzahl	Anzahl	kg a^{-1}
2n_M1	0,1025	9,56	1,4	230	394	8,18
2n_M2	0,0875	9,56	1,4	230	461	9,58
3E_M3	0,21	9,56	1,4	230	945	19,64
3n_M2	0,055	9,56	1,4	230	495	10,29

10.2.3 Bilanzierung der Wirkungen

Die Maßnahmen zur Verminderung des Stickstoffgehaltes im Boden der LRT-Flächen erhöhen die Resilienz der Waldbestände, mithin den Critical Load für den eutrophierenden Stickstoffeintrag.

Die Aufrechnung der zusätzlichen Stickstoffentzüge pro LRT-Fläche würde den schützenden Effekt in den einzelnen Flächen nicht realistisch widerspiegeln. Maßnahmen in den Flächen, die anlagennah liegen, tragen sowohl zu ihrem eigenen Schutz bei, darüber hinaus aber auch zum Schutz der im Lee der Immissionsfahne liegenden Flächen aufgrund des Auskämmeffektes im Bestand der der Vorhabensfläche nächstgelegenen Waldfläche.

So tragen die Maßnahmen 3E_M1, 3E_M2, 3E_M3 vor und in der Fläche 3E wesentlich zum Schutz der dahinter liegenden Flächen 3n, 3bn, 23n, 6, 7, 7b, 4E und 5E bei. Die Maßnahme 3n_M2 schützt neben der Fläche 3n auch die Flächen 7, 23n, 6, 4E und 5E. Die Maßnahme 2E_M1 schützt die Flächen 2n(1) und 2n(2).

Deshalb wird im Folgenden die Bilanzierung jeweils für die zusammenhängenden LRT-Flächen-Komplexe durchgeführt.

Um einen Vergleich der Empfindlichkeit der LRT mit und ohne Maßnahmen ziehen zu können, müssen zunächst die Critical Loads (in $\text{kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$) auf die konkreten Flächengrößen der LRT(-Komplexe) umgerechnet werden (Tab. 13).

Tab. 13: Flächenbezogene CLeutN-Summe für die LRT-Komplexe

LRT	CLeutN	Flächengröße		CLeutN _{F(LRT)}	CLeutN _{F(LRT)} - Summe
	$\text{kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$	m^2	ha	kg N a^{-1}	kg N a^{-1}
2n(1)	21,2	1054	0,1054	2,232	10,9
2n(2)	27,8	1775	0,1775	4,941	
2E	23,8	1590	0,159	3,776	
2n(3)	24,5	5164	0,5164	12,644	12,6
3E	16,2	2690	0,269	4,365	70,3
3bn	16,2	17523	1,7523	28,432	
7b	16,2	872	0,0872	1,415	
7	17,3	493	0,0493	0,852	
3n	16,1	1473	0,1473	2,366	
23n	17,3	525	0,0525	0,908	
6	14,2	5257	0,5257	7,485	
4E	20,1	8040	0,804	16,171	
5E	17,3	4780	0,478	8,291	
1E	20,2	11370	1,137	22,982	

Die Summe der zusätzlichen Wirkungen der Maßnahmen zur Erhöhung der CLeutN ergibt sich wie folgt (

Tab. 14):

Tab. 14: Summe der zusätzlichen Wirkungen der Maßnahmen zur Erhöhung der CLeutN

Maßnahme		Zusatzbeitrag zum CLeutN	geschützte LRT-Flächen	Summe der Zusatzbeiträge
		kg N a^{-1}		kg N a^{-1}
2n_M1	Immissionsschutzhecke	8,18	2n(1)+2n(2)+2E	8,18
2n_M2	Immissionsschutzhecke	9,58	2n(3)	9,58
3E_M1	Entnahme	3,2	3E+3bn+7b+3n+23n+7	59,48
3E_M2	Voranbau	22,36		
3E_M3	Immissionsschutzhecke	19,64		
3bn_M1	Entnahme	1,1		
3n_M1	Unterbau	0,61		
3n_M2	Immissionsschutzhecke	10,29		
23_M1	Unterbau	0,25		
7_M1	Unterbau	0,23		

Bei Umsetzung der Maßnahmen ergeben sich die $CLeutN_{+Maßn.}$ aus der prozentualen Zunahme der flächenbezogenen $CLeutN_{F(LRT)}$ in den LRT-Flächen bzw. LRT-Komplexen (Tab. 15). Dazu wird vereinfachend angenommen, dass sich der Wirkungsgrad der Maßnahmen auf die jeweilige LRT-Fläche in den Komplexen gleichmäßig verteilt.

Tab. 15: $CLeutN$ nach Durchführung der Maßnahmen zur N-Entlastung der Böden

LRT	$CLeutN_{F(LRT)}$ - Summe ohne Maßnahmen	$CLeutN_{F(LRT)}$ - Summe mit Maßnahmen	prozentuale Erhöhung des $CLeutN_{F(LRT)}$	$CLeutN_{F(LRT)}$ mit Maßnah- men	$CLeutN$ mit Maßnahmen ($CLeutN_{+Maßn.}$)
	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	%	kg N a ⁻¹	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹
2n(1)	10,95	19,13	175	3,9	37,0
2n(2)				8,6	48,6
2E				6,6	41,5
2n(3)	12,64	22,23	176	22,2	43,0
3E	70,28	128,00	182	7,9	29,5
3bn				51,8	29,5
7b				2,6	29,5
7				1,6	31,5
3n				4,3	29,2
23n				1,7	31,5

Nach Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen werden die Critical Loads in 13 von 14 LRT-Flächen nicht mehr von der Vorbelastung überschritten. Die Differenz aus dem $CLeutN$ mit Maßnahmen ($CLeutN_{+Maßn.}$) und der Hintergrunddeposition ergibt nun die zulässigen Kontingente für die Zusatzdeposition aus den Anlagen im newPark gesamt (Tab. 16).

Tab. 16: zulässige Kontingente für die Zusatzdeposition aus den Anlagen im newPark gesamt

LRT	$CLeutN_{F(LRT)}$ mit Maß- nahmen	$CLeutN$ mit Maßnahmen ($CLeutN_{+Maßn.}$)	Hintergrund- Deposition (vgl. Tab. 2)	$CLeutN_{+Maßn.}$ abzügl. Hintergrund- Deposition = verfü- gbares Kontingent	60% des verfügbaren Kontin- gents
	kg N a ⁻¹	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹
2n(1)	3,9	37,0	23,9	13,1	7,8
2n(2)	8,6	48,6	23,9	24,7	14,8
2E	6,6	41,5	23,9	17,6	10,6
2n(3)	22,2	43,0	23,9	19,1	11,5
3E	7,9	29,5	23,6	5,9	3,6
3bn	51,8	29,5	23,6	6,0	3,6
7b	2,6	29,5	23,6	5,9	3,6
7	1,6	31,5	23,6	7,9	4,7
3n	4,3	29,2	23,6	5,7	3,4
23n	1,7	31,5	23,6	7,9	4,7
6	13,6	25,9	23,6	2,3	1,4
4E	29,4	36,6	23,6	13,0	7,8
5E	8,3	17,3	23,6	-6,3	0,3*
1E	23,0	20,2	23,9	-3,7	0,4*

* da der $CLeutN$ bereits durch die Hintergrunddeposition überschritten wird, gilt als zulässiges Kontingent 60% der Bagatellschwelle des $CLeutN$.

10.2.4 Ermittlung der finanziellen und wirtschaftlichen Auswirkungen

Die zusätzliche Entnahme von Bäumen kostet ca. 250,00 € pro Baum, wenn der Baum im Ganzen gefällt wird und die Verwertung des Stammholzes dem Eigentümer überlassen wird (Tab. 17).

Tab. 17: Kosten für die Baumentnahmen

Maßnahme:	3E_M1	3bn_M1	Summe
	Entnahme	Entnahme	
Anzahl zu fällender Bäume	94	15	109
Kosten für Fällung, Rückung bis Waldrand, Entastung und Zerlegung (€)	23500,00	3750,00	27250,00

Die Unterpflanzung von Beständen im mittleren bis starkem Baumalter erfordert lt. Staatsbetrieb Sachsenforst⁶ die

- Anschaffung von Forstpflanzen (0,5-0,8 m): ca. 1,75 €/Laubbaum
- Flächenvorbereitung: 0,5 €/Laubbaum
- Pflanzen: 4,00 €/Strauch/Baum
- Kulturpflege: 0,5 €/Laubbaum
- Verbisschutz: 2,00 €/Laubbaum

Es ergeben sich folgende Netto-Kosten für die Unterpflanzung (Tab. 18)

Tab. 18: Pflanzenbedarf und Kosten für Baumpflanzungen

Maßnahme:	3n_M1	23_M1	7_M1	3E_M2	Summe
	Unterbau	Unterbau	Unterbau	Vorantbau	
Fagus sylvatica (Forstware 0,5-0,8 m)	15	5	5	538	563
Kosten für Pflanzenankauf (€)	30,00	10,00	10,00	1076,00	1266,00
Kosten für Flächenvorbereitung (€)	7,50	2,50	2,50	269,00	321,50
Kosten für die Pflanzung (€)	60,00	20,00	20,00	2152,00	2572,00
Kosten für Kulturpflege (€)	7,50	2,50	2,50	269,00	321,50
Kosten für Verbisschutz	30,00	10,00	10,00	1076,00	1286,00
Summe Kosten netto	135,00	45,00	45,00	4842,00	5067,00

Die Pflanzung von Sträuchern in Hecken erfordert einen Kostenaufwand von

- Anschaffung von Heckenpflanzen (1-1,5 m]: ca. 3,00-6,00 €/Strauch
- Flächenvorbereitung: 0,5 €/ Strauch
- Pflanzen: 4,00 €/Strauch/ Strauch
- Kulturpflege: 0,5 €/ Strauch
- Verbisschutz: 2,00 €/ Strauch

Somit entstehen folgende Netto-Kosten für die Anlage der Immissionsschutzhecken (Tab. 19)

⁶ <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/16673/documents/4216>

Tab. 19: Pflanzenbedarf und Kosten für Immissionsschutzhecken

Maßnahme:	2n_M1	2n_M2	3n_M2	3E_M3	Summe
	Immissionschutzhecke	Immissionschutzhecke	Waldrandunterpflanzung als Immissionschutzhecke	Immissionschutzhecke	
Pflanzenbedarf					
Acer campestre (1,5-1,75 m)	44	51	54	104	311
Crataegus monogyna (1,0-1,5 m)	44	51	54	104	310
Corylus avellana (1,0-1,5 m)	44	52	54	104	311
Ulmus campestris (0,8-1,2 m)	44	51	54		104
Sambucus nigra (1,0-1,5 m)			69		146
Rosa canina (1,0-1,5 m)	55	64	69	146	406
Prunus spinosa (1,0-1,5 m)	55	64	69	146	406
Cornus sanguinea (1,0-1,5 m)	54	64	69	146	405
Frangula alnus (1,0-1,5 m)	55	64			119
Kosten					
Kosten für Pflanzenankauf (€)	2297,00	2684,00	2625,00		5344,00
Kosten für Flächenvorbereitung (€)	197,50	230,50	246,00		500,00
Kosten für die Pflanzung (€)	1580,00	1844,00	1968,00		4000,00
Kosten für Kulturpflege (€)	197,50	230,50	246,00		500,00
Kosten für Verbisschutz	790,00	922,00	984,00		2000,00
Summe Kosten netto	5062,00	5911,00	6069,00		12344,00

Insgesamt ergeben sich Netto-Kosten in Höhe von ca. 61.703,00 €.

10.2.5 Verfügbarkeit der Maßnahmenflächen

Die Maßnahmenflächen sind flurstücksgenau in den Abbildungen dargestellt (Anhang 2) und in Tab. 20 zusammengefasst.

Tab. 20: Erforderliche Flächen für Maßnahmen sowie deren Verfügbarkeit

Flur	Flurstück	Flächengröße [m ²]	Maßnahme innerhalb einer LRT-Fläche	LRT-Fläche	Verfügbarkeit
004	11 tlw	2690	3E_M1, 3E_M2	3E	Gesichert (VGV)
004	11 tlw	17523	3bn_M1	3bn	Gesichert (VGV)
004	11 tlw., 47 tlw.	493	7_M1	7	Gesichert (VGV)
004	11 tlw.	1473	3n_M1, 3n_M2	3n	Gesichert (VGV)
004	11 tlw., 47 tlw.	525	23n_M1	23n	Gesichert (VGV)
Flur	Flurstück	Flächengröße [m ²]	Maßnahme außerhalb einer LRT-Fläche	-	Verfügbarkeit
004	357 tlw.	875	2n_M1		Gesichert (VGV)
004	357 tlw., 60 tlw.	1025	2n_M2		Gesichert (VGV)
004	10 tlw., 9 tlw.	2100	3E_M3		Gesichert (VGV)
004	11 tlw.	550	3n_M2		Gesichert (VGV)

10.3 Kalkung in kalkungsunempfindlichen LRT-Flächen zur Sanierung von Basenverlusten

Der Vergleich der CL S+N (Tab. 8) mit den Hintergrund-Depositionen S+N (Tab. 2) weist an 3 der 23 Beurteilungspunkte eine Überschreitung des CL S+N auf. Es sind dies die BP 3bn, 7b und 3E. An allen anderen BP liegt der CL S+N relativ weit über der Hintergrund-Deposition, so dass dort ein Risiko einer erheblichen Überschreitung nach Realisierung des B-Plans ausgeschlossen werden kann.

10.3.1 Ermittlung der kalkungsunempfindlichen LRT-Flächen

Die Dienstanweisung („Kalk 2000“) über die Bodenschutzkalkung in den Wäldern Nordrhein-Westfalens (MULNV 2001) (RdErl. D. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen v. 24.09.2001, Az. III-5 31-03-00.00) sieht prinzipiell Bodenschutzkalkungen als geeignete Maßnahmen zur Erhaltung bzw. Wiederherstellung eines guten ökologischen Zustandes in Wäldern vor. In der Dienstanweisung wird formuliert (Zitat):

„1. Ziele

Ziel der Bodenschutzkalkung ist die Neutralisation deponierter Säuren in Wäldern und der Schutz der Waldböden vor einer weiteren Versauerung.

2. Unterziele

- *Stabilisierung und ggf. Verbesserung des Nährstoffhaushaltes der Wälder*
- *Erhaltung bzw. Schaffung eines biologisch aktiven Bodenmilieus*
- *Förderung der Entwicklung einer standorttypischen Artenvielfalt*
- *Förderung der natürlichen Verjüngung der Waldbäume*
- *Erhaltung der Produktivität der Wälder*
- *Schutz des Grund- und Oberflächenwassers vor Versauerung und versauerungsbedingten Stoffeinträgen“*

In der Dienstanweisung über die Bodenschutzkalkung in den Wäldern Nordrhein-Westfalens (Kalk 2000) wird zur Frage der geeigneten Kalkungsflächen ausgeführt (Zitat):

„Von einer Bodenschutzkalkung auszusparen sind folgende Flächen:

- *Kalknullflächen (Anlage Kalk 1)*
- *Waldflächen für die laut einer Schutzverordnung oder Satzung eine Kalkung ausgeschlossen ist*
- *Naturwaldzellen*
- *Hoch- und Übergangsmoore im Waldbereich*
- *Versuchsflächen“*

Flächen der hier untersuchten FFH-Gebiete sind in der Anlage Kalk 1 nicht enthalten. In den Schutzziele wird eine Kalkung von Waldflächen nicht explizit ausgeschlossen. Keine der relevanten LRT-Flächen liegt in einer Naturwaldzelle bzw. umgekehrt.

Versuchsflächen liegen in den relevanten LRT nicht vor.

Die Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen hat in ihrer Information für Waldbesitzer „Bodenschutzkalkung in Nordrhein-Westfalen“ (Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen 2003) diesen Katalog der Ausschlussflächen erweitert um

- alle nach § 62 LG geschützten Biotope
- alle Wälder, die auf basenreichen Gesteinen (...) bzw. Böden stocken
- Wälder auf Standorten mit einem geringen Grundwasserflurabstand
- alle Wälder in der Wasserschutzzone I,
- Waldflächen in Schutzgebieten (nach Naturschutzrecht, Wasserrecht), sofern die Schutzgebietsverordnung eine Bodenschutzkalkung für nicht zulässig erklärt

Somit ergibt sich die (z.T. bedingte) Eignung für eine Kalkung in den relevanten Flächen des LRT 9110, (Flächen mit den BP 3bn, 7b und 3E) (Tab. 21).

Tab. 21: Relevante Bodeneigenschaften zur Bestimmung der Kalkungsbedürftigkeit und Kalkungseignung entsprechend Dienstanweisung über Bodenschutzkalkungen in NRW (Kalk 2000)

BP LRT	Basizität	Grundwasser	Zielgesellschaft	Kalkungseignung bzw. -bedürftigkeit
3bn 9110	basen-arm	Grundwasser abgesenkt, normale Schwankungsamplitude, 8-13 dm uGOF	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASS. 1959	geeignet, kalkungsbedürftig
7b 9110	basen-arm	Grundwasser in 4-8 dm unter Flur; Feuchtestufe: sehr frisch	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASSARGE 1959	bedingt geeignet, kalkungsbedürftig
3E 9110	basen-arm	Grundwasser abgesenkt, normale Schwankungsamplitude, 8-13 dm uGOF	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASS. 1959	geeignet, kalkungsbedürftig

10.3.2 Berechnung der Kalkungsmengen zur Kompensation von Säureeinträgen

Aufgrund der hohen Vorbelastung mit versauernden Einträgen in der Vergangenheit besteht sofortiger Sanierungsbedarf in den 3 Flächen 3bn, 7 und 3E. Anstelle einer kontinuierlichen Kompensation der vorhabensbedingt zu erwartenden Einträge aus dem newPark sollte als vorgezogene Schadensbegrenzungsmaßnahme zeitnah eine Sanierungskalkung erfolgen, um die Böden wieder in ihren ursprünglich typischen natürlichen Pufferbereich zu versetzen, so dass von da an der Boden wieder aus eigener Kraft zur Pufferung der Säureeinträge in der Lage sein wird. Die Menge an Kompensationsmitteln, die einmalig appliziert wird, sollte 3 t Dolomitmalk/ha nicht überschreiten.

Dolomitmalk ist ein Naturprodukt und unter anderem auch deshalb jeder anderen Kalk-Düngerform vorzuziehen (vgl. Kap. 11.3). Jedoch enthält der Dolomitmalk nicht oder kaum Kalium. Dennoch ist eine Erhaltungsdüngung mit Phosphor (z. B. mit Kaliphosphat) in FFH-Lebensräumen nicht zu empfehlen (mdl. Aussage Prof. Eichhorn 2009, Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt Göttingen), weil insbesondere Phosphate eine weitere Form der Eutrophierung hervorrufen können.

Die Aufwandmenge darf um +/- 30 % vom errechneten Soll abweichen, ohne signifikante andere als die gewollten Wirkungen zu erzeugen.

10.3.3 Nachweis der Vermeidungswirkung erheblicher Risiken in den LRT-Flächen

Nicht alle Waldflächen sind gleichermaßen für eine Kalkung geeignet. Risiken bei Bodenschutzkalkungen sind dann nicht auszuschließen, wenn sie auf den falschen, d. h. ungeeigneten Böden, mit den ungeeigneten Kalken und/oder zu einem ungeeigneten Zeitpunkt durchgeführt werden.

Die exakte Berechnung und zeitliche Planung von Kalkgaben muss das Ziel haben, das durch Versauerung entstehende Defizit an basischen Kationen soweit wieder aufzufüllen, dass die naturidentische Basensättigung, die typisch ist für die betreffende Humus- und Bodenform wieder im Rahmen der natürlichen Kationenaustauschkapazität hergestellt wird. Der primär natürliche Basensättigungsgrad ist z. B. in natürlich basenarmen Böden mit einer Kalkung ziemlich bald erreicht. Eine weitere kontinuierliche Kalkung ist nicht nur unökonomisch, sondern würde auch zum Verlust natürlich nährstoffarmer und damit naturschutzfachlich bedeutender Naturraumtypen führen.

Als Wirkung der Kalkgaben tritt eine (gewollte) Aktivierung der humuszersetzenden Bodenorganismen ein, was zu einer kurzfristig stark ansteigenden Mineralisierungsrate von Stickstoff

aus dem Humus führt. Dieser plötzliche Anstieg der Konzentration gelösten Stickstoffs im Bodenwasser kann zu einer explosionsartigen Ausbreitung von stickstofftoleranten bzw. -liebenden Pflanzenarten führen, sofern gleichzeitig auch genügend Licht und Wasser zur Verfügung stehen. Ist dies nicht der Fall, wird der überschüssige, nicht von den Pflanzen verwertbare Stickstoff mit dem Sickerwasser ins Grundwasser ausgewaschen, wo es zu einer Akkumulation von N kommt. Gleichzeitig werden bei der beschleunigten Humuszersetzung auch Schwermetalle wie Blei und Kupfer in die Bodenlösung freigesetzt. Steht der oberste Grundwasserleiter hoch an, dann ragen die Wurzeln der Vegetation in den LRT-Flächen ständig oder zeitweilig ins Grundwasser und sind hier den schädigenden Wirkungen einer zu hohen N-Konzentration ausgesetzt. Ein weiteres Risiko besteht für kleine Tiere, die sich auf der Bodenoberfläche bewegen, wie Ameisen und Laubkäfer. Für sie besteht die Gefahr der Verätzung, wenn sie mit trockenem Kalk in Berührung kommen, der noch der Bodenoberfläche aufliegt.

Ein weiteres Risiko besteht bei der Ausbringung mit bodengebundener Technik, da die Fahrzeuge zu Schäden an Gehölzen und an der Krautvegetation führen können. Auch der alternative Einsatz von Hubschraubern für die betreffenden z. T. sehr kleinen Flächen aus dem Hubschrauber, ist nicht möglich. Sinnvoll und möglich ist daher die Ausbringung von Hand. Zudem verursacht der Einsatz von Technik, sowohl von bodengebundenen Fahrzeugen als auch von Hubschraubern aufgrund der Lärmbelastung und des Bewegungstresses, den sie verursachen, Beeinträchtigungen des Brutgeschäftes von Waldvögeln.

Die bestehenden Risiken sind vermeidbar, wenn die Kalkung nur außerhalb der Vegetationszeit und außerhalb der Brutzeit der Waldvögel durchgeführt wird und nur erdfeuchtes Material verwendet wird (vgl. Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen 2003).

In den erheblich risikobehafteten kalkungswürdigen Flächen 3bn, 7b und 3E ist die Vermeidungswirkung unter Berücksichtigung der Risiken im Einzelnen wie folgt einzuschätzen:

Auf den von Natur aus basenarmen Böden stocken Birken, Stieleichen und (z.T. potenziell) Rotbuchen, die gegenüber Versauerung nicht empfindlich sind. Diese Baumarten vertragen auch noch gerade so ein Ca/Al-Verhältnis von $0,6 \text{ mol mol}^{-1}$ (Sverdrup & Warfvinge 1993), während in der Information für Waldbesitzer „Bodenschutzkalkung in Nordrhein-Westfalen“ (Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen 2003) als Kriterium für die Kalkungsbedürftigkeit ein Ca/Al-Verhältnis von < 1 angegeben wird (nicht spezifiziert für verschiedene Baumarten). Die Krautschicht des Schattenblumen-Buchenwaldes (LRT 9110) ist spezialisiert auf saure Böden und eher empfindlich gegenüber zu hohen Basengehalten im Boden. Andererseits darf aber der Boden auch nicht weiter versauern, um nicht irreversibel degradiert zu werden. Eine solche irreversible Versauerung, die zum Verlust der Bodenstruktur führen würde, setzt bei einem $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ -Wert $\leq 3,2$ ein, wenn der Boden vom Aluminium-Eisen-Pufferbereich in den Eisen-Puffer übergeht. In der Information für Waldbesitzer „Bodenschutzkalkung in Nordrhein-Westfalen“ (Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen 2003) wird als Kriterium für die Kalkungsbedürftigkeit sogar ein $\text{pH}(\text{KCl})$ im Mineraloberboden $< 4,2$ angegeben. Dieses Kriterium dürfte in den basenarmen Böden der LRT 9110 in der Lippeaue derzeit bereits erfüllt sein.

Ein Risiko der Grundwasseraufbasung ist eher gering einzuschätzen. Es handelt sich bei den LRT-9110-Flächen ganz offensichtlich um entwässerte bzw. wechselfeuchte Böden. So sind Feuchte- oder gar Nässe-Zeigerarten nicht festgestellt worden. Das Eindringen der geringen Mengen an Kalk in den Boden erfolgt so langsam, dass eine vollständige Sorption der basischen Kationen im Oberboden im ständigen Kreislauf mit der Aufnahme in die Vegetation stattfinden wird und so das Risiko der Auswaschung kaum besteht.

10.3.4 Ermittlung der finanziellen und wirtschaftlichen Auswirkungen

Aktuell übliche Preise für Dolomitmalk sind durchschnittlich $0,40 \text{ € kg}^{-1}$. Die Ausbringung von Hand kostet 8 € kg^{-1} , zusammen $8,40 \text{ € kg}^{-1}$.

11 Hinweise zur Ausführung der Schadensbegrenzungsmaßnahmen

11.1 Hinweise zur Entnahme von nicht heimischen Baumarten

Fällzeiträume werden im BNatSchG aus Gründen des Artenschutzes in der Zeit vom 1. Oktober bis 28. Februar eines Jahres einheitlich vorgegeben.

Der Abtransport sollte mit Rückepferden erfolgen, um schwere Bodenschäden zu vermeiden.

In der Fläche 3E ist die Anzahl der Roteichen sukzessive in mehreren Kampagnen (jedes 5. Jahr) zu reduzieren (Maßnahme 3E_M1). Die Entnahme soll gleichmäßig verteilt im Bestand stattfinden, so dass die unterpflanzten Buchen im Jungwuchsstadium (Maßnahme 3E_2) etwa 60% des Lichteinfalls erhalten. Die Fällung der gesamten Anzahl in einer Kampagne könnte problematisch sein, da damit eine starke Auslichtung einhergeht, die möglicherweise zu einer Überschusnnitrifikation und infolge dessen zur explosionsartigen Ausbreitung nicht gewollter Naturverjüngung (Späte Traubenkirsche, Robinie, Brombeere u.a.) und einer nitrophilen Schlagflur führt.

Die Fällung der Bäume sollte in allen o.g. Flächen (vgl. Kap. 10.2.1) durch den zuständigen Förster zeitlich so getaktet werden, dass eine übermäßige Auslichtung, die zu einer Beeinträchtigung des verbleibenden Bestandes führen könnte, nicht zu befürchten ist.

11.2 Hinweise zur Unterpflanzung mit heimischen Baumarten

Unter „Unterbau“ wird das Pflanzen von Bäumen unter einen vorhandenen älteren Bestand (Alter etwa ab 40 Jahre bis zu 70 Prozent der Umtriebszeit) verstanden. Im Unterschied zum Voranbau wird beim Unterbau mit geringeren Pflanzanzahlen gearbeitet.

Pflanzen aus den nächstgelegenen anerkannten Saatgutbeständen sind zu bevorzugen, da diese den standörtlichen regionalen Besonderheiten Rechnung tragen.

Bei der Anlieferung ist darauf zu achten, dass die Pflanzen frisch, gesund, vital und ohne Verletzungen sind, mit unbeschädigten Terminalknospen und frischen, unbeschädigten Wurzeln. Das gelieferte Pflanzgut ist sofort nach Erhalt am Pflanzort einzuschlagen.

Pflanzzeiten für wurzelnackte Pflanzen sind im Frühjahr (vor dem Austrieb) oder im Herbst. Auf Grund des Klimawandels rückt die Herbstpflanzung immer mehr in den Vordergrund.

Bei der Pflanzung ist immer die Witterung zu beachten. Bestes Pflanzwetter ist bei kühler, frostfreier und feuchter Witterung, bedecktem Himmel und Windstille. Im Herbst gesetzte Pflanzen müssen vor Wintereinbruch anwurzeln, sonst besteht die Gefahr des Auffrierens und der Frostrocknis.

Es sollten nur so kleine Mengen aus dem Einschlag ausgehoben und zur Pflanzstelle transportiert werden, dass diese vor dem Pflanzen nicht austrocknen. Im Wachstum zurückgebliebene, kränkelnde, von Pilzen befallene oder trockene Pflanzen werden beim Ausheben aussortiert und kommen nicht zur Auspflanzung. Der Transport zur Pflanzstelle erfolgt immer in Behältnissen wie Pflanzeimern, Pflanzladen und Tragetaschen. Das „Einschlämmen“ der Wurzeln, besonders bei Trockenheit ist vorteilhaft. Gefährlich ist das Auslegen der Pflanzen in den Pflanzplätzen auf der Kulturfläche. Die Feinwurzeln trocknen in kürzester Zeit aus.

Manuelle Pflanzverfahren sind preisgünstig und einfach vom Waldbesitzer durchzuführen. Sie benötigen keinen größeren Organisationsaufwand.

Der Neheimer Pflanzspaten kann für Laub- und Nadelgehölze mit Wurzellängen bis zu 30 Zentimeter angewendet werden. Das Verfahren eignet sich für alle Pflanzerden.

Sollten die Flächen zur Vergrasung oder starkem Brombeerbewuchs neigen, haben große Pflanzen einen wesentlichen Vorsprung gegenüber Sämlingen. Starker Brombeerbewuchs ist vor der Pflanzung (z.B. mittels Brombeer-Rechen) niederzudrücken.

Ziel der Kulturpflege ist es, die jungen Pflanzen von der Konkurrenz schädlichen Grases und Adlerfarns oder dem Geflecht der Brombeere freizuhalten.

Vor jeder Kulturpflege ist zu prüfen, ob diese überhaupt notwendig ist. Kulturpflegen können meist eingespart werden, wenn der Schutz des übershirmenden Altbestandes noch vorhanden ist. Der Schirm des Altbestandes dämpft die Bodenvegetation meist noch wirkungsvoll.

Eine Einzäunung zur Abwehr von Verbisschäden müsste die gesamte LRT-Fläche umschließen. Dies ist aufwändig und nur sinnvoll, wenn eine große Anzahl an Neupflanzungen im Unterstand einer Fläche geplant ist. Günstiger ist die Anlage von Wuchs- und Schutzhüllen um die Setzlinge (z.B. Tubex Ventex). Diese dienen nicht nur dem Verbisschutz, sondern schützen auch vor konkurrierender Vegetation und vor kleinen Nagern, sie reduzieren den Wasserbedarf der Pflanzen und tragen aufgrund des günstigen Innenklimas (höhere Luftfeuchte und gleichmäßigere Temperatur) zur Erhöhung der Anwuchssicherheit und zur Beschleunigung des Jugendwachstums bei.

11.3 Hinweise zur Durchführung der Bodenschutzkalkung

Die zu behandelnden Flächen des LRT 9110 im FFH-Gebiet Lippeaue sind empfindlich gegenüber mechanischen Belastungen durch Maschinen. Zudem sind die auszubringenden Mengen gering. Deshalb empfiehlt sich eine Ausbringung von Hand.

Grundsätzlich ist anhand der Information für Waldbesitzer „Bodenschutzkalkung in Nordrhein-Westfalen“ (Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen 2003) vorzugehen.

Zu empfehlen ist der Einsatz von Dolomitkalk. Der aus natürlichen Lagerstätten gewonnene kohlensaure Magnesiumkalk (Dolomitkalk) bietet zwei wesentliche Vorteile für die Waldkalkung. Einerseits enthält er neben Calcium auch beachtliche Mengen an Magnesium, welches in vielen Waldböden ein Mangel ist. Andererseits bietet er eine gewünschte langsame, nachhaltige Löslichkeit. Dies ist deshalb für den Waldboden vorteilhaft, weil dadurch eine moderate und nachhaltige pH-Wert-Änderung einsetzt und die Bodenlebewesen sich daran anpassen können. Zudem wird die Magnesiumfreisetzung über mehrere Jahre gestreckt und bietet über etliche Jahre eine optimale Magnesiumversorgung für die Bäume und Pflanzen.

Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Wirkung ist die Mahlfineinheit des Kalkes. Je feiner der Kalk vermahlen ist, desto besser ist seine Wirkung im Boden. Das Düngemittelgesetz fordert eine Mindestmahlfineinheit für kohlensaurer Magnesiumkalk von 97 % < 3 mm und 70 % < 1 mm.

Die Ausbringung sollte im Winter erfolgen, wenn die Gefahr, bodengebundene Kleintiere versehentlich mit Kalk zu bestäuben, weitestgehend ausgeschlossen ist. Bringt man den Kalk auf eine geschlossene Schneedecke aus, hat das den Vorteil, dass der Arbeiter die Gleichmäßigkeit der Verteilung per Augenschein selbst besser kontrollieren kann. Außerdem zieht der Kalk bei tauendem Schnee gleichmäßig in den Boden ein.

Am Waldrand wird die insgesamt erforderliche Menge in Saatwannen umgefüllt, wobei eine Staubentwicklung zu vermeiden ist. Deshalb sollte erdfeuchtes Material verwendet werden.

12 Zusammenfassung

Der Auftraggeber, die newPark Planungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, plant in Datteln die Entwicklung des Industrieareals newPark. Das Kernziel der Planung besteht darin, dass auf einer Gesamtfläche von ca. 288 ha ein Standort für flächenintensive industrielle Großvorhaben entsteht.

Die Planung des Industriegebietes newPark erfordert auch den Nachweis der Verträglichkeit des Baus, der Anlage und des Betriebes der anzusiedelnden Betriebe mit den Erhaltungszielen der umliegenden FFH-Gebiete. Da zum Zeitpunkt der Genehmigung des Bebauungsplanes noch nicht bekannt sein wird, welche Betriebe sich ansiedeln werden, kann eine vorhabenbezogene Prognose von Luftschadstoffemissionen nicht durchgeführt werden.

Auf den LRT-Flächen, die am nächsten am newPark liegen und somit möglicherweise erheblich durch Luftschadstoffeinträge beeinträchtigt werden würden, soll eine maximal mögliche vorgezogene Schadensbegrenzung durchgeführt werden. Erhebliche Risiken sollen vermieden bzw. auf ein unerhebliches Maß vermindert werden.

Damit wird die naturschutzfachliche Voraussetzung geschaffen, um eine Ansiedlung von schadstoffemittierendem Gewerbe und Sondernutzungen im newPark zu ermöglichen. Das Maßnahmenkonzept soll im Bebauungsplan dem Nachweis dienen, dass die Umsetzung des Plans aus naturschutzrechtlicher Sicht möglich ist und zu erwartende erhebliche Konflikte in den FFH-Gebieten bewältigt werden können.

Um die Realisierung der Erweiterungsfläche „newPark“ Waltrop sowie weiterer zukünftiger Vorhaben im Einwirkungsbereich der FFH-Gebiete nicht bereits durch die Ausschöpfung der Immissionskontingente für Luftschadstoffe allein durch den „newPark“ Datteln zu verhindern, sind hierfür ebenfalls Kontingente zu berücksichtigen. Hierzu wird von den zur Verfügung stehenden Luftschadstoffkontingenten 25 % für newPark Waltrop reserviert.

Für weitere zukünftige Vorhaben im Einwirkungsbereich der FFH-Gebiete werden von den zur Verfügung stehenden Luftschadstoffkontingenten 15 % reserviert.

Von den 61 geprüften FFH-Lebensräumen und Lebensraum-Entwicklungsflächen in 4 FFH-Gebieten, liegen 23 innerhalb des vorab eingeschätzten Wirkraumes, der durch die Isoplethe mit $0,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ abgegrenzt wird und zwar ausschließlich im FFH-Gebiet Lippeaue.

Für diese 23 Flächen war die Empfindlichkeit der LRT gegenüber eutrophierenden Stickstoffeinträgen und versauernden Stickstoff- und Schwefeleinträgen zu ermitteln. Dazu wurden die Critical Loads (CL_{eutN} und CL_{S+N}) zunächst ohne Schadensbegrenzungsmaßnahmen mit Hilfe des „Einfachen Massenbilanz-Modells“ (CLRTAP 2017) berechnet und mit den Hintergrunddepositionen (im Mittel der Jahre 2013-2015, UBA 2018) verglichen.

Im Ergebnis der Prüfung wurde festgestellt, dass in 13 FFH-Lebensräumen (davon 5 LRT-Entwicklungsflächen) die ermittelten CL_{eutN} durch die N-Hintergrunddeposition überschritten wird und gleichzeitig eine erhebliche Beeinträchtigung durch die zusätzliche Deposition aus den Anlagen im newPark nicht auszuschließen ist. In 3 dieser LRT-Flächen ist zudem der CL_{S+N} durch die Hintergrunddeposition S+N überschritten.

Erhebliche Beeinträchtigungen sollen jedoch vorsorglich vermieden bzw. auf ein unerhebliches Maß vermindert werden. Dazu sollten Maßnahmen vorgeschlagen werden. Die Maßnahmenplanung sollte unter dem Aspekt der effektivsten Schadensvermeidung, aber auch unter Beachtung wirtschaftlicher Effizienz durchgeführt werden, um eine Verhinderungsplanung zu vermeiden. Für jede Maßnahme wurde der erforderliche Umfang berechnet und eine Beschreibung der Umsetzung gegeben, ohne bereits eine Ausführungsplanung vorweg zu nehmen.

Es wurden folgende Maßnahmen zur vorsorglichen Verminderung der Stickstoffgehalte in den Ökosystemen der LRT geplant (Tab. 22):

Tab. 22: Geplante Maßnahmen sowie die somit geschützten LRT-Flächen bzw. LRT-Komplexe

Maßnahme		geschützte LRT-Flächen
2n_M1	Immissionsschutzhecke 1025 m ²	LRT-Komplex 2n(1)+2n(2)+2E
2n_M2	Immissionsschutzhecke 875 m ²	2n(3)
3E_M1	Entnahme von 94 Roteichen	LRT-Komplex 3E+3bn+7b+3n+23n+7
3E_M2	Voranbau von 538 Buchen	
3E_M3	Immissionsschutzhecke 2100 m ²	
3bn_M1	Entnahme von 15 Roteichen	
3n_M1	Unterbau von 15 Buchen	
3n_M2	Waldrandunterpflanzung als Immissionschutzhecke 1100 m ²	
23n_M1	Unterbau von 5 Buchen	
7_M1	Unterbau von 5 Buchen	

Mit der Realisierung der Maßnahmen erhöht sich die Resilienz der LRT-Flächen, d. h. die Belastbarkeit mit Stickstoffeinträgen, mithin der CLeutN wie folgt (Tab. 23).

Tab. 23: CLeutN ohne und mit Maßnahmen, Differenz zur Hintergrunddeposition

LRT	CLeutN Ohne Maßnahmen	CLeutN mit Maßnahmen	Hintergrunddeposition 2013-2015	Bilanz CLeutN m. Maßn. abzügl. Hintergrunddeposition
	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹
2n(1)	3,9	37,0	23,9	13,1
2n(2)	8,6	48,6	23,9	24,7
2E	6,6	41,5	23,9	17,6
2n(3)	22,2	43,0	23,9	19,1
3E	7,9	29,5	23,6	5,9
3bn	51,8	29,5	23,6	6,0
7b	2,6	29,5	23,6	5,9
7	1,6	31,5	23,6	7,9
3n	4,3	29,2	23,6	5,7
23n	1,7	31,5	23,6	7,9
6	13,6	25,9	23,6	2,3
4E	29,4	36,6	23,6	13,0
5E	8,3	17,3	23,6	-6,3
1E	23,0	20,2	23,9	-3,7

Nach Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen werden die Critical Loads für den eutrophierenden Stickstoff-Eintrag in 12 von 14 LRT-Flächen nicht mehr von der Vorbelastung überschritten. Die Differenz von CLeutN (mit Maßnahmen) zur Hintergrunddeposition kann von den Anlagen im newPark unter Berücksichtigung zu kumulierender Vorhaben außerhalb von newPark als Kontingent für eine zulässige Zusatzdeposition insgesamt aus newPark eingeplant werden.

Da der CLeutN in den Flächen 1E und 5E bereits durch die Hintergrunddeposition überschritten sind, gilt als zulässiges Kontingent 60% der Bagatellschwelle, mithin 0,4 kg N ha⁻¹ a⁻¹ bzw. 0,3 kg N ha⁻¹ a⁻¹.

Soweit möglich, wurde der finanzielle Aufwand für die genannten Maßnahmen mit ca. 62 T€ abgeschätzt.

Zur vorsorglichen Vermeidung versauernder Wirkungen von vorhabensbedingten Stickstoff- und Schwefeleinträgen wird eine einmalige Sanierungskalkung von 3 LRT-Flächen vorgesehen.

Die Umsetzung der Maßnahmen führt zu einer nachhaltigen Vermeidung zusätzlicher erheblicher Beeinträchtigungen der FFH-LRT durch den Bau und den Betrieb im newPark bei voller Auslastung. Damit wird das Planungsziel erreichbar.

Ahrensfelde, am 29.06.2022



PD Dr. habil. Angela Schlutow

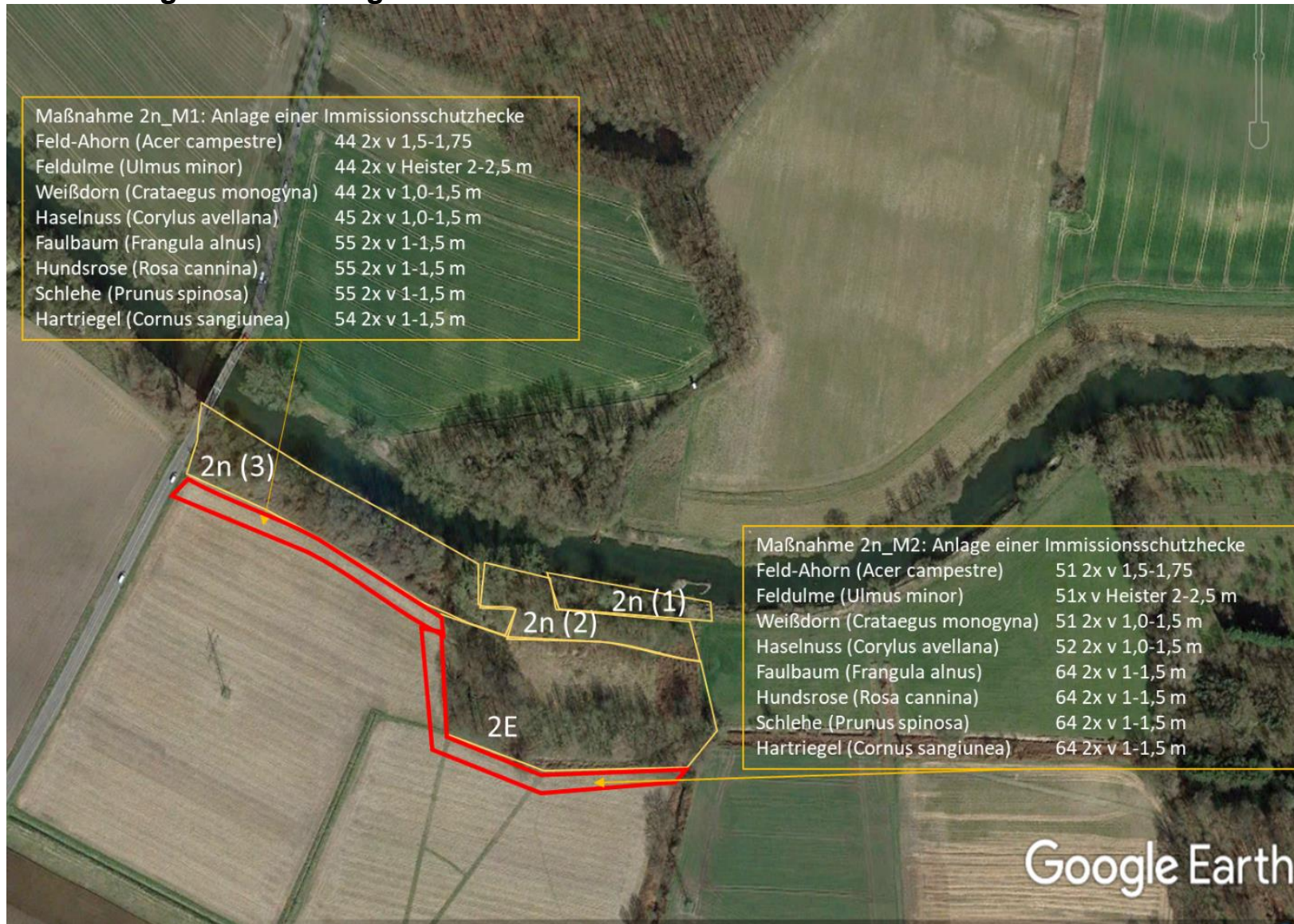
Quellen:

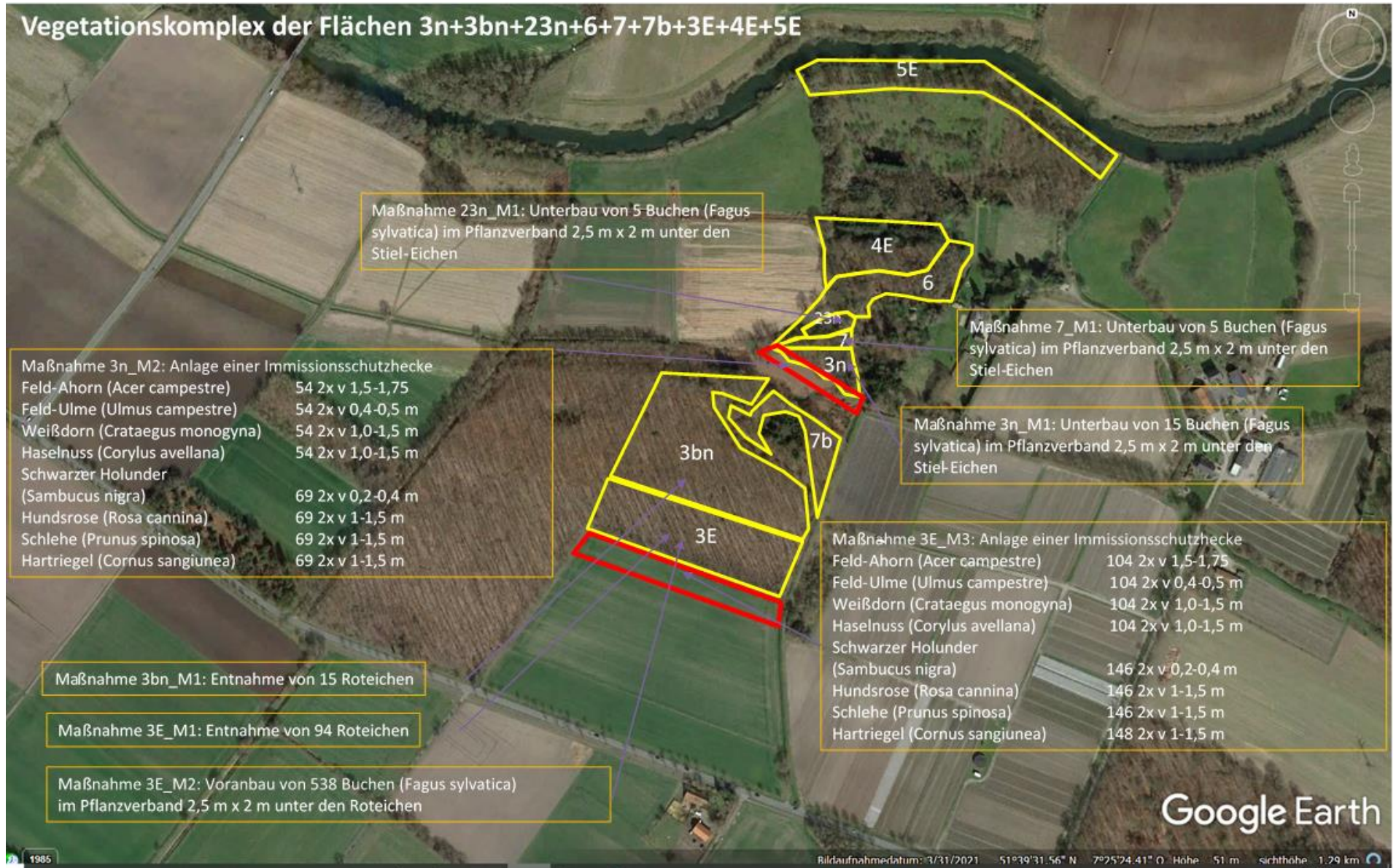
- AG Boden (Arbeitsgruppe Boden) (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.), Hannover.
- BGR (Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe) (Hrsg.) (2014): Nutzungsdifferenzierte Bodenübersichtskarte 1 : 1 000 000 (BÜK1000N) für Deutschland (Wald, Grünland, Acker).
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bauwesen und Städtebau (2013): Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope. Endbericht zum FE-Vorhaben 84.0102/2009 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, verfasst von Balla, S., Uhl, R., Schlutow, A., Lorentz, H., Förster, M., Becker, C., Scheuschner, Th., Kiebel, A., Herzog, W., Düring, I., Lüttmann, J., Müller-Pfannenstiel, K.= Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 1099, BMVBS Abteilung Straßenbau, Bonn. 362 S.
- Bobbink, R., Hettelingh, J.-P. (Hrsg.) (2011): Review and revision of Empirical Critical Loads and dose-response relationships. Proceedings of the Expert workshop in Nordwijkerhout 23-25 June 2010. National Institute for Public Health and the Environment Bilthoven, Netherlands
- Bösch, B. (2001): Neue Bonitierungs- und Zuwachshilfen. Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung, Wissenstransfer in Praxis und Gesellschaft, FVA-Forschungstage, Band 18. https://www.waldwissen.net/technik/inventur/fva_schaetzhilfen/fva_schaetzhilfen.pdf
- CLRTAP (2004): Manual on Methodologies and Criteria for Modelling and Mapping Critical Loads and Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends. Druckversion in UBA-Texte 52/2004
- CLRTAP (2014): Guidance on mapping concentrations levels and deposition levels, Manual on methodologies and criteria for modelling and mapping critical loads and levels and air pollution effects, risks and trends. UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Online-Version unter www.icpmapping.org.
- CLRTAP (2017): Latest update of Guidance on mapping concentrations levels and deposition levels, Manual on methodologies and criteria for modelling and mapping critical loads and levels and air pollution effects, risks and trends. UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Online-Version unter www.icpmapping.org.
- De Schrijver, A.; Devlaeminck, R.; Mertens, J.; Wuyts, K.; Hermy, M.; Verheyen, K. (2007): On the importance of incorporating forest edge deposition for evaluating exceedance of critical pollutant loads. Applied Vegetation Science 10: 293-298.
- FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehr) (2019): Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen (H PSE) - Stickstoffleitfaden Straße. Ausgabe 2019. FGSV-Verlag Köln. 75 S.
- Fukarek, F. (1961) in: Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 252/9 und Textband S. 32
- Issler, E. (1926) in: Tüxen (1937) S. 135
- Issler, E. (1953) in: Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 308/8Ab und Textband S. 153
- IVÖR (Institut für Vegetationskunde, Ökologie und Raumplanung) (2018): Natura 2000. Lippeaue, Bereich Ost. DE-4209-302. Maßnahmenkonzept. Im Auftrag des Kreises Recklinghausen. Maßnahmentabelle + Karten
- Jacobsen, C., Rademacher, P., Meesenburg, H., Meiwes, K.J. (2003): Gehalte chemischer Elemente in Baumkronenkompartimenten. Literaturstudie und Datensammlung. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme der Universität Göttingen B 69
- LAI/LANA-Ad-hoc-AG (2019): Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Vorhaben nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz - Stickstoffleitfaden BImSchG-Anlagen -. https://www.umweltministerkonferenz.de/uml-beschluesse/umlauBericht2019_12.pdf
- Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen (2003): Bodenschutzkalkung in Nordrhein-Westfalen. Information für Waldbesitzer. Hrsg.: MUNLV NRW, Düsseldorf, 35 S.

- LANUV NRW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen) (2020): Schutzwürdige Biotope in Nordrhein-Westfalen. Digitale Arc-GIS-shapes und Attributdatensätze mit Stand vom 10.9.2020.
- LANUV NRW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW) (2014): Natura 2000-Gebiete in Nordrhein-Westfalen - Gebietsdokumente und Karten. [Stand: 28.11.2014]. (<http://www.naturschutzinformationen-nrw.de/natura2000-meldedok/de/start>)
- Lüdi, W. (1921) in: Tüxen (1937) S. 151
- MULNV NRW (2019): Ergänzender Runderlass vom 17.10.2019: Stickstoffeinträge in stickstoffempfindliche Lebensraumtypen hier: Entscheidung des BVerwG vom 15.05.2019, Az. 7 C 27.17
- MULNV NRW (2020): Stickstoffeinträge in stickstoffempfindliche Lebensraumtypen, hier: Differenzierung Abschneidewert für Säureäquivalente, mein Erlass vom 17.10.2019. Rundschreiben vom 5.6.2020
- MUNVL NRW (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz), 2001: Handbuch zur Dienstanweisung über die Bodenschutzkalkung in den Wäldern Nordrhein-Westfalens (Kalk 2000). RdErl. v. 24.09.2001, Az. 31-03-00.00.<http://waldkalkung.com/fileadmin/user_upload/2001_NRW_010924_KALK_HB_Handbuch_Kalkung_NRW.pdf> (Abruf: 30.05.2018).
- Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt Göttingen (2009): mdl. Aussage von Prof. Eichhorn 2009,
- Oberdorfer (1957) in: Tüxen (1937), S. 153
- Oberdorfer, E. (Hrsg.) (1992): Süddeutsche Vegetationsgesellschaften. Teil IV, Gustav-Fischer-Verlag, Jena Stuttgart New York
- Passarge, H. (1959) in: Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 18a
- Passarge, H. (1968) in: Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 7c
- Passarge, H., Hofmann, G. (1968): Vegetationsgesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes. II. Pflanzensoziologie 16, Jena, 298 S. + Anhang.
- PeutzConsult (2019): Abschätzung der Stickstoff- und Säuredepositionen für das Industrieareal „newPark“ in Datteln. Gutachten (Vorabzug) im Auftrag der newPark Planungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH. Bericht C 5085-9.2.
- PeutzConsult (2021): Luftschadstoffkontingentierung für den Bebauungsplan Nr. 100 „newPark Datteln“, Bericht CF 5085-4 vom 25.10. 2021. Autor: O. Streuber. Dortmund.
- PIK (Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung) (2021): KlimafolgenOnline. URL: <https://www.klimafolgenonline.com/> (Zugriff: 8/2021)
- Richter, A (2006): Abschätzung der Aufnahme von Stickstoff in der Phyllosphäre zweier Waldbestände des UNECE Integrated Monitoring Standort Zöbelboden. http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/oekosystem/WS_Molln_20060614/Praesentationen/N-Aufnahme.pdf
- Schaap, M., Hendriks, C., Kranenburg, R., Kuenen, J., Segers, A. (TNO, Utrecht), Schlutow, A., Nagel, H.-D., Ritter, A. (ÖKO-DATA, Strausberg), Banzhaf, S. (Freie Universität Berlin) (2018): PINETI-3: Modellierung atmosphärischer Stoffeinträge von 2000 bis 2015 zur Bewertung der ökosystem-spezifischen Gefährdung von Biodiversität durch Luftschadstoffe in Deutschland. UBA-Texte 79/2018. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-10-17_texte_79-2018_pineti3.pdf
- Schlutow, A. (2020): Teilgutachten zur FFH-Verträglichkeitsuntersuchung versauernder und eutrophierender Schadstoffeinträge aus dem SKW Lünen (TKL) in den FFH-Gebieten des potentiellen Wirkraums. Auftraggeber: Trianel Kohlekraftwerk Lünen GmbH & Co. KG, Berichtstand: 24.2.2020
- Schlutow, A. (2021): Teilgutachten zur FFH-Verträglichkeitsuntersuchung Ermittlung der Critical Loads für versauernde Schadstoffeinträge aus dem KW Datteln 4. Gutachten im Auftrag von TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co KG, Geschäftsstelle Rostock. Berichtsstand: 20.April 2021, 95 S.

- Schlutow, A., Bouwer, Y., Nagel, H.-D. (2018): Bereitstellung der Critical Load Daten für den Call for Data 2015-2017 des Coordination Centre for Effects im Rahmen der Berichtspflichtigen Deutschlands für die Konvention über weitreichende grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (CLRTAP). Im Auftrag des UBA, Abschlussbericht Projekt-Nr. UBA/43848. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/critical-load-daten-fuer-die-berichterstattung-2015>
- Schlutow, A., Dirnböck, T., Pecka, T., Scheuschner, T. (2015): Use of an empirical model approach for modelling trends of ecological sustainability (Chapter 14). In: De Vries, W., Hettelingh, J.-P., Posch, M. (eds). Critical Loads and Dynamic Risk Assessments: Nitrogen, Acidity and Metals in Terrestrial and Aquatic Ecosystems. Springer, 662 S.
- Schober, R (1974): Ertragstabellen wichtiger Baumarten bei verschiedenen Durchforstungen. Frankfurt a. M.: Verlag Sauerländer, 137 S.
- Staatsbetrieb Sachsenforst (o.J.): Walderneuerung und Erstaufforstung. Hinweise für Waldbesitzer (<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/16673/documents/4216>)
- Sverdrup, H. (1990): The kinetics base of cation release due to chemical weathering. Lund University Press, Lund, Sweden.
- Sverdrup, H., Warfvinge, P. (1993): The effect of soil acidification on the growth of trees, grass and herbs as expressed by the (Ca+Mg+K)/Al ratio. Reports in Ecology and Environmental Engineering, 1993:2.
- TA Luft (2021): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 28.5.2021
- TÜV Nord (2014): FFH-Verträglichkeitsuntersuchung für den vorhabensbezogenen Bebauungsplan (Nr. 105a) der Stadt Datteln. Ergänzende Betrachtungen im Ergebnis der Auswertung der Stellungnahmen aus der Beteiligung der Öffentlichkeit nach § 3 Abs. 2 BauGB und der Behörden nach § 4 Abs. 2 BauGB. Auftraggeber E.ON Kraftwerke GmbH Hannover. Stand: 6.5.2014. 64 S. u. 4 Anhänge
- Tüxen (1930) in: Tüxen (1937) S. 160
- Tüxen, R. (1937): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. Jahresbericht Naturhistorische Gesellschaft Hannover 31/87: 1-170, Hannover
- UBA (Hrsg.) (2018): PINETI-3: Modellierung atmosphärischer Stoffeinträge von 2000 bis 2015 zur Bewertung der ökosystem-spezifischen Gefährdung von Biodiversität durch Luftschadstoffe in Deutschland. Autoren: Martijn Schaap, Carlijn Hendriks, Richard Kranenburg, Jeroen Kuenen, Arjo Segers, Angela Schlutow, Hans-Dieter Nagel, Anja Ritter, Sabine Banzhaf UBA-FKZ: 3714 64 2010. UBA-Texte 79/2018 i. V. m. Rasterdatensätzen
- Ulrich, B. (1987): Stabilität, Elastizität und Resilienz von Waldökosystemen unter dem Einfluss saurer Deposition, Forstarchiv 58, S. 232-239.
- Van Dobben, H.F. und van Hinsberg, A. (2008): Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000-gebieden. = Alterra-rapport 1654, Wageningen. Online im Internet unter: URL: <http://www2.alterra.wur.nl/Webdocs/PDFFiles/Alterrapporten/AlterraRapport1654.pdf>.
- WELUGA (2021): Vegetationskundliche Bestandsaufnahmen von empfohlenen Schadensbegrenzungsmaßnahmen zur Vermeidung erheblicher Beeinträchtigungen von FFH-Lebensraumtypen durch versauernde und eutrophierende Luftschadstoffeinträge aus dem newPark Datteln. Erstellt für newPark Planungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Datteln, Bochum, Juni 2021, 33 S.

Anhang 1: Darstellung der Maßnahmen auf Luftbildern





Anhang 2: Maßnahmen auf Flurstückskarten

