

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 Luft- schadstoffeinträge aus dem newPark Datteln

Auftraggeber: newPark Planungs- und Entwicklungsgesellschaft
Genthiner Straße 8
45 711 Datteln

newPark
VISIONS FIND SPACE

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

Ahrensfelde, 12. März 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Beschreibung des Vorhabens	4
2	Aufgabenstellung	4
3	Untersuchungsgebiet	5
4	Bewertungsmaßstäbe	8
4.1	Bewertung der Erheblichkeit von vorhabensbedingten Zusatzbelastungen.....	8
4.2	Bagatellschwelle	8
4.3	Abschneidekriterium	9
5	Ausgangssituation – erhebliche Risiken in den FFH-Gebieten des Untersuchungsgebietes	10
5.1	Zu erwartende vorhabensbezogene Zusatzdeposition	10
5.1.1	Abschätzung der Emissionen	10
5.1.2	Schadensbegrenzende Maßnahme als Bestandteil des Planvorhabens.....	10
5.2	Kumulation der Zusatz-Depositionen aus anderen Plänen und Projekten.....	11
5.3	Hintergrunddepositionen von Stickstoff und Schwefel.....	13
5.4	Standortfaktoren der Beurteilungspunkte.....	14
5.4.1	Abiotische Standortfaktoren der LRT	14
5.4.2	Vegetation der LRT	19
6	Critical Loads-Konzept.....	24
6.1	Empirische Critical Loads	24
6.2	Standortspezifisch modellierte Critical Loads für den eutrophierenden Stickstoffeintrag	25
6.3	Standortspezifisch modellierte Critical Loads für den versauernden Stickstoff- und Schwefeleintrag	25
6.3.1	Methodischer Ansatz zur Berechnung von Critical Loads für versauernde Stoffeinträge.....	25
6.3.2	Ermittlung der kritischen Auswaschungsrate von Säureneutralisationskapazität $ANC_{le(crit)}$	26
6.3.3	Variantenvergleich.....	26
6.4	Ermittlung der Eingangsdaten für die Critical Loads-Modellierung	26
6.4.1	Netto-Immobilisierungsrate N_i	26
6.4.2	Denitrifikationsrate N_{de}	26
6.4.3	Aufnahmerate von N und Bc in die oberirdische pflanzliche Biomasse (N_u , B_{C_u})	27
6.4.4	Akzeptabler Stickstoff-Austrag mit dem Sickerwasser $N_{le(acc)}$	27
6.4.5	Freisetzungsrates basischer Kationen durch Verwitterung des Ausgangssubstrats.....	27
6.4.6	Hintergrunddepositionen basischer Kationen.....	28
6.4.7	kritische Auswaschungsrate von Säureneutralisationskapazität $ANC_{le(crit)}$	30
6.5	Unsicherheiten der Modelle und Eingangsdaten.....	32
6.6	Ergebnisse der Critical Load-Berechnungen.....	33
6.7	Überschreitung der Critical Loads durch die Gesamteinträge von N und S.....	34
7	Prüfung von Schadensbegrenzungsmaßnahmen	36
7.1	Verminderung der Emissionen von Stickstoff und Schwefelverbindungen durch Kontingentierung der Obergrenzen.....	36
7.1.1	Berechnung der notwendigen Obergrenzen für Emissionen zur Einhaltung von FFH-rechtlichen Abschneidekriterien und Bagatellschwellen.....	36
7.1.2	Nachweis der Vermeidungswirkung erheblicher Risiken in den LRT-Flächen..	37
7.1.3	Ermittlung der finanziellen und wirtschaftlichen Auswirkungen	38
7.2	Verminderung der Stickstoffgehalte im Boden der betroffenen Wald-LRT durch Ernte von nicht standortheimischen Baumarten.....	38
7.2.1	Ermittlung von Art und Umfang der notwendigen Entnahme nicht standortheimischer Baumarten.....	38
7.2.2	Nachweis der Vermeidungswirkung erheblicher Risiken in den LRT-Flächen..	39
7.2.3	Ermittlung der finanziellen und wirtschaftlichen Auswirkungen	39

7.3	Verminderung der Stickstoffgehalte im Boden der betroffenen Wald-LRT durch Unterpflanzung standorttypischer Baumarten	40
7.3.1	Ermittlung von Art und Umfang der notwendigen Unterpflanzung standorttypischer Baumarten.....	40
7.3.2	Nachweis der Vermeidungswirkung erheblicher Risiken in den LRT-Flächen..	41
7.3.3	Ermittlung der finanziellen und wirtschaftlichen Auswirkungen	42
7.4	Kalkung in kalkungsunempfindlichen LRT-Flächen zur Sanierung von Basenverlusten.....	42
7.4.1	Ermittlung der kalkungsunempfindlichen LRT-Flächen	42
7.4.2	Berechnung der Kalkungsmengen zur Kompensation von Säureeinträgen	44
7.4.3	Nachweis der Vermeidungswirkung erheblicher Risiken in den LRT-Flächen..	44
7.4.4	Ermittlung der finanziellen und wirtschaftlichen Auswirkungen	45
8	Variantenvergleich und Empfehlung der Vorzugsvariante bzw. Varianten- Kombination.....	46
8.1	Vor- und Nachteile der Maßnahmenvarianten.....	46
8.2	Gewichtung der Vor- und Nachteile	47
8.3	Fazit des Variantenvergleichs und Vorschlag der Vorzugsvariante	48
9	Hinweise zur Ausführung der Schadensbegrenzungsmaßnahmen	50
9.1	Hinweise zur Entnahme von nicht heimischen Baumarten.....	50
9.2	Hinweise zur Unterpflanzung mit heimischen Baumarten	50
9.3	Hinweise zur Durchführung der Bodenschutzkalkung	51
10	Zusammenfassung	52
Abb. 1:	Lage der Beurteilungspunkte im FFH-Gebiet Lippeaue	7
Abb. 2:	Vorzugsweise zu empfehlende Schadensbegrenzungsmaßnahmen in den Untersuchungsflächen des FFH-Gebietes Lippeaue	49

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. Die vermarktbar Fläche wird sich auf rd. 155 ha belaufen.

Es liegt eine städtebauliche Rahmenplanung für das Industrieareal newPark in Datteln vor. Diese sieht einen Kernbereich für großflächige Industrienutzung mit Einheiten größer als 10 ha vor, die sich nördlich einer zentralen Erschließungsachse erstrecken sollen.

Südlich der Haupteerschließungsachse sind kleinere Ansiedlungseinheiten zwischen 3 und 10 ha für produzierende Industrie und gewerbliche Unternehmen („Light Industries“) zur Ergänzung des Kernbereiches vorgesehen. Ein Forschungs- und Technologiebereich rundet das Flächenangebot ab.

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.

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 Luftschadstoffemissionen nicht durchgeführt werden. Das Büro PeutzConsult hat daher eine Abschätzung der Emissionen aus branchenüblichen Durchschnittswerten hergeleitet und daraus eine Depositionsprognose der zusätzlich zu erwartenden Stickstoff- und Schwefeleinträge in den FFH-Lebensräumen (LRT) der umliegenden FFH-Gebiete DE-4209-302 Lippeaue, DE 4314-302 Teilabschnitte Lippe - Unna, Hamm, Soest, Warendorf, FFH-Gebiet DE 4311-301 In den Kämpen, Im Marsche und Langerner Hufeisen und DE 4311-304 Wälder bei Cappenberg berechnet.

Für diese FFH-Gebiete ist die Empfindlichkeit der LRT gegenüber eutrophierenden Stickstoffeinträgen und versauernden Stickstoff- und Schwefeleinträgen zu ermitteln. Dazu werden die Critical Loads CL_{eutN} und CL_{S+N} mit Hilfe des „Einfachen Massenbilanz-Modells“ (CLRTAB 2017) ermittelt und mit den Gesamtdepositionen verglichen. Wird der standortspezifische Critical Load an einem oder mehreren Beurteilungspunkten überschritten, wird die Erheblichkeit anhand von Abschneidekriterien und Bagatellschwellen geprüft.

Erhebliche Beeinträchtigungen sollen vermieden bzw. auf ein unerhebliches Maß vermindert werden. Dazu sollen Maßnahmen in Varianten vorgeschlagen werden. Der Variantenvergleich soll unter dem Aspekt der effektivsten Schadensvermeidung, aber auch unter Beachtung wirtschaftlicher Effizienz durchgeführt werden, um eine Verhinderungsplanung zu vermeiden. Für jede Maßnahme wird der erforderliche Umfang berechnet und eine genaue Beschreibung der Umsetzung gegeben. Soweit möglich, ist der finanzielle Aufwand abzuschätzen. Anschließend wird eine Empfehlung der Vorzugsvariante gegeben oder ggf. eine Kombination mehrerer Varianten vorgeschlagen. Die Vorzugsvariante bzw. Varianten-Kombination wird mit dem Auftraggeber abgestimmt.

Abschließend wird für die Vorzugsvariante bzw. Varianten-Kombination der Nachweis geführt, dass sie zur nachhaltigen Vermeidung bzw. Begrenzung erheblicher Beeinträchtigungen der FFH-LRT führt.

3 Untersuchungsgebiet

Im Rahmen von FFH-Verträglichkeitsuntersuchungen für andere geplante Vorhaben, deren Wirkräume hinsichtlich eutrophierender und versauernder Einträge sich mit dem von newPark überschneiden, wurden Beurteilungspunkte gesetzt, um die Auswirkungen von eutrophierenden und versauernden Luftschadstoffeinträgen in folgende FFH-Gebiete zu prüfen:

- DE 4209-302 Lippeaue
- DE 4311-301 In den Kämpen, 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 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 50 Beurteilungspunkte innerhalb der verschiedenen Ausprägungstypen der LRT für die Prüfung der FFH-Verträglichkeit von newPark heran zu ziehen. 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.

Der Vergleich der Depositionsprognose (PeutzConsult 2019) für newPark mit den Abschneidekriterien $0,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (BMVBS 2013, FGSV 2019, Ad-hoc-AG BImSchG-Leitfaden Stickstoff 2019) und $24 \text{ eq S+N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (LANUV 2012), ergibt beurteilungsrelevante versauernde und/oder eutrophierende Einträge an 23 Beurteilungspunkten im FFH-Gebiet Lippeaue (vgl. 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	*91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i>	390350	5724664
3n	9190	Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen mit <i>Quercus robur</i>	390717	5724376
3bn	9110	Hainsimsen-Buchenwald	390682	5724344
6bn	6430	Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe	392817	5722683
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 minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> oder <i>Fraxinus angustifolia</i> (<i>Ulmion minoris</i>)	392938	5722378
28n	6430	Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe	393079	5721897
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 minor</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 minor</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 minor</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.

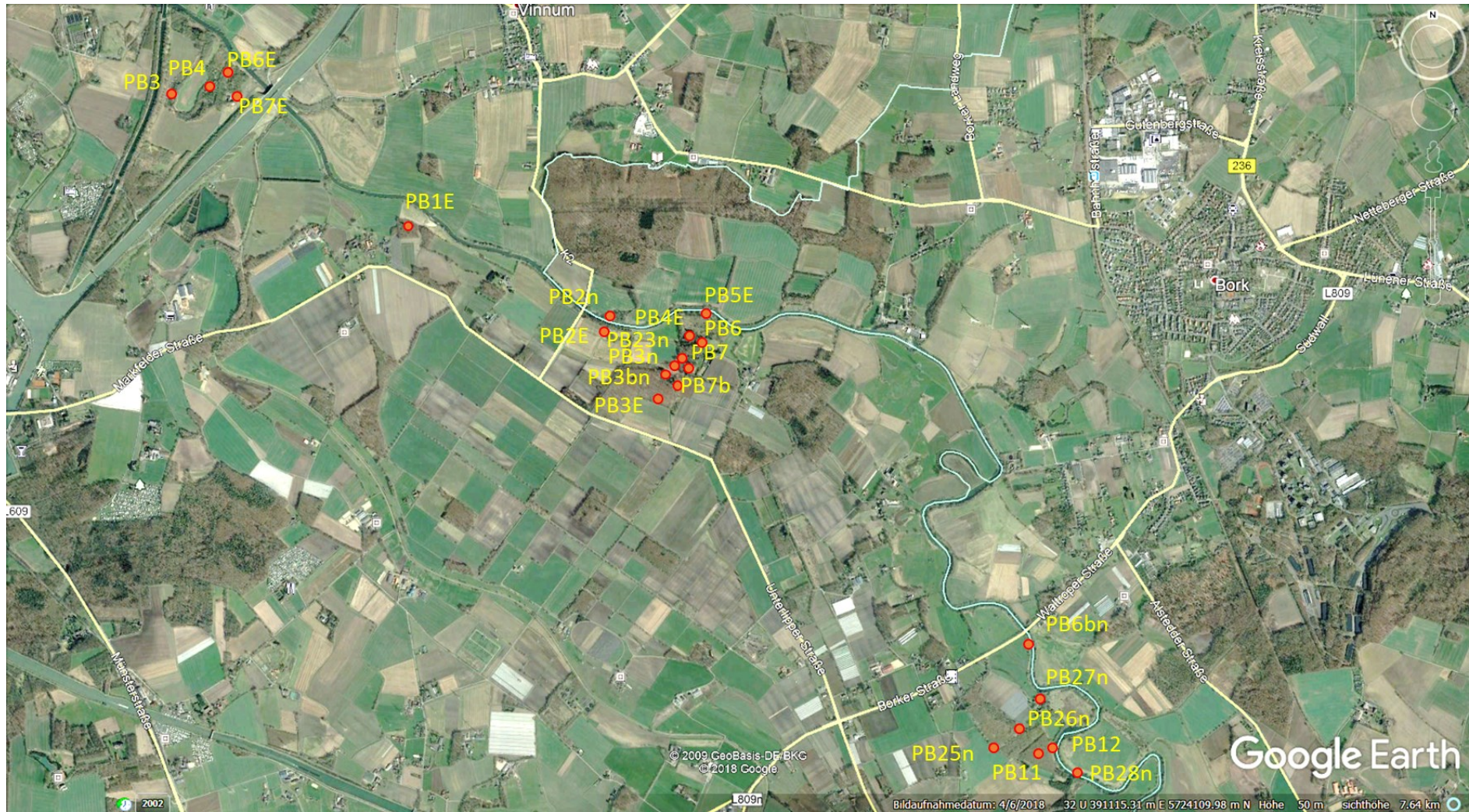


Abb. 1: Lage der Beurteilungspunkte im FFH-Gebiet Lippeau

4 Bewertungsmaßstäbe

4.1 Bewertung der Erheblichkeit von vorhabensbedingten Zusatzbelastungen

Folgende Arbeitsschritte werden zur Bewertung der Erheblichkeit von vorhabensbedingten Zusatzbelastungen empfohlen (BMVBS 2013), FGSV 2019) (Abbildung 1).

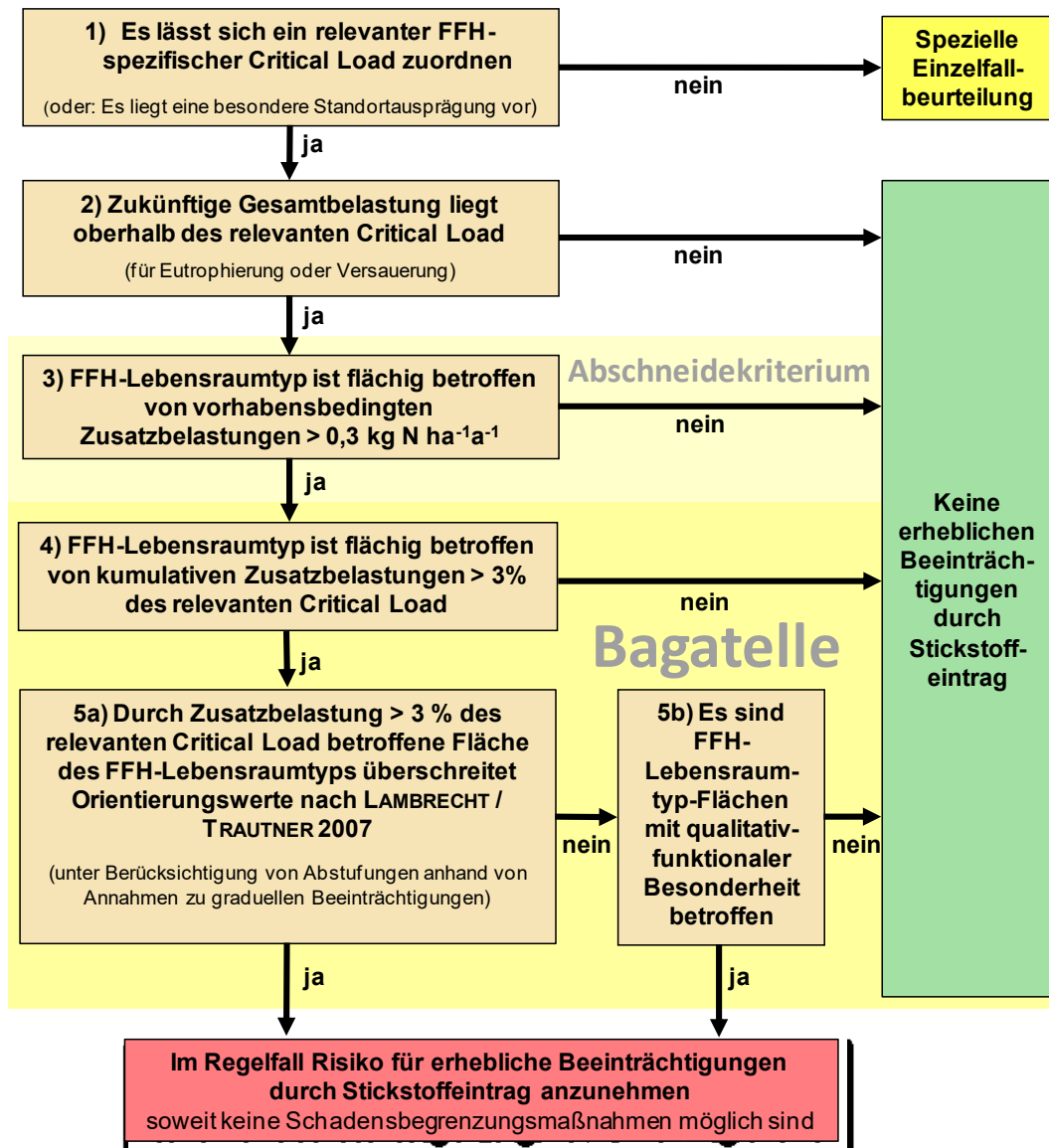


Abbildung 1: Arbeitsschritte zur Erheblichkeitsbeurteilung bei Stickstoffeinträgen (nach BMVBS 2013)

4.2 Bagatellschwelle

Der ermittelte Critical Load ist ein Vorsorgewert, bei dessen Einhaltung mit Sicherheit jegliche schädigende Wirkung ausgeschlossen werden kann (Null-Effekt-Schwelle). In der Regel besteht jedoch eine mehr oder weniger große Sicherheitstoleranz, innerhalb derer auch bei Überschreitungen des Critical Loads noch nicht mit erheblichen Beeinträchtigungen zu rechnen ist. Ob und vor allem wann bei seiner Überschreitung eine erhebliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, ist im Einzelfall gutachterlich zu bewerten.

Mit Hilfe der Bagatellschwelle wird die Höhe des zusätzlichen Stickstoffeintrags definiert, der höchstens vernachlässigbare Effekte und mit Sicherheit keine erheblichen Beeinträchtigungen auslösen kann. Nach Auswertung der Ergebnisse der Wirkungsforschung (vgl. BMVBS 2013)

wird die Bagatellschwelle in der FFH-Verträglichkeitsprüfung derzeit bundeseinheitlich auf 3 % des maßgeblichen CL gesetzt. Diese Vorgehensweise hat sich etabliert, ist höchstrichterlich vom Bundesverwaltungsgericht mehrfach bestätigt worden und wird kaum noch ernsthaft in Frage gestellt.

4.3 Abschneidekriterium

Aus praktischen Gründen, nämlich um in einer entsprechenden Immissionsprognose für einen Untersuchungs- bzw. Betrachtungsraum abgrenzen zu können, ist ein Abschneidekriterium, d. h. eine untere Grenze relevanter Zusatzbelastung zu definieren, denn theoretisch ist das Ausbreitungsgebiet aus einer Emissionsquelle unendlich groß. Ein solches Abschneidekriterium ist insbesondere auch im Rahmen der Kumulationsbetrachtung mehrerer Vorhaben mit Auswirkung auf dieselben FFH-Lebensraumflächen notwendig, weil die Einbeziehung aller Vorhaben in einem theoretisch unendlich großen Ausbreitungsgebiet praktisch nicht möglich ist.

Balla et al (2014) begründen in ihrer Zusammenschau, dass ein Abschneidekriterium von $0,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ für die Abgrenzung eines im Rahmen einer FFH-Verträglichkeitsprüfung relevanten Wirkraumes von prognostizierten Stickstoffeinträgen eines Planvorhabens fachlich plausibel, nachvollziehbar, rechtssicher und praxistauglich ist.

Die Revisionsverhandlung zum „Trianel“-Urteil des OVG Münster vom 16.06.2016 (8 D 99/13 AK) vor dem Bundesverwaltungsgericht ließ den 7. Senat des BVerwG am 15.5.2019 (BVerwG 7 C 27.17) zu dem Schluss kommen, dass kein Anlass zur Modifizierung des Abschneidekriteriums von $0,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ besteht.

Der Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen vom 11.10.2019 stellte daraufhin fest, dass „es bezüglich der FFH-Verträglichkeitsprüfung von eutrophierenden Stickstoffeinträgen geboten (ist), ab sofort den vorhabenbezogenen Abschneidewert in Höhe von $0,3 \text{ kg N/ha} \cdot \text{a}$ als naturwissenschaftlich gesicherten Wert zugrunde zu legen. Hinsichtlich der versauernden Stoffeinträge ist ab sofort der vorhabensbezogene Abschneidewert von $24 \text{ eq (N+S)/ha} \cdot \text{a}$ zugrunde zu legen. Die genannten Werte sind für die Festlegung sowohl des Einwirkungsbereichs des beantragten Projektes als auch der gegebenenfalls zu summierenden weiteren Projekte maßgeblich“.

5 Ausgangssituation – erhebliche Risiken in den FFH-Gebieten des Untersuchungsgebietes

5.1 Zu erwartende vorhabensbezogene Zusatzdeposition

5.1.1 Abschätzung der Emissionen

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. Das Büro PeutzConsult hat daher eine Abschätzung der Emissionen aus branchenüblichen Durchschnittswerten hergeleitet und daraus eine Depositionsprognose der zusätzlich zu erwartenden Stickstoff- und Schwefeleinträge in den FFH-Lebensräumen (LRT) der umliegenden FFH-Gebiete DE-4209-302 Lippeaue, DE 4314-302 Teilabschnitte Lippe - Unna, Hamm, Soest, Warendorf, FFH-Gebiet DE 4311-301 In den Kämpen, Im Marsche und Langerner Hufeisen und DE 4311-304 Wälder bei Cappenberg berechnet.

5.1.2 Schadensbegrenzende Maßnahme als Bestandteil des Planvorhabens

Da von vornherein mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erwarten war, dass die nah am Industriegebiet newPark gelegenen FFH-LRT-Flächen durch eutrophierende Stickstoffeinträge erheblich beeinträchtigt werden, hat die newPark Planungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH frühzeitig ein Fachgutachten in Auftrag gegeben, das schadensbegrenzende Maßnahmen hierfür prüfen sollte. Lorentz & Düring (Ingenieurbüro Lohmeyer 2013) erarbeiteten den Vorschlag, intensiv bewirtschaftete Äcker im Umfeld der LRT-Flächen an der Unteren Lippe (Bereich Voßberg und Fuchsspitze) der intensiven Nutzung zu entziehen, d. h. hier auf eine Düngung zukünftig zu verzichten. Die Verfügbarkeit dieser Flächen wurde geprüft und entsprechende Vorabsprachen mit den derzeitigen Eignern bzw. Nutzern geführt.

Dies hätte für die LRT-Flächen folgenden schadensmindernden Effekt:

Bei der Ausbringung von Dünger (sowohl mineralischem als auch Wirtschaftsdünger) wird ein Teil, insbesondere Ammoniak, durch den Wind in angrenzende Flächen verdriftet. Dies würde durch die Stilllegung bzw. Aufgabe der Düngung auf den Äckern vermieden.

Ein Teil der Düngerverluste erfolgt aber durch Auswaschung ins Grundwasser bei Regen. Auch die über den Wasserpfad ausgetragenen Stickstofffrachten, die insbesondere über den oberflächennahen Grundwasserabfluss in Richtung des Vorfluters (Lippe), und damit in das FFH-Gebiet und die hier betrachteten Beurteilungspunkte eingetragen werden, tragen zu einer Eutrophierung der grundwasserbeeinflussten LRT-Flächen bei. Dieser Teil der Stickstoffdrift ist nur schwer kalkulierbar und wurde deshalb nicht berechnet. Somit wird die Entlastung der LRT durch den Düngungsverzicht im Folgenden unterschätzt.

Zunächst haben Lorentz & Düring (Ingenieurbüro Lohmeyer 2013) in ihrem Gutachten die Minderung des NH_3 -Eintrages ausschließlich über den Luftweg in die den Stilllegungsflächen benachbarten LRT-Flächen kalkuliert (Tab. 2).

Die Depositionsprognose ergab auch unter Berücksichtigung der Schadensbegrenzung durch Düngerverzicht (PeutzConsult 2019), dass an 23 von 57 geprüften Beurteilungspunkten ein relevanter Eintrag von eutrophierendem Stickstoff und/oder Säure aus dem Industriegelände newPark stattfindet (Tab. 2).

Tab. 2: Zusatzdepositionen aus dem newPark ohne und mit Schadensbegrenzung durch Düngeverzicht an den relevanten Beurteilungspunkten der FFH-Gebiete im Untersuchungsgebiet

BP	LRT	Zusatzdeposition N ohne Düngeverzicht	Zusatzdeposition N+S ohne Düngeverzicht	Depositionsminderung von NH ₃ durch Düngeverzicht		Zusatzdeposition N bei Düngeverzicht	Zusatzdeposition N+S bei Düngeverzicht
		[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	[eq ha ⁻¹ a ⁻¹]	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	[eq ha ⁻¹ a ⁻¹]	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	[eq ha ⁻¹ a ⁻¹]
2n	91E0	2,4	436	0	0	2,36	436
3n	9190	2,9	581	-1,26	-90	1,69	491
3bn	9110	3,2	629	-0,81	-58	2,39	571
6bn	6430	0,0	39	0	0	0,00	39
23n	9190	2,9	581	-1,26	-90	1,69	491
25n	9160	0,0	34	0	0	0,00	34
26n	9190	0,0	33	0	0	0,00	33
27n	91F0	0,0	30	0	0	0,00	30
28n	6430	0,0	26	0	0	0,00	26
3	*91E0	0,0	25	0	0	0,00	25
4	91E0	0,0	41	0	0	0,00	41
6	91E0	2,5	486	-0,91	-65	1,58	421
7	9190	2,7	519	-0,71	-51	1,97	468
7b	9110	3,2	630	-0,88	-63	2,32	567
11	9160	0,0	39	0	0	0,00	39
12	91F0	0,0	31	0	0	0,00	31
1E	9190	1,6	287	0	0	1,62	287
2E	9160	3,1	594	-0,91	-65	2,21	529
3E	9110	4,0	801	-0,88	-63	3,13	738
4E	9160	1,9	352	-0,91	-65	1,00	287
5E	91F0	0,9	146	0	0	0,85	146
6E	91F0	0,3	38	0	0	0,25	38
7E	*91E0	0,3	38	0	0	0,25	38

Quelle: PeutzConsult (2019)

5.2 Kumulation der Zusatz-Depositionen aus anderen Plänen und Projekten

Der Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen vom 11.10.2019 schreibt vor, dass „im Rahmen der Summationsbetrachtung nur diejenigen weiteren Projekte zu berücksichtigen sind, für die bereits eine Genehmigung erteilt worden ist. . . . Das BVerwG weist darauf hin, dass bei der Summationsbetrachtung in Bezug auf die Ausschöpfung der Bagatellschwelle i.H.v. 3% des Critical Loads nicht stets bis auf den Zeitpunkt der Aufnahme des betreffenden FFH-Gebietes in die Gemeinschaftsliste (Dezember 2004) zurückzugehen sei. Die 3%-Bagatellschwelle kann in begründeten Fällen auch mehrfach in Anspruch genommen werden. Dies sei möglich, wenn aufgrund der besten einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnisse eine eindeutige Verbesserung der Hintergrundbelastung (Vorbelastung) festgestellt wurde und die für das betreffende Natura 2000-Gebiet festgelegten Schutzzwecke und Erhaltungsziele gewahrt werden.“

Der Vergleich der Hintergrund-Depositionen in dem FFH-Gebiet Lippeaue zwischen dem Zeitraum der Meldung des FFH-Gebietes an die EU-Kommission (2004-2006) und den 3-Jahresmitteln 2008-2010 und 2013-2015 zeigt eine deutliche Reduktion der Depositionen (Tab. 3). Mit dieser Betrachtungsweise (3-Jahresmittel) folgt man der Empfehlung des UBA, witterungsbedingte Schwankungen der Jahresdepositionen zu glätten, um Trends deutlicher sichtbar zu machen.

Die Depositionen sind den Rasterdatensätzen des PINETI 3-Projektes entnommen worden, die im Auftrag des Umweltbundesamtes von Schaap et al (2018) ermittelt bzw. modelliert wurden.

Tab. 3: Vergleich der Depositionen im FFH-Gebiet Lippeaue zwischen dem Zeitraum der Meldung des FFH-Gebietes an die EU-Kommission (2004-2006) und den 3-Jahresmitteln 2008-2010 und 2013-2015

	S _{dep}	N _{dep}	(S+N) _{dep}	(S+N-BC*) _{dep}
	%	%	%	%
FFH- Gebiet DE 4209-302 Lippeaue				
2004-2006	100	100	100	100
2008-2010	72	88	84	85
2013-2015	56	81	76	73

Damit ist der Nachweis erbracht, dass „eine eindeutige Verbesserung der Hintergrundbelastung (Vorbelastung) festgestellt“ werden kann.

Unter Berücksichtigung der in diesem Gutachten nachfolgend vorgeschlagenen Maßnahmen werden „die für das betreffende Natura 2000-Gebiet festgelegten Schutzzwecke und Erhaltungsziele gewahrt werden“.

Für die Depositionsprognose wurden von PeutzConsult (2019) folgende Vorhaben im Rahmen der Summationsbetrachtung berücksichtigt. Dabei gehen folgende Zusatzdepositionen positiv in die Kumulation ein:

- Trianel Kraftwerk Lünen
- Uniper (früher E.ON) Kraftwerk Datteln Block 4
- HKW Herne der STEAG GmbH
- Erweiterung Aurubis AG Lünen
- Biomassekraftwerk Lünen
- Tierhaltungsanlage (1) Karl Heinz Grae, Waltrop
- Tierhaltungsanlage (3) Theo Surmann, Waltrop
- Tierhaltungsanlage (11) Klaus Eickenscheidt, Waltrop
- Tierhaltungsanlage (19) D&H Olfen

Zu einigen dieser Planungen Dritter lagen Gutachten (Immissionsprognosen, FFH-Verträglichkeitsprüfungen) vor. Wo dies nicht der Fall war, wurden Ausbreitungsberechnungen auf Basis der Tierbestände vorgenommen. Diese ergaben für die durch die Planungen von newPark ggfs. betroffenen FFH-Gebiete keine Auswirkungen, somit keine im Rahmen der Summation zu berücksichtigen Beiträge.

Das Trianel Kraftwerk Lünen ist, trotz laufendem Rechtsstreit, seit 2014 im Betrieb. Die Immissionen durch das Kraftwerk sind somit in den UBA-Daten zur Hintergrundbelastung 2014 und 2015 enthalten.

Somit verbleibt nach aktuellem Erkenntnisstand das Uniper (vorher E.ON) Kraftwerk Datteln. Der Betrieb soll voraussichtlich Mitte 2020 auf Basis der 2015 erteilten immissionsschutzrechtlichen Genehmigung aufgenommen werden. Die zu erwartenden Zusatzdepositionen (TÜV

Nord 2014) zeigen, dass die eutrophierenden N-Einträge kleiner als das Abschneidekriterium von $0,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ sind, während die zusätzlichen Säureeinträge S+N an allen Beurteilungspunkten des FFH-Gebietes Lippeaue über dem Abschneidekriterium von $24 \text{ eq ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ liegen (Tab. 4).

Tab. 4: Zusatzdepositionen aus dem KW Datteln (Block 4) an den relevanten Beurteilungspunkten der FFH-Gebiete im Untersuchungsgebiet

BP	LRT	Zusatzdeposition N	Zusatzdeposition N+S
		[$\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$]	[$\text{eq ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$]
2n	91E0	0,10	43
3n	9190	0,12	50
3bn	9110	0,11	51
6bn	6430	0,0	56
23n	9190	0,11	51
25n	9160	0,12	54
26n	9190	0,13	54
27n	91F0	0,13	54
28n	6430	0,0	55

5.3 Hintergrunddepositionen von Stickstoff und Schwefel

Die Hintergrunddepositionen im Durchschnitt der Jahre 2013 bis 2015 wurden im Rahmen des PINETI3-Projektes des Umweltbundesamtes (UBA 2018) entnommen. Aus diesem Projekt ergeben sich an den beurteilungsrelevanten Beurteilungspunkten folgende Hintergrunddepositionen (vgl. Tab. 5):

Tab. 5: Hintergrunddepositionen an den relevanten Beurteilungspunkten im Untersuchungsgebiet (UBA 2018) im Durchschnitt der Jahre 2013-2015

BP	LRT	Hintergrunddepositionen N [$\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$]	Hintergrunddepositionen N+S [$\text{eq ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$]
2n	*91E0	23,9	2023
3n	9190	23,6	1994
3bn	9110	23,6	1994
6bn	6430	18,3	1565
23n	9190	23,6	1994
25n	9160	23,0	1961
26n	9190	23,0	1961
27n	91F0	23,0	1961
28n	6430	18,3	1560
3	*91E0	23,6	1994
4	*91E0	23,9	2023
6	*91E0	23,6	1994
7	9190	23,6	1994
7b	9110	23,6	1994
11	9160	18,3	1565
12	91F0	23,0	1961
1E	9190	23,9	2023

BP	LRT	Hintergrunddepositionen N [kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	Hintergrunddepositionen N+S [eq ha ⁻¹ a ⁻¹]
2E	9160	23,9	2023
3E	9110	23,6	1994
4E	9160	23,6	1994
5E	91F0	23,6	1994
6E	91F0	23,9	2023
7E	*91E0	23,9	2023

5.4 Standortfaktoren der Beurteilungspunkte

5.4.1 Abiotische Standortfaktoren der LRT

Die Bodenformen wurden der Bodenkarte 1: 50 000 (Bk 50), (Zugriff 7/2019) entnommen und ggf. mit weiteren Zusatzinformationen aus der Bodenkarte 1: 5 000 (Bk 5) ergänzt. Die Legenden zur Bk50 und Bk 5 enthalten zahlreiche Informationen, die in die Critical Loads-Berechnung eingehen (Tab. 6).

Tab. 6: Bodeneinheiten 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 Grundwasserstufe: sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0) Durchwurzelungstiefe: 7 dm (mittel) Kationenaustauschkapazität: 52 mol+/m2 (gering) Denitrifikationspotenzial: 30 – 50 kgN/ha/a (mittel) Schichtenaufbau1): 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	Gley	L4310_ G841 GWA3 Grundwasserstufe: tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0) Durchwurzelungstiefe: 7 dm (mittel) Kationenaustauschkapazität: 30 mol+/m2 (sehr gering) Denitrifikationspotenzial: 50 – 150 kgN/ha/a (hoch) Schichtenaufbau1): 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)

BP	LRT	Bodenform	
3b n	9110	Gley	<p>L4310_ G841 GAW3</p> <p><u>Grundwasserstufe:</u> tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) <u>Stauwassergrad:</u> ohne Stauwasser (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 7 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 30 mol+/m² (sehr gering) <u>Denitrifikationspotenzial:</u> 30 – 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 (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)</p>
6b n	6430	Gley-Vega	<p>L4310_ G-A731 GS4</p> <p><u>Grundwasserstufe:</u> sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) <u>Stauwassergrad:</u> ohne Stauwasser (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: Sand, mittel lehmiger Sand, schwach lehmiger Sand aus Auenablagerung (Holozän)</p>
23 n	*91E0	Gley	<p>L4310_ G841G WA3</p> <p><u>Grundwasserstufe:</u> tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) <u>Stauwassergrad:</u> ohne Stauwasser (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 7 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 30 mol+/m² (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 Terrassenablagerungen (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)</p>
25 n	9160	Gley-Braunerde	<p>L4310_ G-B842 GW4</p> <p><u>Grundwasserstufe:</u> sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) <u>Stauwassergrad:</u> ohne Stauwasser (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 7 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 30 mol+/m² (sehr gering) <u>Denitrifikationspotenzial:</u> 30 – 50 kgN/ha/a (mittel) <u>Schichtenaufbau:</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) 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)</p>
26 n	9190	Gley-Braunerde	<p>L4310_ G-B842 GW4</p> <p><u>Grundwasserstufe:</u> sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) <u>Stauwassergrad:</u> ohne Stauwasser (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 7 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 30 mol+/m² (sehr gering) <u>Denitrifikationspotenzial:</u> 30 – 50 kgN/ha/a (mittel) <u>Schichtenaufbau:</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) 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)</p>

BP	LRT	Bodenform	
27 n	91F0	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>Schichtenaufbau:</u> 4-10 dm Sand und schwach lehmiger Sand und mittel lehmiger Sand vereinzelt stark lehmiger Sand aus Auenablagerung stellenweise Uferwall (Holozän) 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) 10-16.1 dm Sand und mittel lehmiger Sand und schwach lehmiger Sand aus Auenablagerung (Holozän)</p>
28n	6430	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> 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)</p>
3	91E0	Auengley	<p>L4310_ aG741 GS3</p> <p>Grundwasserstufe: tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) <u>Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0)</u> <u>Durchwurzelungstiefe: 9 dm (mittel)</u> <u>Kationenaustauschkapazität: 93 mol+/m2 (mittel)</u> <u>Denitrifikationspotenzial: 50 – 150 kgN/ha/a (hoch)</u> <u>Schichtenaufbau:</u> 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) <u>Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0)</u> <u>Durchwurzelungstiefe: 10 dm (mittel)</u> <u>Kationenaustauschkapazität: 140 mol+/m2 (mittel)</u> <u>Denitrifikationspotenzial: 30 – 50 kgN/ha/a (mittel)</u> <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)</p>
		Brauner Auenboden aus Auensand, stellenweise über Auenlehm (Holozän)	<p>Bk 5: A85</p> <p>carbonat (kalkhaltig), lehmiger Sand über carbonat (kalkhaltig), schwach lehmiger Sand - Sand; <u>Grundwasserstand 1,30 - 2,00 m u.GOF (stark schwankend)</u></p>

BP	LRT	Bodenform	
6	91E0	Typischer Gley,	<p>Bk 50: L4310_ G841 GWA3</p> <p>Grundwasserstufe: tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) <u>Stauanäsegrad: ohne Staunäse (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>
7	9190	Typischer Gley,	<p>Bk 50: L4310_ G841 GWA3</p> <p>Grundwasserstufe: tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) <u>Stauanäsegrad: ohne Staunäse (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>
7b	9110	Typischer Gley,	<p>Bk 50: L4310_ G841 GWA3</p> <p>Grundwasserstufe: tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) <u>Stauanäsegrad: ohne Staunäse (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>Stauanäsegrad: ohne Staunäse (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>Stauanäsegrad: ohne Staunäse (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>

BP	LRT	Bodenform	
1E	9190	Gley	L4310_ G841 GWA3 <u>Grundwasserstufe:</u> tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) <u>Stauanäsegrad:</u> ohne Staunässe (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 7 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 30 mol+/m2 (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)
2E	9160	Gley-Vega	L4310_ G-A731 GS4 <u>Grundwasserstufe:</u> sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) <u>Stauanäsegrad:</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)
3E	9110	Gley	L4310_ G841 GWA3 <u>Grundwasserstufe:</u> tief, 8 – 13 dm (Stufe 3) <u>Stauanäsegrad:</u> ohne Staunässe (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 7 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 30 mol+/m2 (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>Stauanäsegrad:</u> ohne Staunässe (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 7 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 30 mol+/m2 (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>Stauanäsegrad:</u> ohne Staunässe (Stufe 0) <u>Durchwurzelungstiefe:</u> 7 dm (mittel) <u>Kationenaustauschkapazität:</u> 30 mol+/m2 (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)

BP	LRT	Bodenform	
6E	91E0	Auengley-Brauner Auenboden	Bk 50: L4310 G-A431 GS4 Grundwasserstufe: sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0) Durchwurzelungstiefe: 10 dm (mittel) Kationenaustauschkapazität: 140 mol+/m ² (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)
/E	91E0	Auengley-Brauner Auenboden	Bk 50: L4310 G-A431 GS4 Grundwasserstufe: sehr tief, 13 – 20 dm (Stufe 4) Staunässegrad: ohne Staunässe (Stufe 0) Durchwurzelungstiefe: 10 dm (mittel) Kationenaustauschkapazität: 140 mol+/m ² (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)

Weitere abiotische Standortparameter, die zur Ermittlung der Critical Loads erforderlich sind, sind die Klimaparameter. Die Bodentemperatur wird mit der Lufttemperatur im Jahresdurchschnitt gleichgesetzt und dem DWD-Datensatz 1981 - 2010 standortspezifisch im Untersuchungsgebiet (UG) entnommen. Im UG beträgt sie 10,3-10,4 °C (DWD 2011b). Man kann davon ausgehen, dass die Vegetationszeitlänge im Untersuchungsgebiet (UG) im langjährigen Mittel 180 Tage (> 10 °C Tagesmitteltemperatur) beträgt.

Berücksichtigung des prognostizierten Klimawandels

Das Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung hat Prognosen für die Klimaänderung bis zur Periode 2060-2090 nach unterschiedlichen Szenarien veröffentlicht¹. Der worst case, d. h. das Szenarium RCP 8.5 in der Variante „hohe Temperaturzunahme“ weist für die Region um Recklinghausen eine Entwicklung der Niederschlagssummen von 830 mm/a in der Periode 1971-2000 auf 800 mm/a in der Periode 2060 -2090 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 14,5°C gerechnet. Die Vegetationszeitlänge wird sich auf 220 d/a erhöhen.

Allerdings wird aufgrund der höheren temperaturabhängigen Verdunstungsrate mit einer deutlichen Abnahme der Sickerwasserrate (SWR) gerechnet. Die von der BGR (2014) veröffentlichte Sickerwasserkarte weist im UG eine Sickerwasserrate von 463 mm/a aus. Rechnet man diese unter der Annahme einer Verdunstungsrate von maximal 79% um, ergibt sich voraussichtlich für die Periode 2070-2100 eine Sickerwasserrate von 172 mm/a.

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

5.4.2 Vegetation der LRT

Als Grundlage für die Ermittlung der Vegetation (Tab. 7) diene das

- Biotopkataster schutzwürdiger Biotope des Landes Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW, Zugriff 7/2019)²
- Maßnahmenkonzept Natura 2000 Lippeaue, Bereich Ost, Anhang 1: Maßnahmentabelle (IVÖR - Institut für vegetationskunde, Ökologie und Raumplanung) (2016-2018)

¹ <http://www.klimafolgenonline.com/>

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

Tab. 7: Vegetation der FFH-LRT (LANUV NRW 2019) bzw. der LRT-Entwicklungsflächen (IVOR 2016-2018)

Beurteilungspunkt	Biotopkater/sonst. Quelle	LRT	Akt. Pflanzengesellschaft	Artenkombination/Deckungsgrad sofern angegeben
FFH-Gebiet DE 4209-302 Lippeaue				
2 n	BT-4310-0065-2006 (2016)	*91E0	Salicetum albae (SAL)	<p>obere Baumschicht: Acer pseudoplatanus (Berg-Ahorn), s / Betula spec. (Birke (unbestimmt)), fl / Alnus glutinosa (Schwarz-Erle), f / Populus canadensis (P. deltoides x nigra) (Kanadische Pappel), s / Salix alba (subsp. alba) (Silber-Weide), d, (cf, möglicherweise Salix fragilis) / Fraxinus excelsior (subsp. excelsior) (Esche), (2010 nicht mehr festgestellt)</p> <p>untere Baumschicht: Fraxinus excelsior (subsp. excelsior) (Esche), fl / Quercus robur (subsp. robur) (Stiel-Eiche), l / Alnus glutinosa (Schwarz-Erle), fl</p> <p>obere Strauchschicht: Crataegus laevigata (Zweigrieffliger Weissdorn), l / Viburnum opulus (Gemeiner Schneeball), l / Corylus avellana (Haselnuss), fl / Sambucus nigra (Schwarzer Holunder), fl</p> <p>untere Strauchschicht: Rubus sectio Rubus (Brombeere Sa.), l, RL 10 ? / Rubus spec. (Brombeere (unbestimmt)), fl / Fraxinus excelsior (subsp. excelsior) (Esche), l</p> <p>Krautschicht: Aegopodium podagraria (Giersch), fl / Geum urbanum (Echte Nelkenwurz), l / Glechoma hederacea (Gundermann), dl / Festuca gigantea (Riesen-Schwingel), s / Carex pseudocyperus (Schein-Zypergras-Segge), s / Angelica sylvestris s.l. (Gewöhnliche Wald-Engelwurz i.w.S.), s / Milium effusum (Flattergras), s / Iris pseudacorus (Gelbe Schwertlilie), s / Urtica dioica (Grosse Brennessel), dl / Lycopodium europaeus (Ufer-Wolfs-trapp), fl / Lysimachia nummularia (Pfennigkraut), dl / Symphytum officinale (Gemeiner Beinwell), l</p>
3 n	BT-4310-0347-2015 (2015)	9190	ohne Zuordnung (OZ)	<p>obere Baumschicht: Sorbus aucuparia (Gewöhnliche Eberesche), l / Betula pendula (Sand-Birke), f / Quercus robur (Stiel-Eiche), d</p> <p>untere Baumschicht: Sorbus aucuparia (Gewöhnliche Eberesche), f</p> <p>Strauchschicht: Sorbus aucuparia (Gewöhnliche Eberesche), l / Frangula alnus (Faulbaum), s</p> <p>Krautschicht: Pteridium aquilinum (Adlerfarn), d / Impatiens parviflora (Kleinblütiges Springkraut), l / Rubus idaeus (Himbeere), l / Dryopteris dilatata (Grosser Dornfarn), l / Lonicera periclymenum (Wald-Geissblatt), l / Hedera helix (Efeu), l / Carex spec. (Segge (unbestimmt)), s</p>
3b n	BT-4310-0352-2015 (2015)	9110	ohne Zuordnung (OZ)	<p>Betula pendula (Sand-Birke) / Dryopteris dilatata (Grosser Dornfarn) / Rubus sectio Rubus (Brombeere Sa.), RL 10 sect. / Sorbus aucuparia (Gewöhnliche Eberesche) / Fagus sylvatica (Rotbuche), d / Impatiens parviflora (Kleinblütiges Springkraut) / Carpinus betulus (Hainbuche)</p>
6b n	(BT-4310-0500-2015 (2015))	6430	ohne Zuordnung (OZ)	<p>Calystegia sepium s.l. (Echte Zaunwinde) / Chenopodium rubrum (Roter Gänsefuß) / Lythrum salicaria (Gemeiner Blutweiderich) / Phalaris arundinacea (Rohr-Glanzgras) / Typha latifolia (Breitblättriger Rohrkolben) / Urtica dioica (Grosse Brennessel)</p>

Beurteilungspunkt	Biotopkataloger/sonst. Quelle	LRT	Akt. Pflanzengesellschaft	Artenkombination/Deckungsgrad sofern angegeben
23 n	BT-4310-0347-2015 (2015)	9190	ohne Zuordnung (OZ)	<p>obere Baumschicht: <i>Sorbus aucuparia</i> (Gewöhnliche Eberesche), l / <i>Betula pendula</i> (Sand-Birke), f / <i>Quercus robur</i> (Stiel-Eiche), d</p> <p>untere Baumschicht: <i>Sorbus aucuparia</i> (Gewöhnliche Eberesche), f</p> <p>Strauchschicht: <i>Sorbus aucuparia</i> (Gewöhnliche Eberesche), l / <i>Frangula alnus</i> (Faulbaum), s</p> <p>Krautschicht: <i>Pteridium aquilinum</i> (Adlerfarn), d / <i>Impatiens parviflora</i> (Kleinblütiges Springkraut), l / <i>Rubus idaeus</i> (Himbeere), l / <i>Dryopteris dilatata</i> (Grosser Dornfarn), l / <i>Lonicera periclymenum</i> (Wald-Geissblatt), l / <i>Hedera helix</i> (Efeu), l / <i>Carex spec.</i> (Segge (unbestimmt)), s</p>
25 n	BT-4310-0535-2015 (2015),	9160	junge Aufforstung von Stiel-Eichen (<i>Quercus robur</i>) und Hainbuchen (<i>Carpinus betulus</i>),	<p>1. Baumschicht: <i>Quercus robur</i> (Stiel-Eiche) 5bis 4, <i>Carpinus betulus</i> (Hainbuche) – bis 3, <i>Betula pendula</i> (Birke) - bis +, <i>Salix caprea</i> (Sal-Weide) - bis +</p> <p>2. Baumschicht: <i>Carpinus betulus</i> (Hainbuche) 2a bis -,</p> <p>Strauchschicht: <i>Sambucus nigra</i> (Schwarzer Holunder) +bis -, <i>Carpinus betulus</i> (Hainbuche) - bis +, <i>Rubus fruticosus</i> agg. (Brombeere Sa.) - bis +, <i>Crataegus monogyna</i> (Weißdorn) - bis +,</p> <p>Krautschicht: <i>Urtica dioica</i> (Grosse Brennessel) 3 bis 2m, <i>Galium aparine</i> (Klebkraut) 2b bis 1, <i>Veronica hederifolia</i> (Efeu-Ehrenpreis) 2m bis -, <i>Circaea spec.</i> (Hexenkraut) - bis 2m, <i>Holcus lanatus</i> (Wolliges Honiggras) 1 bis -, <i>Rubus fruticosus</i> agg. (Brombeere Sa.) + bis 1, <i>Carpinus betulus</i> (Hainbuche) + bis 1, <i>Rubus idaeus</i> (Himbeere) - bis 1, <i>Poa spec.</i> (Rispengras) - bis 1, <i>Galeopsis tetrahit</i> (Gemeiner Hohlzahn) r bis -, <i>Dryopteris filix-mas</i> (Echter Wurmfarne) - bis +, <i>Dryopteris carthusiana</i> (Dornfarn) - bis +, <i>Alliaria petiolata</i> (Knoblauchsrauke) - bis +</p>
26 n	BT-4310-0536-2015 (2015)	9190	ohne Zuordnung (OZ)	<p>obere Baumschicht: <i>Sorbus aucuparia</i> (Gewöhnliche Eberesche), l / <i>Betula pendula</i> (Sand-Birke), f / <i>Quercus robur</i> (Stiel-Eiche), d</p> <p>untere Baumschicht: <i>Sorbus aucuparia</i> (Gewöhnliche Eberesche), f</p> <p>Strauchschicht: <i>Sorbus aucuparia</i> (Gewöhnliche Eberesche), l / <i>Frangula alnus</i> (Faulbaum), s</p> <p>Krautschicht: <i>Pteridium aquilinum</i> (Adlerfarn), d / <i>Impatiens parviflora</i> (Kleinblütiges Springkraut), l / <i>Rubus idaeus</i> (Himbeere), l / <i>Dryopteris dilatata</i> (Grosser Dornfarn), l / <i>Lonicera periclymenum</i> (Wald-Geissblatt), l / <i>Hedera helix</i> (Efeu), l / <i>Carex spec.</i> (Segge (unbestimmt)), s</p>
27 n	BT-4310-0024-2008 (2008)	91F0	ohne Zuordnung (OZ)	<p>obere Baumschicht: <i>Fraxinus excelsior</i> (subsp. <i>excelsior</i>) (Esche) / <i>Populus spec.</i> (Pappel (unbestimmt)) / <i>Salix alba</i> (subsp. <i>alba</i>) (Silber-Weide)</p> <p>obere Strauchschicht: <i>Crataegus monogyna</i> (Eingrifflicher Weissdorn) / <i>Crataegus spec.</i> (Weissdorn (unbestimmt)) / <i>Rosa spec.</i> (Rose (unbestimmt)) / <i>Rubus sectio Rubus</i> (Brombeere Sa.), RL 10 ? / <i>Salix caprea</i> (subsp. <i>caprea</i>) (Sal-Weide) / <i>Salix cinerea</i> (Asch-Weide Sa.) / <i>Sambucus nigra</i> (Schwarzer Holunder)</p> <p>Krautschicht: <i>Euonymus europaeus</i> (Gewöhnliches Pfaffenhütchen) / <i>Viburnum opulus</i> (Gemeiner Schneeball)</p>

Beurteilungspunkt	Biotopkatas-ter/ sonst. Quelle	LRT	Akt. Pflanzen- gesellschaft	Artenkombination/Deckungsgrad sofern angegeben
28n	BK-4310-903 2009	6430	ohne Zuordnung (OZ)	Phalaris arundinacea (subsp. arundinacea) (Rohr-Glanzgras), Angelica archangelica (Arznei-Engelwurz), Silene dioica (Rote Lichtnelke), Lythrum salicaria (Gemeiner Blutweiderich), Lamium album (Weisse Taubnessel), Glechoma hederacea (Gundermann), Geranium robertianum (Ruprechtskraut), Filipendula ulmaria (subsp. ulmaria) (Echtes Maedesuess), Epilobium hirsutum (Zottiges Weidenroeschen), Alliaria petiolata (Knoblauchsrauke)
3	BT-4310-0189-2015 (2015)	91E0	Salicion albae	(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 japonica (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)
4	BT-4310-0202-2015 (2015)	91E0	Ulmenion minoris Fragmentges. (UL-FG)	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	BT-4310-0341-2015 (2015)	91E0	Alnenion glutinosae (ALGN-V)	Schicht: 1. (obere) Baumschicht Alnus glutinosa (d), Fraxinus excelsior (subsp. excelsior) (f) Schicht: Krautschicht Cardamine amara (f), Rubus sectio Rubus (f), Urtica dioica (f), Carex remota (fl), Circaea lutetiana (fl), Impatiens parviflora (fl) Schicht: Strauchschicht Sambucus nigra (f), Sorbus aucuparia (f), Frangula alnus (subsp. alnus) (l) Gesellschaft: Glycerietum maximae (GMAX) Schicht: Krautschicht Rubus sectio Rubus (f), Solanum dulcamara (f), Urtica dioica (f), Cardamine amara (fl), Carduus crispus s.l. (fl), Lycopodium europaeus (fl), Glyceria maxima (fl), Eupatorium cannabinum (subsp. cannabinum) (l), Iris pseudacorus (l)
7	BT-4310-0347-2015 (2015)	9190	Quercion roboris (QN-V)	Schicht: 1. (obere) Baumschicht Quercus robur (subsp. robur) (d), Betula pendula (f) Schicht: 2. (untere) Baumschicht Betula pendula (d), Sorbus aucuparia (f) Schicht: Krautschicht Rubus sectio Rubus (d), Pteridium aquilinum (subsp. aquilinum) (dl), Rubus idaeus (f), Teucrium scordium (subsp. scordium) (fl), Hedera helix (subsp. helix) (fl), Impatiens parviflora (fl) Schicht: Strauchschicht Sorbus aucuparia (d), Betula pendula (f), Frangula alnus (subsp. alnus) (f), Corylus avellana (s)

Beurteilungspunkt	Biotopkataloger/sonst. Quelle	LRT	Akt. Pflanzengesellschaft	Artenkombination/Deckungsgrad sofern angegeben
7b	BT-4310-0352-2015 (2015)	9110	Luzulo-Fagenion (LFN-UV)	Schicht: 1. (obere) Baumschicht Fagus sylvatica (subsp. sylvatica) (d), Quercus robur (subsp. robur) (fl), Betula pendula (l), Quercus rubra (l), Fraxinus excelsior (subsp. excelsior) (l) Schicht: 2. (untere) Baumschicht Fagus sylvatica (subsp. sylvatica) (f), Sorbus aucuparia (l) Schicht: Krautschicht Dryopteris dilatata (f), Rubus caesius (fl), Athyrium filix-femina (l), Lonicera periclymenum (l) Schicht: Strauchschicht Fagus sylvatica (subsp. sylvatica) (f)
11	BT-4310-0535-2015 (2015)	9160	Stellario holosteeae-Carpinetum betuli typicum (ST-Ct)	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	Ulmenion minoris Fragmentges. (UL-FG)	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	MAS 4310-0063-2015	9190E	Mischwald mit Eichen, Buchen sowie einigen Birken und Fichten	Quercus robur (subsp. robur) 50% Fagus sylvatica (subsp. sylvatica) 35% Betula pendula: 5% Picea abies 10%
2E	MAS 4310-0064-2015	9160E	Gepflanzter Bestand aus mächtigen Linden mit einigen eingestreuten Eichen.	Tilia cordata: 90% Quercus robur (subsp. robur): 10%
3E	MAS 4310-0069-2015	9110E	Krautarter Rot-Eichen-Bestand	B1: Quercus rubra: 98% Pinus sylvestris: 2%
4E	MAS 4310-0065/0066-2015	9160E	Mischbestand mit leichter Dominanz der Buche, enthält aber auch Hainbuche, Eiche und Birke; kleinerer Bestand aus Eiben mit eingestreuten Douglasien.	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	MAS 4310-0023-2015	91F0E	Grünlandbrache mit aufkommenden Gehölzen der Auwälder	Alnus glutinosa Fraxinus excelsior

Beurteilungspunkt	Biotopkatas-ter/ sonst. Quelle	LRT	Akt. Pflanzen- gesellschaft	Artenkombination/Deckungsgrad sofern angegeben
6E	MAS 4310- 0083- 2015	91E0E	Junger Eschen- mischwald mit vielen Baum- und Strauchar- ten der Hartholz- auewälder mit Quercus robur	Quercus robur (subsp. robur): 10% Fraxinus excelsior (subsp. excelsior): 70% Prunus avium: 25% Alnus glutinosa: 2%
7E	MAS 4310- 0060/ 0061- 2015	91E0E	Mischbestand mit gepflanzten Weiden und bei- gemischten Eschen und Grau-Erlen	Fraxinus excelsior (subsp. excelsior) 26% Alnus glutinosa 2% Alnus incana (subsp. incana) 36%

6 Critical Loads-Konzept

6.1 Empirische Critical Loads

Bei den empirischen Ansätzen werden auf Erfahrungen und Felduntersuchungen beruhende Grenzwerte für Stickstoffeinträge einem bestimmten ökologischen Rezeptor bzw. einem definierten Ökosystem zugewiesen (Bobbink und Hettelingh 2011). Die Zuweisung solcher Erfahrungswerte basiert auf mehrjährigen (i. d. R. 3 bis 5 Jahre) Beobachtungen oder auf Expertenschätzungen.

Für mitteleuropäische Buchenwälder ist in der revidierten Liste der CL_{empN} 2010 eine Spanne von Critical Loads (CL_{empN}) von $10 - 20 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, für meso- und eutrophe Eichenwälder von $15 - 20 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, für Fichten- und Tannenwälder sowie für saure Eichenwälder eine Spanne von $10 - 15 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ und für Kiefernwälder $5 - 15 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ angegeben. Die CL_{empN} für Wälder basieren nur auf Expertenschätzungen.

Empirische CL für mitteleuropäisches Grasland und Heiden reichen von 5 bis $30 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Die untere Spanne berücksichtigt die besondere Empfindlichkeit von Moosen und Flechten. Bei den (moos- und flechtenfreien) Mähwiesen, Weiden und Heiden hängt der CL tatsächlich jedoch im Wesentlichen von der Bewirtschaftungsintensität ab.

Die Anwendung empirischer Critical Loads würde im vorliegenden Fall zu Ergebnissen führen, die mit großen Unsicherheiten behaftet sind. Die von Bobbink und Hettelingh (2011) veröffentlichten Spannen für die EUNIS-Biototypen betragen $5 - 10 \text{ kg N}$ Spannenbreite und lassen damit einen großen Interpretationsspielraum zu. Viele der insbesondere im vorliegenden Fall relevanten Biototypen sind nicht in der Liste der empirischen CL enthalten. Eine Zuordnung der hier relevanten Biototypen zu EUNIS-Klassen mit empirischen CL wäre nicht plausibel, so sind z. B. Gewässer sowie Bruch- und Auenwälder nicht mit den empirisch bewerteten Gewässern und Wäldern bei Bobbink und Hettelingh (2011) hinsichtlich ihrer N-Empfindlichkeit vergleichbar.

Die EUNIS-Biototypen sind sehr allgemein gefasst und berücksichtigen i. d. R. nicht die spezifischen Standortbedingungen, die wesentlichen Einfluss auf die Stickstoffempfindlichkeit haben. Auch klimatische Unterschiede der Standorte werden nicht differenziert ausgewiesen. Die angebotenen Modifikationsfaktoren orientieren sich an den Unterschieden in Europa von Norwegen bis Griechenland und gelten nicht innerhalb Deutschlands. Etliche der empirischen CL-Spannen (z.B. für die Wälder) sind aus Expertenschätzungen abgeleitet und bisher nicht validiert.

6.2 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 [$\text{kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
N_u	=	Netto-Stickstoff-Aufnahmerate durch die Vegetation [$\text{kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
N_i	=	Netto-Stickstoff-Immobilisierungsrate [$\text{kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
$N_{le(acc)}$	=	tolerierbare Austragsrate von Stickstoff mit dem Sickerwasser [$\text{kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
N_{de}	=	Denitrifikation von Stickstoff [$\text{kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]

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

6.3.1 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) [$\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
S	=	Schwefelverbindungen
N	=	Stickstoffverbindungen
BC_{dep}^*	=	seesalzkorrigierte Rate der Deposition basischer Kationen $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+$ [$\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
Cl_{dep}^*	=	seesalzkorrigierte Rate der Deposition von Chloridionen [$\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
BC_w	=	Freisetzungsrates basischer Kationen durch die Verwitterung, $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+$ [$\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
BC_u	=	Nettoaufnahmerates basischer Kationen durch die Vegetation, $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+$ [$\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
N_i	=	Stickstoff-Immobilisierungsrate [$\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
N_u	=	Nettoaufnahmerates von Stickstoff durch die Vegetation [$\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
N_{de}	=	Denitrifikationsrate von Stickstoff [$\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]

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

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.

6.3.2 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

6.3.3 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:

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

6.4 Ermittlung der Eingangsdaten für die Critical Loads-Modellierung

6.4.1 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 Auengleye, Sand-Gleye und Gley-Braunerden reicht von 15 – 35 %/‰.

6.4.2 Denitrifikationsrate N_{de}

Die Denitrifikationsrate N_{de} ist der Anteil an Stickstoffverbindungen, der wieder aus dem Boden in die Atmosphäre ausgegast 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 mit dem LRT 91E0 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.

6.4.3 Aufnahme von N und Bc in die oberirdische pflanzliche Biomasse (N_u , Bc_u)

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 LRT 9110, 9160 und 9190 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).

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

Für den LRT 91E0 wird keine Nutzung angenommen.

Für Frisch- und Feuchtwiesen wird der N-Entzug mit der Erntemasse (durch Mahd und/oder Beweidung) in die CL-Berechnung eingestellt. Die Ernte von Biomasse ist notwendig, um den schutzwürdigen Charakter der Offenlandflächen zu erhalten bzw. wiederherzustellen. Die Berechnungsgrundlagen und -methoden sind in Schlutow et al. (2018) analog zu BMVBS (2013) dokumentiert.

6.4.4 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. In BMVBS (2013) basiert die Ermittlung von $[N]_{crit}$ für verschiedene Pflanzen bzw. Vegetationstypen noch auf einer weiteren Methode. Im vorliegenden Projekt wurden beide Methoden angewendet und der jeweils niedrigere Wert für die Berechnung der CL eingesetzt. Im Untersuchungsgebiet reichen die kritischen Konzentrationen von 0,001 kg N/m³ für den LRT 9190 bis 0,003 kg N/m³ für sonstige LRT. Die kritische Konzentration im Bodenwasser (in kg N m⁻³) der durchwurzelten Zone wird multipliziert mit der Sickerwasserrate (m³ ha⁻¹ a⁻¹).

In diesem Gutachten werden entsprechend BMVBS (2013) ein Anteil der Versickerung an der Jahres-Niederschlagssumme (800 mm/a in der Periode 2070-2100) von 21,5 % angenommen.

6.4.5 Freisetzungsrates basischer Kationen durch Verwitterung des Ausgangssubstrats

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 machen, wird hierzu auf die Referenzwerte der Datenbank zur BÜK 1000N (BGR 2014) 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:

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

wobei:

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

z = durchwurzelte Tiefe [m]

$W_{(class)}$ = Verwitterungsklasse

T = Jahresmitteltemperatur im 30-jährigen Mittel 1981-2010 nach DWD 2011b [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 Freisetzungsrage 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

6.4.6 Hintergrunddepositionen basischer Kationen

Für die CL S+N-Ermittlung relevant sind weiterhin die Depositionen basischer Kationen (Tab. 8). Diese wurden den Rasterdateien des UBA (2018) wie folgt entnommen:

Tab. 8: 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, seesalzkorrigiert [$\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$] BC_{dep}^*	Hintergrunddepositionen basischer Kationen, nicht seesalzkorrigiert [$\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$] Bc_{dep}
2n	*91E0	132	202
3n	9190	138	210
3bn	9110	130	199
6bn	6430	130	197
23n	9190	130	199
25n	9160	129	194
26n	9190	136	206
27n	91F0	130	197
28n	6430	130	197
3	*91E0	141	215

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}
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

Im BAST-Forschungsbericht (BMVBS 2013) wird 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.

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.

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.

Vorsorglich konservativ wurde für dieses Projekt angenommen, dass der gesamte Natriumeintrag 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.

³ Im Manual (CLRTAP 2017, S. V-28) wird auch 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.

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)

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.

6.4.7 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. 6.4.4)

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) und für Offenlandgesellschaften auf 6,4 (außer Heiden=10). In Mischwäldern gilt der jeweils höchste Wert aller vorhandenen Mischbaumarten.

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).

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:

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

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 Konzentration basischer Kationen in der Bodenlösung wird ermittelt nach:

$$[Bc] = BC_{le} / PS$$

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

6.5 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. 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 wird modellgestützt standortskonkret einzelfallbezogen berechnet (vgl. Kap. 6.4.5). Die Aufnahme von N und basischen Kationen wird im vorliegenden Einzelfall auf das Minimum ohne Düngung gesetzt, das zur bestandserhaltenden Pflege von Offenlandvegetation erforderlich ist. Die Niederschlagssumme im Jahr und die Jahresmitteltemperatur sind ortskonkret erhoben worden (vgl. Kap. 5.4.1) und werden für die Ermittlung der Immobilisierungsrate (vgl. Kap. 6.4.1), der Denitrifikations- und Auswaschungsrate (vgl. Kap. 6.4.2, Kap. 6.4.4 und Kap. 6.4.7) einzelfallbezogen eingesetzt. 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 nur auf Basis einer Expertenschätzung erhoben. Die empirischen CL-

Spannen gelten für ganz Europa, eine regionale Spezifizierung ist eigentlich nicht ohne Weiteres möglich, da die ausgewerteten Feldstudien bisher ausschließlich in der nordatlantischen bzw. alpinen Klimastufe stattfanden. Es gibt keine empirischen CL für Versauerung.

6.6 Ergebnisse der Critical Load-Berechnungen

Das Ergebnis der Berechnung des standortspezifischen CL_{eutN} zeigt Tab. 9:

Tab. 9: Eingangsterme und Ergebnis der Berechnung des standortspezifischen CL_{eutN}

BP	Ziel-Pflanzengesellschaft	N _u	N _{de}	N _{le(acc)}	N _i	CL _{eutN}
2n	Salicetum albae ISSLER 1926	0,00	12,04	5,16	1,47	18,67
3n	Betulo-Quercetum roboris (Molinia-Subass.) (GAUME 1924) TX. 1937	6,57	1,72	1,72	2,61	12,62
3bn	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASS. 1957	6,25	5,16	5,16	2,38	18,95
6bn	Convolvulo-Eupatorietum cannabini (OBERD. et al. 1967) GÖRS 1974	18,23	3,44	5,16	1,47	28,30
23n	Betulo-Quercetum roboris (Molinia-Subass.) (GAUME 1924) TX. 1937	6,57	1,72	1,72	2,61	12,62
25n	Stellario holosteaee-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	6,57	3,44	5,16	4,24	19,41
26n	Betulo-Quercetum roboris (Molinia-Subass.) (GAUME 1924) TX. 1937	6,57	1,15	1,72	2,61	12,04
27n	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	10,20	3,44	5,16	1,47	20,27
28n	Valeriano-Filipenduletum SISSINGH in WESTHOFF et al. 1946	18,23	3,44	5,16	1,47	28,30
3	Alno-Salicetum cinerae PASSARGE 1956	6,85	12,04	5,16	1,47	25,52
4	Pruno-Fraxinetum excelsi OBERDORFER 1953	5,02	10,36	4,44	1,41	21,29
6	Carici remotae-Fraxinetum excelsi W. KOCH 1926 ex FABER 1936	5,17	8,03	3,44	4,91	21,54
7	Betulo-Quercetum roboris (Molinia-Subass.) (TX. 1937) SCAMONI et PASSARGE 1959	6,57	1,72	1,72	2,61	12,62
7b	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASSARGE 1960	6,25	5,16	5,16	2,38	18,95
11	Stellario holosteaee-Carpinetum betuli typicum (ST-Ct)	6,57	3,44	5,16	4,24	19,41
12	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	6,57	2,96	4,44	1,47	15,43
1E	Betulo-Quercetum roboris (Molinia-Subass.) (GAUME 1924) TX. 1937	6,57	1,72	1,72	2,61	12,62
2E	Stellario holosteaee-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	10,20	12,04	5,16	4,24	31,65
3E	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASS. 1957	6,25	5,16	5,16	2,38	18,95
4E	Stellario holosteaee-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	6,57	12,04	5,16	4,24	28,01
5E	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	6,57	4,44	4,44	1,47	16,91
6E	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	7,89	10,36	4,44	1,47	24,16
7E	Salicetum albae ISSLER 1926	3,13	10,36	4,44	1,47	19,39

- CL_{eutN} = 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. 10.

Tab. 10: 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}	ANC _{le(acc)2}	ANC _{le(acc)3}	ANC _{le(acc)4}	MIN (CL S+N)
	%								
2n	23	0	1675	2046	740	29	4412	75540	3146
3n	10	516	1982	2630	1221	238	5600	1225851	3262
3bn	12	597	881	1169	432	238	2597	103342	1918
6bn	24	826	3072	3750	694	34	7768	157715	4716
23n	10	516	1982	2630	1214	238	5600	1213821	3254
25n	21	516	1982	2630	1210	238	5600	89033	3493
26n	10	516	1982	2630	1218	238	5600	1221472	3219
27n	21	802	5026	6137	2950	29	12737	384322	6548
28n	26	826	3072	3750	694	3	7768	234531	4710
3	11	699	2234	2728	1268	29	5808	950210	3628
4	25	512	2499	3215	1458	1	6655	307194	3484
6	23	528	881	1169	480	238	2597	12399	2296
7	10	516	1982	2630	1221	238	5600	1225851	3262
7b	12	597	881	1169	439	238	2597	106869	1926
11	21	516	1982	2630	1212	238	5600	89273	3494
12	21	516	771	1023	198	205	2270	13951	1614
1E	10	516	1982	2630	1221	238	5600	1225851	2311
2E	21	802	1675	6137	831	29	12595	106913	2561
3E	12	597	881	1169	432	238	2597	103342	1494
4E	21	516	881	2630	488	238	5519	14330	2561
5E	21	516	771	2630	198	205	5484	13951	3356
6E	21	620	2499	9644	592	1	19514	605082	2414
7E	23	436	2499	3215	796	1	6655	426668	2414

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

6.7 Überschreitung der Critical Loads durch die Gesamteinträge von N und S

Für die Berechnung der zu erwartenden Überschreitung im Planfall (Tab. 11) wird zur Hintergrunddeposition im Durchschnitt der Jahre 2013-2015 (vgl. Kap. 5.3) die zu erwartende Zusatzbelastung für den Planfall (vgl. Kap. 5.1) addiert und dann der CL_{eutN} bzw. CL S+N (vgl. Kap. 6.6) abgezogen.

Nicht relevant sind die Zusatzbelastungen unabhängig von ihrem Anteil am Critical Load, wenn die Gesamtbelastung den Critical Load nicht überschreitet, d. h. wenn die Überschreitung durch die Gesamt-Belastung im Planfall einen negativen Wert oder maximal 0 aufweist. Nicht erheblich sind Zusatzbelastungen, wenn die Gesamtbelastung den Critical Load überschreitet, aber der Anteil der Zusatzbelastung unter 3 % des jeweiligen Critical Loads liegt (vgl. BMVBS 2013, FGSV 2019, Ad-hoc-AG BImSchG-Leitfaden Stickstoff 2019). Als erheblich wird eine Zusatzbelastung bewertet, wenn die Gesamtbelastung den Critical Load überschreitet und der Anteil der Zusatzbelastung über 3 % des Critical Loads liegt. Diese strengen Bewertungsmaßstäbe wurden vom eutrophierenden Stickstoffeintrag auf den versauernden Stickstoff- und Schwefeleintrag übertragen.

Tab. 11: Überschreitungen der Critical Loads für Eutrophierung (CL_{eut}N) und Versauerung (CL S+N) durch direkte atmogene N- und S-Einträge

BP	Überschreitung CL _{eut} N mit Düngungsverzicht gesamt	Überschreitung CL N+S mit Düngungsverzicht gesamt	Anteil Zusatzdeposition am CL _{eut} N	Anteil Zusatzdeposition am CL S+N	Bewertung der Erheblichkeit
	kg ha ⁻¹ a ⁻¹	eq ha ⁻¹ a ⁻¹	%	%	
2n	7,6	-645	12,6	15,2	erheblich
3n	12,6	-728	13,4	16,6	erheblich
3bn	7,0	698	12,6	32,4	erheblich
6bn	-10,0	-3056	0,0	2,0	nicht relevant
23n	12,6	-719	13,4	16,6	erheblich
25n	3,6	-1444	0,0	2,5	nicht erheblich
26n	11,0	-1171	0,0	2,7	nicht erheblich
27n	2,7	-4503	0,0	1,3	nicht erheblich
28n	-10,0	81	0,0	1,7	nicht erheblich
3	-2,0	-1609	0,0	0,7	nicht relevant
4	2,6	-1420	0,0	1,2	nicht erheblich
6	3,6	119	7,3	18,3	erheblich
7	12,9	-800	15,6	14,3	erheblich
7b	6,9	634	12,3	29,4	erheblich
11	-10,0	-3056	0,0	1,1	nicht relevant
12	7,6	377	0,0	1,9	nicht erheblich
1E	12,9	-902	12,8	14,6	erheblich
2E	-5,5	-4757	7,0	22,8	nicht relevant
3E	7,7	864	16,5	52,8	erheblich
4E	-3,4	-1773	3,6	13,3	nicht relevant
5E	7,5	-1188	5,1	4,4	erheblich
6E	0,0	-7954	1,0	1,6	nicht relevant
7E	4,8	-1367	1,3	1,6	nicht erheblich

Die Ergebnisse zeigen, dass

- BP 2n, 3n, 3bn, 23n, 6, 7, 7b, 1E, 3E und 5E durch eutrophierende N-Einträge und
- BP 3bn, BP 7b sowie BP 3E durch versauernde N+S-Einträge erheblich überbelastet werden.

In allen erheblich überbelasteten Beurteilungspunkten (BP) werden die Critical Loads bereits durch die Hintergrunddeposition überbelastet.

7 Prüfung von Schadensbegrenzungsmaßnahmen

7.1 Verminderung der Emissionen von Stickstoff und Schwefelverbindungen durch Kontingentierung der Obergrenzen

Für das Industrieareal „newPark“ Datteln könnte eine Luftschadstoffemissionskontingentierung durchgeführt werden. Hierzu existiert bisher keine anerkannte Methodik.

Im Bericht der Peutz Consult GmbH 2019 ist die für den vorliegenden Fall entwickelte Vorgehensweise im Detail beschrieben.

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.

Die Säureeinträge aus dem KW Datteln D4 führen an den BP 2n, 3n, 6bn, 23n, 26n, 27n, 28n in Kumulation mit den Einträgen aus newPark nicht zu einer Überschreitung der Gesamtbelastung. Im Rahmen der FFH-Verträglichkeitsprüfung für das KW Datteln wurde die Zusatzbelastung aus dem KW Datteln am BP 3bn als unerheblich bewertet, weil der Anteil der Zusatzbelastung am CL S+N nur 2,6% beträgt. Demzufolge ist diese Zusatzbelastung mit der Zusatzbelastung aus NewPark zu kumulieren und bei der Ermittlung von Kompensationsmaßnahmen zu berücksichtigen (vgl. FGSV 2019, S. 57).

Die eutrophierenden N-Einträge aus dem KW Datteln D4 überschreiten die Abschneidegrenze nicht und sind daher nicht in die weitere Betrachtung einzubeziehen.

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

Da die CLeutN und die CL S+N bereits an den relevanten BP durch die Hintergrunddeposition überschritten sind, ist ihre Einhaltung durch Reduzierung der Zusatzdeposition aus newPark nicht möglich. Alternativ kann die Nichterheblichkeit der Zusatzeinträge auch durch Einhaltung des Abschneidekriteriums oder der Bagatellschwelle erreicht werden. Die Bagatellschwelle von 3% der Critical Loads ist an allen erheblich überbelasteten BP höher als das Abschneidekriterium von $0,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Tab. 12, Tab. 13)

). Somit ist die Reduzierung auf die 3 % als Obergrenze eher erreichbar. Um die Bagatellschwellen einzuhalten, müssen an den relevanten Beurteilungspunkten folgende Reduzierungen der N- und/oder S-Depositionen vorgenommen werden (Tab. 12, Tab. 13).

Tab. 12: Notwendige Reduzierung des eutrophierenden Stickstoffeintrags aus newPark an den erheblich beeinträchtigten Beurteilungspunkten mit dem Ziel der Einhaltung der Bagatellschwelle

BP	LRT	3% des CLeutN	Zusatzdepo bei Düngerverzicht	Notwendige Reduzierung von N-Zusatzdepo. newPark zur Einhaltung der Bagatellschwelle um...	Prozentuale Reduzierung von N-Zusatzdepo. newPark um...
		%	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹		%
2n	*91E0	0,56	2,36	1,80	76,25
3n	9190	0,41	1,69	1,28	75,63
3bn	9110	0,59	2,39	1,79	75,21

23n	9190	0,41	1,69	1,28	75,63
6	*91E0	0,49	1,58	1,08	68,83
7	9190	0,41	1,97	1,55	79,07
7b	9110	0,59	2,32	1,73	74,53
1E	9190	0,41	1,62	1,21	74,58
3E	9110	0,59	4,0	2,54	81,10
5E	91F0	0,54	0,85	0,31	36,78

Tab. 13: Notwendige Reduzierung des versauernden Schwefel- und/oder Stickstoffeintrags aus newPark an den erheblich beeinträchtigten Beurteilungspunkten mit dem Ziel der Einhaltung der Bagatellschwelle

BP	LRT	3% des CL N+S	Zusatzdepo bei Düngerverzicht	Notwendige Reduzierung von N- oder S-Zusatzdepo. newPark zur Einhaltung der Bagatellschwelle um...	Prozentuale Reduzierung von N- oder S-Zusatzdepo. newPark um...
		eq N ha ⁻¹ a ⁻¹	eq N ha ⁻¹ a ⁻¹		%
3bn	9110	57,6	622	565	91
7b	9110	57,2	567	508	90
3E	9110	44,8	789	744	94

Die Reduzierung der N-Einträge entsprechend Tab. 12 würde dazu führen, dass sich gleichzeitig die erforderliche Minderungsrate an versauernden Einträgen reduziert. Es sind dann nur noch ca. 441 eq S ha⁻¹ a⁻¹ an den BP 3bn, 390 eq S ha⁻¹ a⁻¹ und 7b und 604 eq S ha⁻¹ a⁻¹ am BP 3E zu reduzieren.

7.1.2 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 kommt, 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. Allerdings würde man mit der Reduzierung der N-Emissionen (um 80%) und Reduzierung der S-Emission (um 10%) gleichzeitig auch die Einhaltung der Bagatellschwelle für den eutrophierenden Eintrag garantieren.

Die Reduzierung der N- und S- Zusatzdepositionen an den Beurteilungspunkten führt zur Einhaltung der Bagatellschwellen von 3 % des CL S+N.

7.1.3 Ermittlung der finanziellen und wirtschaftlichen Auswirkungen

Die erforderliche Reduzierung der Emissionen zum Schutz der LRT im FFH-Gebiet Lippeaue um 90% ist mit Hilfe des Einsatzes von entsprechender emissionsarmer Technik bzw. hoch-effektiver Filtertechnik realiterweise nicht erreichbar. Als Schadensbegrenzung bliebe nur die Reduzierung der Auslastung des Industriegebietes übrig. Das heißt, statt der vorgesehenen 6.300 Arbeitsplätze dürfen nur 630 Arbeitsplätze geplant werden.

7.2 Verminderung der Stickstoffgehalte im Boden der betroffenen Wald-LRT durch Ernte von nicht standortheimischen Baumarten

7.2.1 Ermittlung von Art und Umfang der notwendigen Entnahme nicht standortheimischer Baumarten

In den Flächen mit den BP 2n, 6 und 7b sind standortfremde Gehölze enthalten. Deren schrittweise Entnahme aus dem Bestand ist sowohl als Entwicklungsmaßnahme als auch als Schutzmaßnahme vor übermäßiger N-Akkumulation im Boden geboten.

So werden im FFH-Gebiet Lippeaue folgende geeignete Erhaltungsmaßnahmen⁵ für die Wald-LRT 9110, 9160, 91F0 und 9190 genannt:

- ggf. Entnahme nicht lebensraumtypischer Bäume, insbesondere Samenbäume, bei Gefahr der Verringerung des Gesamtflächenumfangs des Lebensraumtyps im Gebiet stellenweise Entfernung der konkurrierenden Verjüngung nicht lebensraumtypischer Baumarten

Für den LRT 91E0 werden folgende Erhaltungsmaßnahmen vorgesehen:

- ggf. Entfernung von nicht lebensraumtypischen Gehölzen (incl. Hiebsunreifer Bestände) bei weitest möglicher Schonung des Bodens (z. B. Durchführung bei Frost oder Trockenheit)

Mit dem Entzug von Derbholz aus dem Bestand werden der im Derbholz festgelegte Stickstoff aus dem Bestand ausgetragen. Dieser Stickstoff geht dem Ökosystem verloren. Der Critical Load für den eutrophierenden Eintrag ist desto höher, je höher die Entzugsrate von Stickstoff mit der Holzernte ist.

Folgende Baumarten sollten schrittweise vollständig aus dem Bestand entfernt werden (Tab. 14):

Tab. 14: Notwendige Entnahme nicht standortheimischer Baumarten

BP	LRT	nicht standortheimische Baumarten	Anz. Zu fällender Bäume pro Jahr
			Anz. Bäume/a
2n	*91E0	Kanadische Pappel (<i>Populus canadensis</i>)	12
6	*91E0	Kanadische Pappel (<i>Populus canadensis</i>)	4,5
7b	9110	Roteiche (<i>Quercus rubra</i>)	3
1E	9190	Fichte (<i>Picea abies</i>)	41
3E	9110	Roteiche (<i>Quercus rubra</i>)	14

⁵<http://natura2000-melddok.naturschutzinformationen.nrw.de/natura2000-melddok/de/fachinfo/listen/melddok>

7.2.2 Nachweis der Vermeidungswirkung erheblicher Risiken in den LRT-Flächen

Durch die Entnahme der berechneten Anzahl an Bäumen pro Jahr wird die zusätzliche Stickstoffbelastung aus dem newPark auf ein Maß gemindert, das die Einhaltung der Bagatellschwelle von 3% des CLeutN garantiert (vgl. Tab. 15 mit Tab. 12).

Tab. 15: Zusätzlicher Entzug von N durch Entnahme nicht standortheimischer Bäume

BP	LRT	Flächengröße	N-Entzug pro Baum im Jahr	Zusätzlicher N-Entzug pro ha im Jahr
		m ²	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹
2n	*91E0	8688	0,131	1,81
6	*91E0	5257	0,131	1,12
7b	9110	872	0,050	1,73
1E	9190	11370	0,033	1,37
3E	9110	2690	0,050	1,73

Die Maßnahme müsste über 20 Jahre lang durchgeführt werden. Dann ist damit zu rechnen, dass aufgrund des geplanten Ausstiegs aus der Kohleverbrennung und weiterer Maßnahmen zur N-Reduzierung aus der landwirtschaftlichen Produktion eine Überbelastung der LRT durch die Gesamtdeposition mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht mehr stattfindet.

Es müssten also

- am BP 2n insgesamt 240 Kanada-Pappeln,
- am BP 6 insgesamt 80 Kanada-Pappeln,
- am BP 7b insgesamt 60 Roteichen und
- am BP 1E insgesamt 820 Fichten
- am BP 3E insgesamt 280 Roteichen

entnommen werden.

Die Fällung der gesamten Anzahl in einer Kampagne könnte problematisch sein, da damit eine starke Auslichtung einhergeht, die möglicherweise zu einer Überschusssnittrifikation 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 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.

Zunächst muss jedoch geprüft werden, ob überhaupt die Gesamtzahl an zu entnehmenden Bäumen im Bestand vorhanden ist.

Beispielsweise beträgt in der Fläche E1 der Anteil der Fichten in der Fläche, soweit aus einem Winter-Luftbild ersichtlich, ca. 40 %, mithin sind ca. 140 Fichten insgesamt vorhanden. Es ist also nicht möglich, die Überbelastungen 20 Jahre lang in der Fläche 1E mit dieser Maßnahme zu vermeiden.

Deshalb empfiehlt sich eine Kombination dieser Maßnahme mit der folgenden Maßnahme.

7.2.3 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. Demzufolge ergibt sich für newPark ein Aufwand von 372.500 €.

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

7.3.1 Ermittlung von Art und Umfang der notwendigen Unterpflanzung standorttypischer Baumarten

In den LRT, in denen keine nicht standortheimischen Baumarten vorkommen, widersprüche eine zusätzliche Baumfällung den Entwicklungszielen des LRT.

Aber auch neu gepflanzte Bäume entziehen dem Boden über mindestens 100 Jahre mineralisierten Stickstoff. Der pflanzenverfügbare Boden-Stickstoff wird langfristig im Derbholz in organischer Form festgelegt und kann somit nicht mehr zur Überernährung und Förderung stickstoffliebender konkurrenzstarker Arten in der Krautschicht beitragen.

Im FFH-Gebiet Lippeaue werden folgende geeignete Erhaltungsmaßnahmen⁶ für die Wald-LRT genannt:

- „naturnahe Waldbewirtschaftung unter Ausrichtung auf die natürliche Waldgesellschaft einschließlich ihrer Nebenbaumarten sowie auf alters- und strukturdiverse Bestände und Förderung der Naturverjüngung aus Arten der natürlichen Waldgesellschaft“.

Somit steht eine Unterpflanzung der Bestände mit Baumarten der natürlichen Waldgesellschaft nicht im Widerspruch zu den Erhaltungszielen und -maßnahmen.

Eine Beeinträchtigung von Wald-LRT durch zusätzliche erhebliche N-Einträge aus newPark kann in folgenden LRT durch Unterpflanzung von standortheimischen Bäumen auf ein unerhebliches Maß verringert werden (Tab. 16):

Tab. 16: Natürliche Waldgesellschaften und die typischen standortheimischen Baumarten (Passarge und Hofmann 1968, Tüxen 1937, Oberdorfer 1992)

BP	LRT	Natürliche Waldgesellschaft	Typ. Baumarten der nat. Waldgesellschaft	Akt. Fehlende gesellschaftstyp. Baumart	Anz. zu pflanzender Bäume pro Jahr
2n	*91E0	Salicetum albae ISSLER 1926	Salix alba* Salix fragilis* Populus nigra	Populus nigra	12
3n	9190	Betulo-Quercetum roboris (Molinia-Subass.) (GAUME 1924) TX. 1937	Quercus robur* Betula pendula* Betula pubescens Sorbus aucuparia* Populus tremula	Betula pubescens	4
3bn	9110	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASS. 1957	Fagus sylvatica* Quercus robur Pinus 40ylvestris Carpinus betulus*	Quercus robur	52
23n	9190	Betulo-Quercetum roboris (Molinia-Subass.) (GAUME 1924) TX. 1937	Quercus robur* Betula pendula* Betula pubescens Sorbus aucuparia* Pinus 40ylvestris Populus tremula	Betula pubescens	2
6	*91E0	Carici remotae-Fraxinetum excelsi W. KOCH 1926 ex FABER 1936	Fraxinus excelsior* Alnus glutinosa* Acer pseudoplatanus	Acer pseudoplatanus	20

⁶<http://natura2000-melddok.naturschutzinformationen.nrw.de/natura2000-melddok/de/fachinfo/listen/melddok>

BP	LRT	Natürliche Waldgesellschaft	Typ. Baumarten der nat. Waldgesellschaft	Akt. Fehlende gesellschaftstyp. Baumart	Anz. zu pflanzender Bäume pro Jahr
7	9190	Betulo-Quercetum roboris (Molinia-Subass.) (GAUME 1924) TX. 1937	Quercus robur* Betula pendula* Betula pubescens Sorbus aucuparia* Pinus 41ylvestris Populus tremula	Betula pubescens	2
7b	9110	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASS. 1957	Fagus sylvatica* Quercus robur* Pinus 41ylvestris Carpinus betulus	Carpinus betulus	4
1E	9190	Betulo-Quercetum roboris (Molinia-Subass.) (GAUME 1924) TX. 1937	Quercus robur* Betula pendula* Betula pubescens Sorbus aucuparia Pinus 41ylvestris Populus tremula	Betula pubescens	33
3E	9110	Maianthemo-Fagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASS. 1957	Fagus sylvatica Quercus robur Pinus 41ylvestris* Carpinus betulus	Fagus sylvatica	17
5E	91F0	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	Fraxinus excelsior* Ulmus laevis Quercus robur Ulmus minor	Quercus robur/ Ulmus laevis	2

* Bereits in der Fläche vorhanden

7.3.2 Nachweis der Vermeidungswirkung erheblicher Risiken in den LRT-Flächen

Durch die Pflanzung der berechneten Anzahl an Bäumen pro Jahr zusätzlich in den Unterstand wird die Stickstoffbelastung aus dem newPark auf ein Maß gemindert, das die Einhaltung der Bagatellschwelle von 3% des CLeutN garantiert (vgl. Tab. 17 mit Tab. 12).

Tab. 17: Zusätzlicher Entzug von N durch Pflanzung standortheimischer Bäume in den Unterstand der Flächen

BP	LRT	Flächengröße	N-Entzug pro Baum im Jahr	Zusätzlicher N-Entzug pro Hektar im Jahr
		m ²	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	kg N ha ⁻¹ a ⁻¹
2n	*91E0	8688	0,131	1,80
3n	9190	1473	0,042	1,28
3bn	9110	17523	0,061	1,79
23n	9190	525	0,042	1,28
6	*91E0	5257	0,024	0,91
7	9190	493	0,042	1,55
7b	9110	872	0,040	1,73
1E	9190	11370	0,042	1,21
3E	9110	2690	0,040	2,54
5E	91F0	4780	0,061	0,31

Die Maßnahme müsste über 20 Jahre lang durchgeführt werden. Dann ist damit zu rechnen, dass aufgrund des geplanten Ausstiegs aus der Kohleverbrennung und weiterer Maßnahmen zur N-Reduzierung aus der landwirtschaftlichen Produktion eine Überbelastung der LRT durch die Gesamtd deposition mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht mehr stattfindet.

Es müssten also

- am BP 2n insgesamt 240 Schwarz-Pappeln
- am BP 3n insgesamt 80 Moor-Birken
- am BP 3bn insgesamt 1040 Stiel-Eichen
- am BP 23n insgesamt 40 Moor-Birken
- am BP 6 insgesamt 400 Berg-Ahorne
- am BP 7 insgesamt 40 Moor-Birken
- am BP 7b insgesamt 80 Hainbuchen
- am BP 1E insgesamt 660 Moor-Birken
- am BP 3E insgesamt 340 Rotbuchen
- am BP 5E insgesamt 40 Stieleichen

gepflanzt werden.

Die Pflanzung sollte vorzugsweise so bald als möglich vorzugsweise in einer einzigen Kampagne durchgeführt werden.

Die Wirksamkeit der Maßnahme in Bezug auf den notwendigen N-Entzug ist in ca. 5 Jahren voll nach der Pflanzung bereits umfänglich gegeben, denn gerade junge Bäume nehmen deutlich mehr N pro zuwachsendem Festmeter Stammholz auf und haben i.d.R. eine höhere jährliche Zuwachsrates als ältere Bäume (Bösch 2001).

7.3.3 Ermittlung der finanziellen und wirtschaftlichen Auswirkungen

Die Unterpflanzung von Beständen im mittleren bis starkem Baumalter erfordert lt. Staatsbetrieb Sachsenforst⁷ die

- Anschaffung von Forstpflanzen: ca. 1,00 €/Laubbaum
- Flächenvorbereitung: 0,05 €/Laubbaum
- Kulturpflege: 0,05 €/Laubbaum
- Verbisschutz: 2,00 €/Laubbaum

Je Baum ist also eine Summe von 3,10 € erforderlich, bei 2606 Bäumen, die insgesamt zu pflanzen sind, ergibt sich eine Summe von ca. 8.080 €/a.

7.4 Kalkung in kalkungsunempfindlichen LRT-Flächen zur Sanierung von Basenverlusten

7.4.1 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*

⁷ <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/16673/documents/4216>

- *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) (Tab. 18).

Tab. 18: Relevante Bodeneigenschaften zur Bestimmung der Kalkungsbedürftigkeit und Kalkungseignung entsprechend Dienstanweisung über Bodenschutzkalkungen in NRW (Kalk 2000)

BP LRT	Bodenform	Basizität	Grundwasser	Zielgesellschaft	Kalkungseignung bzw. -bedürftigkeit
3bn 9110	Gley, 10 - < 20 dm sandig	basenarm	Grundwasser abgesenkt, normale Schwankungsamplitude, 8-13 dm uGOF	Maianthemofagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASS. 1957	geeignet, kalkungsbedürftig
7b 9110	Gley, 10 – 20 dm sandig	basenarm	Grundwasser in 4-8 dm unter Flur; Feuchtestufe: sehr frisch	Maianthemofagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASSARGE 1960	bedingt geeignet, kalkungsbedürftig
3E 9110	Gley, 10 - < 20 dm sandig	basenarm	Grundwasser abgesenkt, normale Schwankungsamplitude, 8-13 dm uGOF	Maianthemofagetum sylvatici (Dryopteris-Subass.) PASS. 1957	geeignet, kalkungsbedürftig

7.4.2 Berechnung der Kalkungsmengen zur Kompensation von Säureeinträgen

Die erforderliche Zufuhr von Basen zur Risikovermeidung versauerungsbedingter Beeinträchtigungen aufgrund von vorhabensbedingten N+S-Einträgen errechnet sich für die Zielstellung, vorhabensbedingte erhebliche Risiken zu vermeiden, aus der Zusatzbelastung, die die Bagatellschwelle übersteigt (vgl. Tab. 19).

Tab. 19: Erforderliche Zufuhr von Basen zur Risikovermeidung versauerungsbedingter Beeinträchtigungen aufgrund der vorhabensbedingten N+S-Einträgen oberhalb der Erheblichkeitsschwellen

BP	LRT	Zusatzdeposition aus newPark oberhalb der Erheblichkeitsschwellen [eq ha ⁻¹ a ⁻¹]	Notw. Zufuhr von Nährkationen zur Neutralisation des Anteils d. Zusatzdepo. > Erheblichkeitsschwellen			Kompensationsmittelbedarf
			Ca	Mg	K	Dolomitmalk
			[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]
3bn	9110	565	10,3	0,71	3,7	22,1
7b	9110	509	9,3	0,64	3,3	19,8
3E	9110	744	13,5	0,94	4,8	29,0

Dolomitmalk ist ein Naturprodukt und unter anderem auch deshalb jeder anderen Kalk-Düngerform vorzuziehen (vgl. Kap. 9.3). 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.

Aufgrund der hohen Vorbelastung mit versauernden Einträgen in der Vergangenheit besteht sofortiger Sanierungsbedarf. 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. Ob und wann gegebenenfalls noch eine Wiederholungskalkung erforderlich ist, sollte alle 10 Jahre überprüft werden, wobei zur Entscheidung die Kriterien anhand der Information für Waldbesitzer „Bodenschutzkalkung in Nordrhein-Westfalen“ (Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen 2003) heran zu ziehen sind.

7.4.3 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 regelmäßig wieder im Rahmen der natürlichen Kationenaustauschkapazität hergestellt wird. Der primär natürliche Basensättigungsgrad ist z. B. in natürlich basenarmen Böden ziemlich bald erreicht. Eine weitere kontinuierliche Kalkung ist nicht nur unökonomisch, sondern würde auch zum Verlust natürlich nährstoffarmer und damit naturschutzfachlich bedeutender Naturraumtypen führen. Deshalb ist die Fortführung der Kalkung immer abhängig von aktuellen Messergebnissen der bodenchemischen Parameter zu machen.

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 toxischen 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 mit unterschiedlichem Kalkungsbedarf, das heißt eine derart präzise Eingrenzung der zu bekalkenden 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 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 nicht besteht.

7.4.4 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 $8,40 \text{ € kg}^{-1}$.

Bei einer 2maligen Kalkung (das 1. Mal zeitnah und das 2. Mal 10 Jahre später) ergibt sich ein Gesamtbedarf von $96 \text{ kg Dolomitmalk}$. Somit ergeben sich für die notwendige Kompensation

von vorhabensbedingten Einträgen die Kosten für die einzelnen Flächen entsprechend Tab. 20. Für alle Flächen insgesamt betragen die Kosten ca. 810 €, wenn die Kosten auf dem aktuellen Niveau verharren.

Tab. 20: Kosten für die Kompensationskalkung in den erheblich vorhabensbedingt belasteten LRT-Flächen

BP	Fläche	Kompensationsmittelbedarf Dolomitkalk	Kosten gesamt
	[m ²]	[kg]	[€]
(1)	(2)	(4)	(5)
3bn	17.523	77	649,58
7b	872	3	29,06
3E	2690	16	131,27

8 Variantenvergleich und Empfehlung der Vorzugsvariante bzw. Varianten-Kombination

8.1 Vor- und Nachteile der Maßnahmenvarianten

Für die einzelnen LRT-Flächen sind bei der Abwägung zur Auswahl der Vorzugsvarianten folgende Aspekte ausschlaggebend:

Verminderung der Emissionen von Stickstoff und Schwefelverbindungen durch Kontingentierung der Obergrenzen

- Vorteile: Beitrag zum allgemeinen Schutz vor Luftverunreinigungen für Menschen und Ökosysteme
- Nachteile: Reduzierung der Arbeitsplätze um 90 % stellt das Planungsziel in Frage, d. h. diese Maßnahme führt zu einer Verhinderungsplanung

Verminderung der Stickstoffgehalte im Boden der betroffenen Wald-LRT durch Ernte von nicht standortheimischen Baumarten

- Vorteile: Maßnahme dient gleichzeitig den Erhaltungszielen der LRT
- Nachteile: Maßnahme ist bei zu radikaler Durchführung mit einer starken Auslichtung verbunden, die bei unsachgemäßer Ausführung zu einer Überschussnitrifikation und infolge dessen zur explosionsartigen Ausbreitung nicht gewollter Naturverjüngung (Späte Traubenkirsche, Robinie, Brombeere u.a.) führt.

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

- Vorteile: Maßnahme dient gleichzeitig den Erhaltungszielen der LRT
- Nachteile: Beeinträchtigung des Bodens durch Graben von Pflanzlöchern bei unsachgemäßer Ausführung

Kalkung in kalkungsunempfindlichen LRT-Flächen zur Sanierung von Basenverlusten

- Vorteile: Schutz der ohnehin basenarmen Böden vor Degradierung
- Nachteile: Gefahr der Beeinträchtigung der lebensraumtypischen an saure Böden angepassten Flora und Fauna bei ungleichmäßiger Ausbringung; Gefahr der Eutrophierung im Grundwasser bei Überdosierung

8.2 Gewichtung der Vor- und Nachteile

Die Vor- und Nachteile, wie sie in Kap. 8.1 benannt sind, können nicht gleichgewichtig in die Abwägung eingehen. Aus komplexer Sicht sind die Vor- und Nachteile wie folgt von mehr oder weniger großer Bedeutung (vgl. Tab. 21).

Tab. 21: Gewichtung der Vor- und Nachteile der Maßnahmenvarianten

BP	LRT	Begrenzung der Emission		Baum-ent-nahme		Unter-pflan-zung		Kalkung	
		Vor-teile	Nach-teile	Vor-teile	Nach-teile	Vor-teile	Nach-teile	Vor-teile	Nach-teile
2n	*91E0	+	---	+++	---	+++			
3n	9190	+	---			+++			
3bn	9110	+	---			+++		+++	-
23n	9190	+	---			+++			
6	*91E0	+	---	+++	-	+++			
7	9190	+	---			+++			
7b	9110	+	---	+++	-	+++		++	--
1E	9190	+	---	+++	---	+++			
3E	9110	+	---	+++	-	+++		+++	-
5E	91F0	+	--			+++			

Erläuterung:

+++	starker Vorteil	---	starker Nachteil
++	Vorteil mittlerer Bedeutung	--	Nachteil mittlerer Bedeutung
+	geringfügiger Vorteil	-	geringfügiger Nachteil

In den erheblich beeinträchtigten LRT-Flächen der Lippeaue kommt die Reduzierung der Emissionen auf ein für die LRT-Flächen unerhebliches Maß einer Verhinderungsplanung gleich.

Die Entnahme nicht standortheimischer Baumarten ist bereits als Erhaltungs- bzw. als Entwicklungsmaßnahme vorgesehen. Die Maßnahme hat somit einen besonders hohen Vorteil. Nachteile sind aber auch zu erwarten, wenn zu viele Bäume gleichzeitig gefällt werden. Außerdem reicht die Anzahl an vorhandenen nichtheimischen Bäumen in den Flächen nicht immer aus, um den notwendigen Effekt der vollständigen Reduzierung der erheblichen N-Einträge aus newPark zu realisieren.

Deshalb sollte diese Maßnahme gekoppelt werden mit einer Unterpflanzung mittlerer und älterer Bestände mit waldgesellschaftstypischen bisher fehlenden Baumarten. Diese Maßnahme ist relativ preiswert. Der Nachteil, eine Beeinträchtigung des Bodengefüges durch das Graben von Pflanzlöchern kann durch schonende Pflanzpraktiken weitgehend gemindert werden.

Eine Kalkung auf entwässerten Böden des LRT 9110 in der Lippeaue ist bei sachgemäßer Durchführung nur wenig riskant, ökologisch sinnvoll und alternativlos zur Vermeidung von erheblichen Versauerungsschäden, verursacht durch newPark.

8.3 Fazit des Variantenvergleichs und Vorschlag der Vorzugsvariante

Rechnet man die Vorteile und die Nachteile für jeweils eine Maßnahmenvariante nach Tab. 21 gegeneinander auf, so ergibt sich jeweils eine Vorzugsvariante bzw. Variantenkombination (vgl. Tab. 22).

Die im Rahmen der anstehenden Planung kalkulierbaren Kosten der Schadenbegrenzungsmaßnahmen belaufen sich auf maximal 211.948,26 € netto insgesamt (vgl. Tab. 22) wobei die Kostenreduzierung bei Kombination von Entnahme und Pflanzung von Bäumen noch nicht berücksichtigt ist. Wenn die maximal mögliche Anzahl nicht heimischer Bäume entnommen wird, reduziert sich die notwendige zusätzliche Anzahl an zu pflanzenden Bäumen entsprechend und umgekehrt.

Tab. 22: Vorzugsvariante(n) für die Schadensbegrenzung und Kosten

BP	LRT	Fläche	Vorzugsvariante für die Schadensbegrenzung	Kosten gesamt
		[m ²]		[€]
2n	*91E0	8688	Entnahme von 240 Kanadapappeln oder	60.000,00
			Unterpflanzung mit 240 Schwarzpappeln	744,00
3n	9190	1473	Unterpflanzung mit 80 Moorbirken	248,00
3bn	9110	17523	Unterpflanzung mit 1040 Stiel-Eichen	3.224,00
			und Kalkung	809,92
23n	9190	525	Unterpflanzung mit 40 Moorbirken	124,00
6	*91E0	5257	Entnahme von 80 Kanadapappeln oder	20.000,00
			Unterpflanzung mit 400 Berg-Ahornen	1.240,00
7	9190	493	Unterpflanzung mit 40 Moorbirken	124,00
7b	9110	872	Entnahme von 60 Roteichen oder	15.000,00
			Unterpflanzung mit 80 Hainbuchen	248,00
			und Kalkung	29,06
1E	9190	11370	Entnahme von 140 Fichten und	35.000,00
			Unterpflanzung mit 660 Moor-Birken	2.046,00
3E	9110	2690	Entnahme von 280 Roteichen und	70.000,00
			Unterpflanzung mit 340 Rotbuchen	2.856,00
			und Kalkung	131,27
5E	91F0	4780	Unterpflanzung mit 40 Stiel-Eichen	124,00

Die Entscheidung, ob vorzugsweise eine Entnahme nichtheimischer Baumarten oder die Unterpflanzung der Bestände oder ob beide Maßnahmen in Kombination durchgeführt werden sollten, ist mit der zuständigen Naturschutzbehörde und der Forstbehörde sowie im Benehmen mit dem/der Nutzungsberechtigten zu treffen.



Abb. 2: Vorzugsweise zu empfehlende Schadensbegrenzungsmaßnahmen in den Untersuchungsflächen des FFH-Gebietes Lippeaue

9 Hinweise zur Ausführung der Schadensbegrenzungsmaßnahmen

9.1 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.

Es ist eine Einzelstammentnahme durchzuführen. Die Einzelbäume, die entnommen werden, sollten nicht nebeneinanderstehen, da sonst große Lichtungen entstehen würden, auf denen sich möglicherweise nicht waldgesellschaftstypische Gehölze rasch ausbreiten würden (Späte Traubenkirsche, Robinie, nicht heimische Pappeln usw.). Ist eine größere Anzahl nicht heimischer Bäume in einer Gruppe anzutreffen, dann ist die Entnahme der Einzelbäume zeitlich so zu staffeln, dass sich zwischenzeitlich die Lücke durch einen gefällten Baum im Kronendach bereits wieder geschlossen hat (durch Ausbreitung der Äste der verbleibenden Bäume), bevor der nächststehende Baum gefällt wird.

Der Abtransport sollte mit Rückepferden erfolgen, um schwere Bodenschäden zu vermeiden. In den Flächen 2n und 6 sollte die Durchführung nur bei Frost oder Trockenheit erfolgen, damit der Boden geschont wird.

9.2 Hinweise zur Unterpflanzung mit heimischen Baumarten

Ein Unterbau ist das Pflanzen von Bäumen unter einen vorhandenen älteren Bestand (Alter etwa ab 40 Jahre bis zu 70 Prozent der Umtriebszeit). 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.

Im Normalfall sollte auf Pflanzen mit einer Größe zwischen 30 und 50 Zentimeter zurückgegriffen werden. 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 Spätsommer gesetzte Pflanzen müssen vor Wintereinbruch anwurzeln, sonst besteht die Gefahr des Auffrierens und der Frosttrocknis.

Es sollten nur so kleine Mengen aus dem Einschlag ausgehoben und zur Pflanzstelle transportiert werden, dass diese vor dem Pflanzen nicht austrocknen. 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 Pflanzertypen.

Sollten die Flächen zur Vergrasung oder starkem Brombeerbewuchs neigen, haben große Pflanzen einen wesentlichen Vorsprung gegenüber Sämlingen.

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 überschirmenden 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.

9.3 Hinweise zur Durchführung der Bodenschutzkalkung

Die zu behandelnden Flächen des LRT 9190 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 Dolomitmalk. Der aus natürlichen Lagerstätten gewonnene kohlensaure Magnesiummalk (Dolomitmalk) 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 kohlensauren Magnesiummalk 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 Staubeentwicklung zu vermeiden ist. Deshalb sollte erdfeuchtes Material verwendet werden.

Ca. alle 10 Jahre ist anhand der Analyse des Ca/Al-Verhältnisses (< 0,6?) zu überprüfen, ob eine Wiederholungskalkung erforderlich ist.

10 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 vermarktbar Fläche wird sich auf rd. 155 ha belaufen.

Es ist ein Kernbereich für großflächige Industrienutzung mit Einheiten größer als 10 ha vorgesehen, die sich nördlich einer zentralen Erschließungsachse erstrecken sollen.

Südlich der Haupteerschließungsachse sind kleinere Ansiedlungseinheiten zwischen 3 und 10 ha für produzierende Industrie und gewerbliche Unternehmen („Light Industries“) zur Ergänzung des Kernbereiches vorgesehen. Ein Forschungs- und Technologiebereich rundet das Flächenangebot ab.

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. Das Büro PeutzConsult hat daher eine Abschätzung der Emissionen aus branchenüblichen Durchschnittswerten hergeleitet und daraus eine Depositionsprognose der zusätzlich zu erwartenden Stickstoff- und Schwefeleinträge in den FFH-Lebensräumen (LRT) der umliegenden FFH-Gebiete DE-4209-302 Lippeaue, DE 4314-302 Teilabschnitte Lippe - Unna, Hamm, Soest, Warendorf, FFH-Gebiet DE 4311-301 In den Kämpen, Im Marsche und Langerner Hufeisen und DE 4311-304 Wälder bei Cappenberg berechnet.

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.

Der Untersuchungsraum wurde mit den Abschneidewerten $0,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bzw. $24 \text{ eq N+S ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ abgegrenzt.

Von den 57 geprüften FFH-Lebensräumen und Lebensraum-Entwicklungsflächen in 4 o.g. FFH-Gebieten, liegen 23 innerhalb des 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} mit Hilfe des „Einfachen Massenbilanz-Modells“ (CLRTAP 2017) berechnet und mit den Gesamtdepositionen verglichen. Wird der standortspezifische Critical Load an einem oder mehreren Beurteilungspunkten überschritten, wurde die Erheblichkeit anhand der Bagatellschwelle (3% des CL) geprüft.

Im Ergebnis der Prüfung wurde festgestellt, dass in 10 FFH-Lebensräumen (davon 3 LRT-Entwicklungsflächen) die ermittelten Critical Loads durch die Gesamtdeposition (Hintergrundplus vorhabensbedingte Zusatzdeposition) überschritten werden und die vorhabensbedingte Zusatzdeposition möglicherweise erhebliche Beeinträchtigungen verursachen könnten.

Erhebliche Beeinträchtigungen sollen jedoch vermieden bzw. auf ein unerhebliches Maß vermindert werden. Dazu sollten Maßnahmen in Varianten vorgeschlagen werden. Der Variantenvergleich 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 genaue Beschreibung der Umsetzung gegeben. Soweit möglich, wurde der finanzielle Aufwand abgeschätzt. Anschließend wurde eine Empfehlung der Vorzugsvariante gegeben oder ggf. eine Kombination mehrerer Varianten wie folgt vorgeschlagen:

Fläche 2n	LRT *91E0	Größe: 8688 m ²	Entnahme von 240 Kanadapappeln oder Unterpflanzung mit 240 Schwarzpappeln
Fläche 3n	LRT 9190	Größe: 1473 m ²	Unterpflanzung mit 80 Moorbirken
Fläche 3bn	LRT 9110	Größe: 17523 m ²	Unterpflanzung mit 1040 Stiel-Eichen und Kalkung
Fläche 23n	LRT 9190	Größe: 525 m ²	Unterpflanzung mit 40 Moorbirken
Fläche 6	LRT *91E0	Größe: 5257 m ²	Entnahme von 80 Kanadapappeln oder Unterpflanzung mit 400 Berg-Ahornen
Fläche 7	LRT 9190	Größe: 493 m ²	Unterpflanzung mit 40 Moorbirken
Fläche 7b	LRT 9110	Größe: 872 m ²	Entnahme von 60 Roteichen oder Unterpflanzung mit 80 Hainbuchen und Kalkung
Fläche 1E	LRT 9190	Größe: 11370 m ²	Entnahme von 140 Fichten und Unterpflanzung mit 660 Moor-Birken
Fläche 3E	LRT 9110	Größe 2690 m ²	Entnahme von 280 Roteichen und Unterpflanzung mit 340 Rotbuchen und Kalkung
Fläche 5E	LRT 91F0	Größe: 4780 m ²	Unterpflanzung mit 40 Stiel-Eichen

Abschließend wurde für die Vorzugsvariante bzw. Varianten-Kombination der Nachweis geführt, dass sie die Einhaltung der Bagatellschwelle von 3% des CL_{LeutN} bzw. CL_{S+N} garantiert. Die Umsetzung der Maßnahmen führt zu einer nachhaltigen Vermeidung zusätzlicher erheblicher Beeinträchtigungen der FFH-LRT durch den Bau und den Betrieb im newPark.

Die im Rahmen der anstehenden Planung kalkulierbaren Kosten der Schadenbegrenzungsmaßnahmen belaufen sich auf maximal 211.948,26 € netto insgesamt, wobei die Kostenreduzierung bei Kombination von Entnahme und Pflanzung von Bäumen noch nicht berücksichtigt ist. Wenn die maximal mögliche Anzahl nicht heimischer Bäume entnommen wird, reduziert sich die notwendige zusätzliche Anzahl an zu pflanzenden Bäumen entsprechend und umgekehrt.

Ahrensfelde, am 12.3.2021



PD Dr. habil. Angela Schlutow

Quellen:

- Ad-hoc-AG (2019): Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Vorhaben nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz - Stickstoffleitfaden BImSchG-Anlagen - Ad-hoc-AG „Leitfaden zur Auslegung des § 34 BNatSchG im Rahmen immissionsschutzrechtlicher Genehmigungsverfahren“ 19. Februar 2019
- AG Boden (Arbeitsgruppe Boden) (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.), Hannover.
- Balla, S., Bernotat, D., Frommer, J., Garniel, A., Geupel, M., Hebbinghaus, H., Lorentz, H., Schlutow, A., Uhl, R. (2014): Stickstoffeinträge in der FFH-Verträglichkeitsprüfung: Critical Loads, Bagatellschwelle und Abschneidekriterium. AFSV Heft 14-3, 14 S. Online im Internet: URL: <http://www.afsv.de/index.php/waldoekologie-landschaftsforschung-und-naturschutz> [Stand: 28.11.2014].
- 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.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD) (2011a): Mittlere monatliche Niederschlagsmengen für die Monate Januar-Dezember aus dem Zeitraum 1971-2000. Rasterdatei
- DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD) (2011b): Mittlere Tagesmitteltemperatur der Referenzperiode 1971-2000 für Sommer und Winter. Rasterdatei
- 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.
- IVÖR - Institut für vegetationskunde, Ökologie und Raumplanung) (2016-2018): Maßnahmenkonzept Natura 2000 Lippeaue, Bereich Ost, Anhang 1: Maßnahmentabelle
- Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen (2003): Bodenschutzkalkung in Nordrhein-Westfalen. Information für Waldbesitzer. Hrsg.: MUNLV NRW, Düsseldorf, 35 S.

- LANUV – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (2012): Abschneidekriterien zur Festlegung des Untersuchungsgebietes. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Essen, Vermerk 18. Juni 2012.
- LANUV NRW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW) (2014): Natura 2000-Gebiete in Nordrhein-Westfalen - Gebietsdokumente und Karten. (<http://www.naturschutzinformationen-nrw.de/natura2000-meldedok/de/start>)
- LANUV NRW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW) (2019): Schutzwürdige Biotope in Nordrhein-Westfalen. URL: <http://bk.naturschutzinformationen.nrw.de/bk/de/karten/bk>
- Lorentz, H., Düring, I. (Ingenieurbüro Lohmeyer) (2013): Schadensbegrenzungsmaßnahmen durch Minderung von Stickstoffeinträgen auf landwirtschaftlichen Flächen. Projekt 70947-13-03, im Auftrag der newPark Planungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH. Juli 2013, Radebeul.
- MUNVL (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, E. (Hrsg.) (1992): Süddeutsche Vegetationsgesellschaften. Teil IV, Gustav-Fischer-Verlag, Jena Stuttgart New York
- PASSARGE, H., HOFMANN, G. (1968): Vegetationsgesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes. II. Pflanzensoziologie 16. Jena 324 p.
- Petrich, R. (2015): Irrelevanzgrenzen bei Ausbreitungsrechnungen für luftgetragene Stoffe. Vortrag im Rahmen der 11. Infoveranstaltung des Ingenieurbüros Dr.-Ing. Wilfried Eckhof, 7. Bis 8. Mai 2015 in Schönefeld bei Berlin
- 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.
- 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., Bouwer, Y., Nagel, H.-D. (2017): 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 grenz-überschreitende 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.
- Schlutow, A., Scheuschner, T. (2011a): BAB A 49 VKE 40. Fachgutachten zur Ermittlung der Belastbarkeitsgrenzen als Teil der Bewertung der FFH-Verträglichkeit bei Stickstoffdepositionen bezogen auf das FFH-Gebiet „Herrenwald östlich Stadtal-Iendorf“. Im Auftrag des ASV Marburg
- Schlutow, A., Scheuschner, T. (2011b): BAB A 44 Kassel – Herleshausen VKLE 40.1 AS Waldkappel bis Hoheneiche. Fachgutachten zur Ermittlung der Irrelevanzschwelle als Teil der Bewertung der FFH-Verträglichkeit bei Stickstoffdepositionen bezogen auf die FFH-Gebiete „Trimberg bei Reichensachsen“ und „Werra- und Wehretal“. Auftraggeber: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen Wiesbaden

- Schlutow, A., Scheuschner, T., Heinzel, L., Schlutow, M. (2016): Anpassung von Klimagliederung und Leitwaldgesellschaften an den Klimawandel in Mecklenburg-Vorpommern. Auftraggeber: Landesforst Mecklenburg – Vorpommern. Auftragnehmer: ÖKO-DATA Gesellschaft für Ökosystemanalyse und Umweltdatenmanagement mbH. Unveröffentlicht. 114 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 (2002): 1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft). GMBI. 2002, Heft 25 - 29, S.511 - 605).
- TA Luft (2018): Entwurf der Neufassung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft. Stand 2018
- TÜV Nord (2014): FFH-Verträglichkeitsuntersuchung für den vorhabensbezogenen Brebauungsplan (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, 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/Alterrarapporten/AlterraRapport1654.pdf>.
- Weuthen, J. (2017): Bagatellschwelle und Abschneidekriterium in der TA Luft: Vollzugsvereinfachung für die FFH-Verträglichkeitsprüfung?. ZUR 4/2017 S. 215-222