Westfälische Wilhelms-Universität Münster

ILÖK Institut für Landschaftsökologie

Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Biologische Vielfalt: Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen

Teil 4: Zusammenfassung

Oktober 2009

Martin Behrens, Thomas Fartmann und Norbert Hölzel

unter Mitarbeit von

Anja Berndt, Margret Bunzel-Drüke, Klaus-Jürgen Conze, Christoph Grüneberg, Monika Hachtel, Karsten Hannig, Gabriel Hermann, Hajo Kobialka, Benjamin Krämer, Patrick Leopold, Holger Meinig, Norbert Menke, Thomas Mutz, Matthias Olthoff, Dominik Poniatowski, Anne Pöppelmann, Martin Schlüpmann, Christoph Sudfeldt, Henning Vierhaus, Johannes Wahl, Klaus Weddeling

Auftraggeber:
Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV NRW)
Schwannstraße 3
40476 Düsseldorf

Projektleitung, Ansprechpartner:

Dr. Ernst-Friedrich Kiel
Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV NRW)
Referat III-4: Naturschutz, Biotop- und Artenschutz, NATURA 2000
Schwannstraße 3
40476 Düsseldorf
Tel.: (02 11) 4 56 63 69
Fax: (02 11) 4 56 69 47
E-Mail: ernst-friedrich.kiel@munlv.nrw.de
http://www.umwelt.nrw.de/

Thomas Hübner
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW)
Fachbereich 23: Biotopschutz, Vertragsnaturschutz
Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Tel.: (0 23 61) 3 05 32 83
Fax: (0 23 61) 30 55 32 83
E-Mail: thomas.huebner@lanuv.nrw.de
http://www.lanuv.nrw.de/

Auftragnehmer:
Institut für Landschaftsökologie (ILÖK)
Westfälische Wilhelms-Universität
Robert-Koch-Straße 26–28
48149 Münster

Projektleitung, Ansprechpartner:

PD Dr. Thomas Fartmann
AG Biozönologie
Tel.: (02 51) 8 33 19 67
Fax: (02 51) 8 33 83 38
E-Mail: fartmann@uni-muenster.de
http://www.uni-muenster.de/Biozoenologie/

Prof. Dr. Norbert Hölzel
AG Ökosystemforschung
Tel.: (0251) 8 33 39 94
Fax: (0251) 8 33 83 38
E-Mail: nhoelzel@uni-muenster.de
http://www.uni-muenster.de/Oekosystemforschung/

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis **4**

Abbildungsverzeichnis **6**

Bearbeiter/innen **7**

1 Anlass und Fragestellung [Teil 1, Kapitel 1] **9**

2 Klimaszenario [Teil 1, Kapitel 2] **12**

2.1 Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen 12

2.2 Klimaszenario im Rahmen der Anpassungsstrategie des MUNLV NRW 14

2.3 Für die Empfindlichkeitsanalyse verwendete Klimaprojektionen 17

2.3.1 Regionalisierung 17

3 Empfindlichkeitsanalyse **21**

3.1 Methode 21

3.1.1 Tiere [Teil 1, Kapitel 3.1] 21

3.1.2 Pflanzen [Teil 1, Kapitel 4.1] 28

3.1.3 Lebensraumtypen [Teil 1, Kapitel 5.1] 31

3.2 Ergebnisse 34

3.2.1 Gesamtbilanz [Teil 1, Kapitel 6.1] 34

3.2.2 Tiere [Teil 1, Kapitel 6.2] 35

3.2.3 Pflanzen [Teil 1, Kapitel 6.3] 42

3.2.4 Lebensraumtypen [Teil 1, Kapitel 6.4] 45

3.2.5 Zusammenfassende Wirkprognose für Habitatkomplexe [Teil 2, Kapitel 3] 46

4 Vorschläge für eine Anpassungsstrategie **65**

4.1 Anpassungsstrategie des MUNLV NRW [Teil 3, Kapitel 1.2] 65

4.2 Handlungsbedarf in Nordrhein-Westfalen [Teil 3, Kapitel 2] 66

4.2.1 Ableitung von Handlungsbedarf aus der Empfindlichkeitsanalyse 66

4.2.2 Lebensraumtypen 67

4.2.3 Farn- und Blütenpflanzen 70

4.2.4 Tierarten 72

4.3 Plausibilitätsprüfung Biotopverbund [Teil 3, Kapitel 3] 82

4.3.1 Zielsetzung 82

4.3.2 Farn- und Blütenpflanzen 82

4.3.3 Tierarten 83

4.4 Anpassungsstrategie für Nordrhein-Westfalen [Teil 3, Kapitel 4] 89

4.5 Synopse der wichtigsten Anpassungsmaßnahmen [Teil 3, Kapitel 6] 92

4.6 Umsetzungsinstrumente [Teil 3, Kapitel 7] 98

4.7 Synergien und Konflikte mit anderen Handlungsfeldern [Teil 3, Kapitel 7] 100

5 Literaturverzeichnis 102

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Vergleich der Mittelwerte von Temperatur und Niederschlag für die Zeiträume 1951–2000 und 2046–2055 in Nordrhein-Westfalen differenziert nach Großlandschaften. 18

Tab. 2: Vergleich der mittleren Anzahl der Frost- und Sommertage pro Jahr für die Zeiträume 1951–2000 und 2046–2055 in Nordrhein-Westfalen differenziert nach Großlandschaften. 19

Tab. 3: Vergleich der mittleren Dauer der Vegetationsperiode für die Zeiträume 1951–2000 und 2046–2055 in Nordrhein-Westfalen differenziert nach Großlandschaften. 19

Tab. 4: Vergleich der Klimatischen Wasserbilanz innerhalb der Vegetationsperiode für die Zeiträume 1951–2000 und 2046–2055 in Nordrhein-Westfalen differenziert nach Großlandschaften. 20

Tab. 5: Orientierungshilfe zur Bewertung des Ausbreitungspotenzials von Tierarten im Rahmen der Empfindlichkeitsanalyse. 22

Tab. 6: Voraussichtliche Auswirkungen des Klimawandels in verschiedenen Lebensräumen in Nordrhein-Westfalen. 26

Tab. 7: Bewertungskriterien für die Empfindlichkeitsanalyse der Farn- und Blütenpflanzen. 29

Tab. 8: Einfluss des Klimawandels auf Tiere, Farn- und Blütenpflanzen, FFH- und §-62-Lebensräume in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. 34

Tab. 9: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bilanz der Bewertung der Einzelkriterien aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. 36

Tab. 10: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bewertung des Einzelkriteriums „Temperaturveränderung“ in Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. 37

Tab. 11: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bewertung des Einzelkriteriums „Niederschlagsveränderung“ in Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. 37

Tab. 12: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bewertung des Einzelkriteriums „Areal“ in Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. 38

Tab. 13: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bewertung des Einzelkriteriums „Lebensraum“ in Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. ... 39

Tab. 14: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bewertung des Einzelkriteriums „Lebenszyklus“ in Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. . 39

Tab. 15: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bilanz nach Rote-Liste-Status für die Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeits-analyse. 40

Tab. 16: Einfluss des Klimawandels auf die Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Bewertung der Hauptkriterien von Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. 42

Tab. 17: Einfluss des Klimawandels auf die Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz für den floristischen Status auf Basis der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. 42

Tab. 18: Einfluss des Klimawandels auf die Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz des floristischen Status für drei Reaktionstypen auf Basis der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. 43

Tab. 19: Einfluss des Klimawandels auf die Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz nach Rote-Liste-Status für die Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. 43

Tab. 20: Einfluss des Klimawandels auf die Lebensraumtypen nach Anhang 1 der FFH-Richtlinie und § 62 des Landschaftsgesetztes Nordrhein-Westfalen – Bilanz für Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. 45

Tab. 21: Einfluss des Klimawandels auf die ausgewählten Tierarten in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse für 23 Habitatkomplexe. 46

Tab. 22: Einfluss des Klimawandels auf die klimasensiblen Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse für 18 Vegetationstypen. 48

Tab. 23: Handlungsbedarf für die klimasensiblen Lebensraumtypen nach Anhang 1 der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und Biotoptypen nach § 62 Landschaftsgesetz Nordrhein-Westfalen..... 67

Tab. 24: Klimasensible Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen, die FFH-Arten sind. 71

Tab. 25: Klimasensible Farn- und Blütenpflanzen, für deren Erhaltung Nordrhein-Westfalen besonders verantwortlich ist. 71

Tab. 26: Auswertung pro Artengruppe für die negativ vom Klimawandel beeinflussten Tierarten, bei denen in Nordrhein-Westfalen besonderer Handlungsbedarf besteht. 73

Tab. 27: Liste der negativ vom Klimawandel beeinflussten Tierarten, für die in Nordrhein-Westfalen besonderer Handlungsbedarf besteht. 74

Tab. 28: Auswertung pro Artengruppe für die klimasensiblen Tierarten mit besonderem Handlungsbedarf, bei denen in Nordrhein-Westfalen ein Biotopverbund als Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Frage kommt. 85

Tab. 29: Biotopverbund als Anpassungsstrategie für negativ vom Klimawandel beeinflusste, verbundabhängige Tierarten, bei denen in Nordrhein-Westfalen besonderer Handlungsbedarf besteht. 86

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Prognostizierter globaler Temperaturanstieg bis ins Jahr 2100 in Abhängigkeit von sechs verschiedenen Emissionsszenarien des IPCC. 12

Abb. 2: Karten der Temperaturzunahme bis in den Prognosezeitraum 2031–2060 für Nordrhein-Westfalen 15

Abb. 3: Karten der Niederschlagsentwicklung bis in den Prognosezeitraum 2031–2060 für Nordrhein-Westfalen 15

Abb. 4: Diagramme über die Veränderungen der Monatsmitteltemperaturen und Monatsniedschläge für vier Großregionen in Nordrhein-Westfalen. 16

Abb. 5: Großlandschaften in Nordrhein-Westfalen. 17

Abb. 6: Auswahlverfahren der potenziell durch den Klimawandel gefährdeten bzw. geförderten Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen nach den Hauptkriterien der Ellenberg-Zeigerwerte für Temperatur und Feuchte, sowie des Arealtyps. 30

Abb. 7: Einfluss des Klimawandels auf Tiere, Pflanzen und Lebensräume in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. 34

Abb. 8: Einfluss des Klimawandels auf die ausgewählten Tiergruppen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse. 35

Abb. 9: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bilanz nach Rote-Liste-Status für die Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeits-analyse. 41

Abb. 10: Einfluss des Klimawandels auf die Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz nach Rote-Liste-Status für die Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeits-analyse. 44

Abb. 11: Einfluss des Klimawandels auf die ausgewählten Tierarten in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse für 23 Habitatkomplexe. 47

Abb. 12: Einfluss des Klimawandels auf die klimasensiblen Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse für 18 Vegetationstypen. 49

Abb. 13: Entscheidungsverlauf, bei welchen Farn- und Blütenpflanzenarten in Nordrhein-Westfalen Handlungsbedarf zur Anpassung an den Klimawandel besteht. 70

Abb. 14: Entscheidungsverlauf, bei welchen Tierarten in Nordrhein-Westfalen Handlungsbedarf zur Anpassung an den Klimawandel besteht. 72

Abb. 15: Plausibilitätsprüfung, bei welchen Tierarten in Nordrhein-Westfalen ein Biotopverbund als Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Frage kommt. 84

Bearbeiter/innen

Dipl.-Landschaftsökol. Martin Behrens
Institut für Landschaftsökologie
AG Biozönologie
Robert-Koch-Straße 26–28
48149 Münster
Tel.: (02 51) 8 33 36 79
Fax: (02 51) 8 33 83 38
E-Mail: martin.behrens@uni-muenster.de
http://www.uni-muenster.de/Biozoenologie/

Dipl.-Landschaftsökol. Anja Berndt
Institut für Landschaftsökologie
AG Ökosystemforschung
Robert-Koch-Straße 26–28
48149 Münster
Tel.: (02 51) 8 33 01 39
Fax: (02 51) 8 33 83 38
E-Mail: anja.berndt@uni-muenster.de
http://www.uni-muenster.de/Oekosystemforschung/

Dr. Margret Bunzel-Drüke
Teichstraße 19
59505 Bad Sassendorf-Lohne
Tel.: (0 29 21) 5 28 30
Fax: (0 29 21) 5 37 35
E-Mail: m.bunzel-drueke@abu-naturschutz.de
http://www.abu-naturschutz.de/

Dipl.-Biol. Klaus-Jürgen Conze
Daimlerstr. 6
59609 Anröchte
Tel.: (0 29 47) 8 92 41
E-Mail: kjc@loekplan.de
Fax: (0 29 47) 8 92 42
http://www.ak-libellen-nrw.de/
http://www.loekplan.de/

PD Dr. Thomas Fartmann
Institut für Landschaftsökologie
AG Biozönologie
Robert-Koch-Straße 26–28
48149 Münster
Tel.: (02 51) 8 33 19 67
Fax: (02 51) 8 33 83 38
E-Mail: fartmann@uni-muenster.de
http://www.uni-muenster.de/Biozoenologie/

Dipl.-Landschaftsökol. Christoph Grüneberg
Bohlweg 26
48145 Münster
Tel.: (02 51) 8 49 33 90
E-Mail: grueneberg@dda-web.de
http://www.dda-web.de/

Dipl.-Biol. Monika Hachtel
Biologische Station Bonn
Auf dem Dransdorfer Berg 76
53121 Bonn
Tel. (02 28) 2 49 57 94
E-Mail: M.Hachtel@BioStation-Bonn.de
http://www.herpetofauna-nrw.de/
http://www.biostation-bonn.de/

Dipl.-Biol. Karsten Hannig
Dresdener Straße 6
45731 Waltrop
Tel.: (0 23 09) 7 15 37
E-Mail: Karsten.Hannig@gmx.de

Dipl-Ing. Gabriel Hermann
Quellenstraße 45
71157 Hildrizhausen
E-Mail: GnauHermann-Hildrizhausen@t-online.de

Prof. Dr. Norbert Hölzel
Institut für Landschaftsökologie
AG Ökosystemforschung
Robert-Koch-Straße 26–28
48149 Münster
Tel.: (02 51) 8 33 39 94
Fax: (02 51) 8 33 83 38
E-Mail: nhoelzel@uni-muenster.de
http://www.uni-muenster.de/Oekosystemforschung/

Dipl.-Ing. Hajo Kobialka
Corvey 6
37671 Höxter
Tel.: (0 52 71) 1 86 24
E-Mail: kobialka@agentur-umwelt.de
http://www.mollusken-nrw.de/

Benjamin Krämer
Institut für Landschaftsökologie
AG Biozönologie
Robert-Koch-Straße 26–28
48149 Münster
Tel.: (02 51) 8 33 93 50
Fax: (02 51) 8 33 83 38
E-Mail: benjamin.kraemer@uni-muenster.de
http://www.uni-muenster.de/Biozoenologie/

Dr. Patrick Leopold
Pastoratsweg 4
53343 Wachtberg
Tel.: (02 28) 3 50 44 66
E-Mail: patrickleopold@yahoo.de
http://www.tagfaltermonitoring.de/

Dipl.-Biol. Holger Meinig
Haller Straße 52a
33824 Werther
Tel. (0 52 03) 60 65
E-Mail: Holger.Meinig@t-online.de

Dipl.-Geogr. Norbert Menke
Stephanweg 15
48155 Münster
Tel.: (02 51) 3 82 92 77
E-Mail: menkems@aol.com
http://www.ak-libellen-nrw.de/

Dipl.-Biol. Thomas Mutz
Merschkamp 17
48155 Münster
Tel.: (02 51) 31 41 61
E-Mail: m.mutz@citykom.net

Dipl.-Landschaftsökol. Matthias Olthoff
Martin Luther-Straße 1a
48147 Münster
E-Mail: matthias.olthoff@gmx.de

Dipl.-Landschaftsökol. Dominik Poniatowski
Institut für Landschaftsökologie
AG Biozönologie
Robert-Koch-Straße 26–28
48149 Münster
Tel.: (02 51) 8 33 93 50
Fax: (02 51) 8 33 83 38
E-Mail: poni@uni-muenster.de
http://www.uni-muenster.de/Biozoenologie/

Dipl.-Landschaftsökol. Anne Pöppelmann
Institut für Landschaftsökologie
AG Biozönologie
Robert-Koch-Straße 26–28
48149 Münster
Tel.: (02 51) 8 33 93 50
Fax: (02 51) 8 33 83 38
E-Mail: a.schroeder@uni-muenster.de
http://www.uni-muenster.de/Biozoenologie/

Dipl.-Biol. Martin Schlüpmann
Biologische Station Westliches Ruhrgebiet
Ripshorster Straße 306
46117 Oberhausen
Tel.: (02 08) 4 68 60 90
Fax (02 08) 4 68 60 99
martin.schluepmann@bswr.de.
http://www.herpetofauna-nrw.de/
http://www.bswr.de/

Dr. Christoph Sudfeldt
Am Diekamp 12
48157 Münster
Tel.: (02 51) 14 35 43
E-Mail: sudfeldt@dda-web.de
http://www.dda-web.de/

Dr. Henning Vierhaus
Teichstraße 13
59505 Bad Sassendorf
Tel.: (0 29 21) 5 56 23
E-Mail: henning4haus@gmx.de

Dr. Johannes Wahl
Steinfurter Straße 55
48149 Münster
Tel.: (02 51) 9 82 97 80
E-Mail: wahl@uni-muenster.de
http://www.dda-web.de/

Dipl.-Biol. Klaus Weddeling
Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
Tel. (02 28) 84 91 14 73
E-Mail: klaus.weddeling@bfn.de
http://www.herpetofauna-nrw.de/
www.bfn.de

1 Anlass und Fragestellung [Teil 1, Kapitel 1]

Der rezente Klimawandel ist mittlerweile eine wissenschaftlich und gesellschaftlich akzeptierte Tatsache, über deren Größenordnung, Ursachen und Auswirkungen zunehmend präzisere Analysen und Prognosen zur Verfügung stehen. Ein anthropogener Einfluss auf das Klima ergibt sich vor allem durch die nach wie vor ansteigende Emission von „Treibhausgasen", insbesondere Kohlenstoffdioxid (CO_2). Seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts überwiegt dieser menschliche Einfluss auf das Klima die natürlichen Prozesse (JONAS et al. 2005).

So stieg die weltweite Jahresmitteltemperatur im 20. Jahrhundert (1906–2005) um 0,7 °C (IPCC 2007a). Für Deutschland ist im letzten Jahrhundert sogar ein noch höherer Anstieg von 1 °C (1901–2000, JONAS et al. 2005) zu verzeichnen, wobei die Werte je nach betrachteter Zeitspanne in verschiedenen Studien zwischen + 0,8 °C und + 1 °C schwanken (vgl. RAPP 2000, LEUSCHNER & SCHIPKA 2004, JONAS et al. 2005, UBA 2006). Verschiedene Prognosen gehen bis zum Jahr 2100 von einer Erhöhung der globalen Jahresmitteltemperatur um 1,8–4,0 °C aus (IPCC 2007a, Referenzperiode: 1980–1999, Prognosezeitraum: 2090–2099). In mehreren, auch regional differenzierten Klimaprojektionen wird für Deutschland bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ein ähnlicher Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperatur von 2,5–3,5 °C berechnet (UBA 2006, vgl. auch SPEKAT et al. 2007, BAIERKUHNLEIN & FOKEN 2008).

Im letzen Jahrhundert (1896–1995) hat der Jahresniederschlag im Westen Deutschlands verbreitet um bis zu 20 % zugenommen, während im Osten kein klarer Trend erkennbar ist; dabei nehmen die Niederschläge im Winter deutlich zu, während sie im Sommer zurückgehen (LEUSCHNER & SCHIPKA 2004). Trends für die Entwicklung der Niederschläge sind deutlich schwieriger zu berechnen, als für die Temperatur, da Niederschläge sich regional stark unterscheiden und zufällig schwanken: Zukünftig könnte sich in Deutschland die Entwicklung ansteigender Winterniederschläge und zurückgehender Sommerniederschläge großflächig fortsetzen, ohne dass sich jedoch die Jahressumme des Niederschlags gravierend verändert (LEUSCHNER & SCHIPKA 2004, UBA 2006).

Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten extremer Wetterereignisse, wie Hitzewellen, Starkniederschläge, Dürreperioden und Stürme nimmt zu. Am deutlichsten zeigt sich dies bisher an der Häufung extremen Wärmeperioden, vor allem im Sommer. (vgl. JONAS et al. 2005, SCHÖNWIESE 2007).

Der Klimawandel hat vielfältige Konsequenzen für Mensch und Umwelt (z. B. IPCC 2007b, c; MUNLV 2007, BAIERKUHNLEIN & FOKEN 2008), auf die hier in der Gesamtheit nicht genauer eingegangen wird. Hinsichtlich der biologischen Vielfalt ergeben sich sowohl direkte Folgen durch veränderte Temperaturen, Niederschläge und Windverhältnisse als auch indirekte Auswirkungen durch die Reaktion des Menschen, z. B. in der Land- und Forstwirtschaft oder beim Hochwasserschutz. Für Arten und Lebensgemeinschaften sind vor allem die folgenden Auswirkungen relevant (vgl. LEUSCHNER & SCHIPKA 2004, KORN & EPPLE 2006, KLOTZ & KÜHN 2007):

- Veränderungen im Jahres- und Lebenszyklus, z. B. die Verschiebung phänologischer Phasen höherer Pflanzen durch eine verlängerte Vegetationsperiode (früherer Blattaustrieb, Blühbeginn etc.) oder ein verändertes Wanderverhalten bei Zugvögeln (frühere Ankunft im Brutgebiet, späterer Wegzug im Herbst, etc.).

- Auswirkungen auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt der Lebensräume, z. B. könnten Torfböden durch steigende Temperaturen und (saisonal) abnehmende Niederschläge bzw. Dürreperioden entwässert werden, wodurch sich eine verstärkte Mineralisation und erhöhte Nährstoffverfügbarkeit ergibt.
- Direkte Beeinflussung des Stoffwechsels der Arten durch die Änderungen von Temperatur und Wasserverfügbarkeit, sowie indirekte Auswirkungen über sonstige Habitatveränderungen, die aus dem Klimawandel resultieren (z. B. Nährstoffverfügbarkeit, Vegetationsstruktur, Nahrungsangebot). Diese Einflüsse können die Konkurrenzverhältnisse beeinflussen und so die Abundanz von Arten bzw. die Dominanzstruktur in Lebensgemeinschaften verändern.
- Arealveränderungen, z. B. infolge von Erwärmung eine Arealexpansion sub-/mediteran und atlantisch verbreiteter Arten nach Norden bzw. Nordosten oder eine Arealregression bei glazialen Reliktarten.

Neben den bereits vorhandenen, gravierenden negativen Eingriffen des Menschen in die Biodiversität könnte auch der anthropogen verstärkte Klimawandel zum Artensterben beitragen: Für Mitteleuropa schätzen THOMAS et al. (2004) das Aussterberisiko aufgrund von Klimaänderungen in einer Stichprobe von 1.000 Tier- und Pflanzenarten bis zum Jahr 2050 ein und kommen zum Ergebnis, dass bei 15–37 % der berücksichtigten Arten zumindest mit einem regionalen Aussterben zu rechnen ist.

Zukünftig muss im Arten- u. Biotopschutz deshalb auch der Klimawandel berücksichtigt werden: In der Diskussion um geeignete Anpassungsstrategien stehen die Pflege und Entwicklung klimaempfindlicher Lebensräume und -gemeinschaften auf ausreichend großer Fläche sowie ein wirksamer Biotopverbund, der klimabedingte Ausweichbewegungen ermöglicht, im Vordergrund (KORN & EPPLE 2006, BADECK et al. 2007, MUNLV 2007, JESSEL 2008). Es ist jedoch noch weitgehend ungeklärt, welche Arten und Lebensräume vom Klimawandel betroffen sind und in welcher Weise und wie stark sich der Klimawandel jeweils auswirken könnte. Im Auftrag des MUNLV NRW soll daher eine Pilotstudie mit folgender Fragestellung erarbeitet werden:

1. Auf welche Lebensräume und Arten lässt sich in Nordrhein-Westfalen bereits ein Einfluss durch den Klimawandel erkennen und welche Lebensräume und Arten sind voraussichtlich zukünftig besonders betroffen?
2. In welcher Weise (Wirkpfade, positive/negative Auswirkungen) sind die klimaempfindlichen Arten und Lebensräume durch den Klimawandel betroffen?
3. Für welche Arten und Lebensräume sind Habitatvernetzung bzw. Biotopverbund eine geeignete Anpassungsstrategie des Naturschutzes an den Klimawandel?
4. Welche Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel können zur Erhaltung der Biodiversität in Nordrhein-Westfalen empfohlen werden? Wie kann der Biotopverbund in Nordrhein-Westfalen gestaltet und weiterentwickelt werden, um für bestimmte Arten und Lebensräume als wirkungsvolle Anpassungsmaßnahme zu funktionieren?
5. Welche Synergien ergeben sich mit anderen Handlungsfeldern? Welche Konflikte entstehen mit anderen Handlungsfeldern und welche Lösungsansätze gibt es?

Die Pilotstudie gliedert sich wie folgt: Zunächst wird das Szenario des Klimawandels definiert. Dann erfolgt in zwei Schritten eine Empfindlichkeitsanalyse der Arten und Lebensräume in Nordrhein-Westfalen. Im ersten Schritt wird eine tabellarische Kurzbewertung für alle einzubeziehenden Arten und Lebensräume vorgenommen (Kapitel 1–3.2.4). Der zweite Schritt besteht aus einer detaillierten Wirkprognose für Reaktionstypen und Beispielarten (Kapitel 3.2.5). Aufbauend auf der Empfindlichkeitsanalyse wird zunächst geprüft, für welche Arten grundsätzlich ein Biotopverbund als Anpassungsstrategie an den Klimawandel plausibel ist; abschließend werden Anpassungsstrategien an den Klimawandel erarbeitet (Kapitel 4).

2 Klimaszenario [Teil 1, Kapitel 2]

2.1 Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen

Das zukünftige Ausmaß des anthropogen verursachten Klimawandels ist von der Entwicklung der Treibhausgasemissionen abhängig. Um Klimaprojektionen vornehmen zu können, ist es daher zunächst erforderlich, Vorhersagen über die CO_2-Emissionen als wichtigste Einflussgröße auf den Klimawandel zu entwickeln. Hierfür wurden sechs Emissionsszenarien, die unterschiedlich starke Treibhausgasemissionen bis 2100 berücksichtigen, vom IPCC (2000) publiziert: A1FI, A1T, A1B, A2, B1, B2. Dabei repräsentiert z. B. das Szenario A1B einen mittleren CO_2-Ausstoß, während A1FI als „worst-case-Szenario“ betrachtet wird – für den Fall, dass weiterhin intensiv fossile Energieträger mit hohen CO_2-Emissionen verwendet werden (Abb. 1).

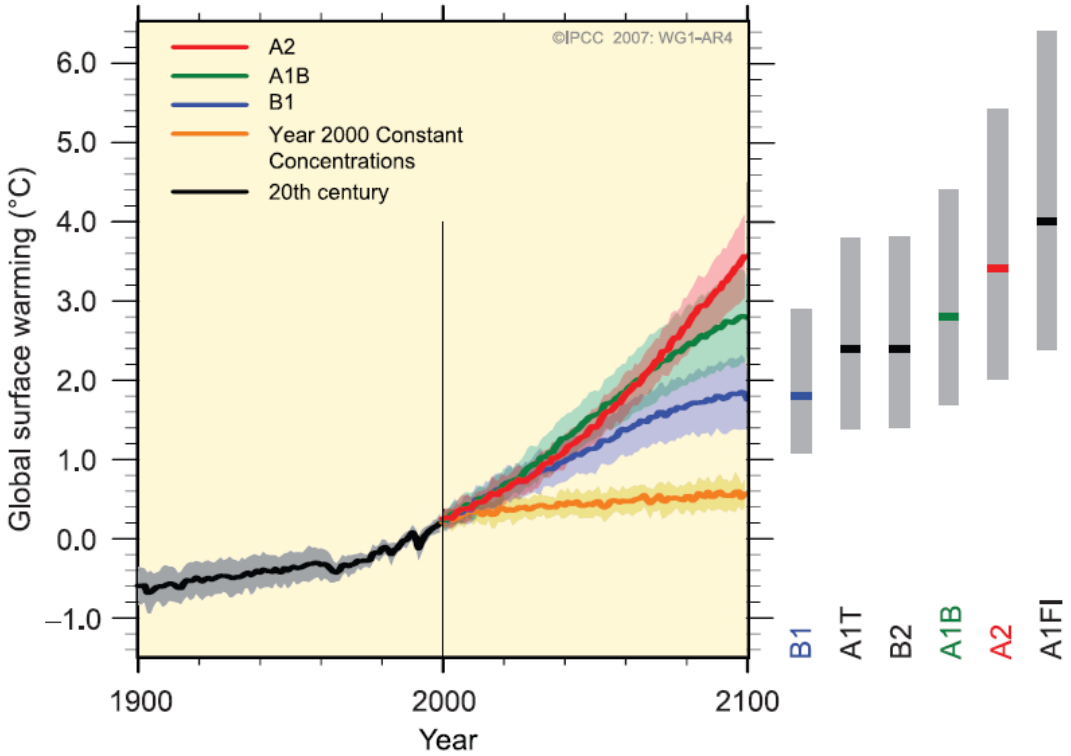


Abb. 1: Prognostizierter globaler Temperaturanstieg bis ins Jahr 2100 in Abhängigkeit von sechs verschiedenen Emissionsszenarien des IPCC.

Säulen rechts: bester Schätzwert (Linie) und möglicher Schwankungsbereich (grau) der Temperaturerhöhung für das jeweilige Emissionsszenario. Abbildung entnommen aus IPCC (2007a), nähere Erläuterungen dort und in IPCC (2000).

Solche Emissionsszenarien ermöglichen es, unter Berücksichtigung globaler Zirkulationsmodelle die Klimaentwicklung für große Räume zu prognostizieren. Diese Klimaprojektionen können dann über regionale Klimamodelle verfeinert werden. In Deutschland werden vier regionale Klimamodelle eingesetzt: die statistischen Modellen WETTREG und STAR und die dynamischen Modellen REMO und CCLM. Ausführlichere Zusammenfassungen zu diesen

Themen finden sich in KROPP et al. (2009) oder in MUNLV (2009), Details zu den Emissionsszenarien können IPCC (2000, 2007a) entnommen werden.

Neueste Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen werden in KROPP et al. (2009) ausführlich dargestellt. Unter anderem erfolgt dort für das „mittlere" Emissionsszenario A1B ein Vergleich von CCLM-Ergebnissen mit drei unterschiedlichen STAR-Realisierungen:

Übersicht: Temperatur (T) und Niederschlag (N) und deren Veränderungen (Δ) in Nordrhein-Westfalen nach verschiedenen regionalen Klimamodellen.

T1/N1 = Zeitraum von 1961–1990 (beobachtet) und T2/N2 = Zeitraum von 2031–2060 (simuliert anhand der Modelle CCLM und STAR mit drei Realisierungen: trocken, mittel und feucht); Daten leicht verändert (betrifft Korrektur von ΔT/ΔN) aus KROPP et al. (2009: 15)

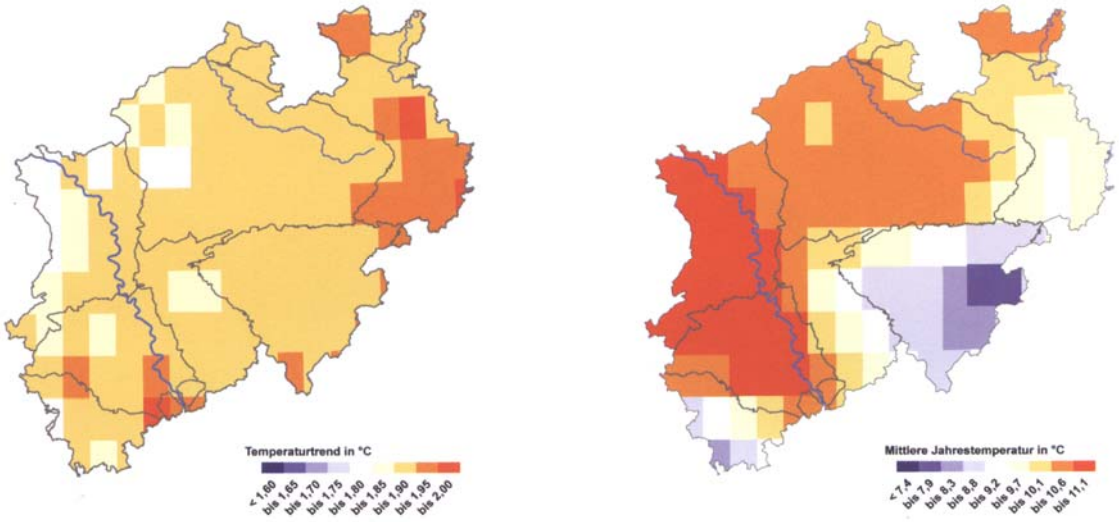
Modell	**T1 [°C]**	**T2 [°C]**	**Δ T [°C]**	**N1 [mm]**	**N2 [mm]**	**Δ N [%]**
CCLM	8,5	9,9	+ 1,4	1089	1120	+ 3
STAR trocken	8,9	11,2	+ 2,3	911	887	– 3
STAR mittel	8,9	11,3	+ 2,4	911	1007	+ 11
STAR feucht	8,9	11,3	+ 2,4	911	1063	+ 17

Alle in der obigen Übersicht präsentierten Klimaprojektionen berücksichtigen das „mittlere" Emissionsszenario A1B. Der Klimawandel wird jedoch stärker ausfallen, falls die Treibhausgasemissionen nicht deutlich reduziert werden können! Für seine Anpassungsstrategie an den Klimawandel verweist das MUNLV (2009) vor allem auf diese aktuellen CCLM-Ergebnisse (vgl. Kapitel 2.2). Das für die Empfindlichkeitsanalyse berücksichtigte Klimaszenario greift jedoch auf die Ergebnisse aus STAR-Berechnungen von GERSTENGARBE et al. (2004) und SPEKAT et al. (2006) zurück (vgl. Kapitel 2.3). Es ist damit der oben zitierten „mittleren" STAR-Variante sehr ähnlich und wird aus den folgenden Gründen verwendet:

- Während der Empfindlichkeitsanalyse bildet es die beste vorliegende Datengrundlage, in der auch Detailinformationen auf Naturraumebene vorhanden sind und steht zum Startzeitpunkt im September 2008 direkt zur Verfügung.
- Die CCLM-Simulationen sind derzeit noch ungenau, die Temperaturentwicklung wird zu niedrig, die Niederschlagssumme zu hoch simuliert (KROPP et al. 2009: 23).
- Die klimatische Wasserbilanz (KWB) ist ein wichtiger Faktor für die Empfindlichkeitsanalyse. Das Modell STAR prognostiziert eine stärkere Abnahme der KWB als dies laut CCLM zu erwarten wäre (vgl. KROPP et al. 2009: 112). Vor dem Hintergrund der im vorherigen Punkt geschilderten Abweichungen sind also die STAR-Ergebnisse derzeit noch besser geeignet. Auch bei den im Vergleich zu CCLM errechneten stärkeren Abnahmen der KWB handelt es sich noch um eine „vorsichtige" Prognose.

2.2 Klimaszenario im Rahmen der Anpassungsstrategie des MUNLV NRW

Die Anpassungsstrategie des MUNLV NRW (2009) berücksichtigt insbesondere Ergebnisse des regionalen Klimamodells CCLM auf Basis des Emissionsszenarios A1B (vgl. Kapitel 2.1) für den Prognosezeitraum 2031–2060 im Vergleich mit dem Referenzzeitraum von 1961–1990. Dabei ergibt sich für Nordrhein-Westfalen eine mittlere Erwärmung um 1,9 °C und ein Anstieg der Jahresniederschlagssumme um 5 %. Für unterschiedliche Regionen in Nordrhein-Westfalen können die Differenzen zwischen Prognose- und Referenzzeitraum sowie die prognostizierten Mittelwerte für den Zeitraum 2031–2061 den Abbildungen 2, 3 und 4 entnommen werden.

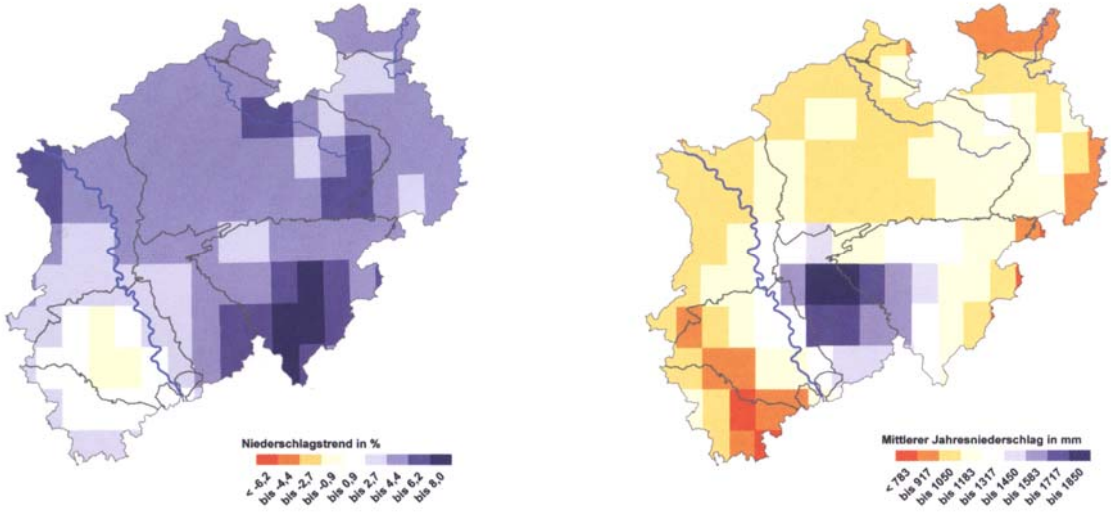


a) Differenz der Jahresmitteltemperatur [°C] (Zeitraum 2031/60 – 1961/90)

b) Jahresmitteltemperatur im Zeitraum 2031–2060 [°C]

Abb. 2: Karten der Temperaturzunahme bis in den Prognosezeitraum 2031–2060 für Nordrhein-Westfalen

CCLM-Simulationen des Szenarios A1B, Abbildung entnommen aus MUNLV (2009: 41).



a) Veränderung der Jahresniederschläge [%] (Zeitraum 2031/60 – 1961/90)

b) Jahressumme im Zeitraum 2031–2060 [mm]

Abb. 3: Karten der Niederschlagsentwicklung bis in den Prognosezeitraum 2031–2060 für Nordrhein-Westfalen

CCLM-Simulationen des Szenarios A1B, Abbildung entnommen aus MUNLV (2009: 42).

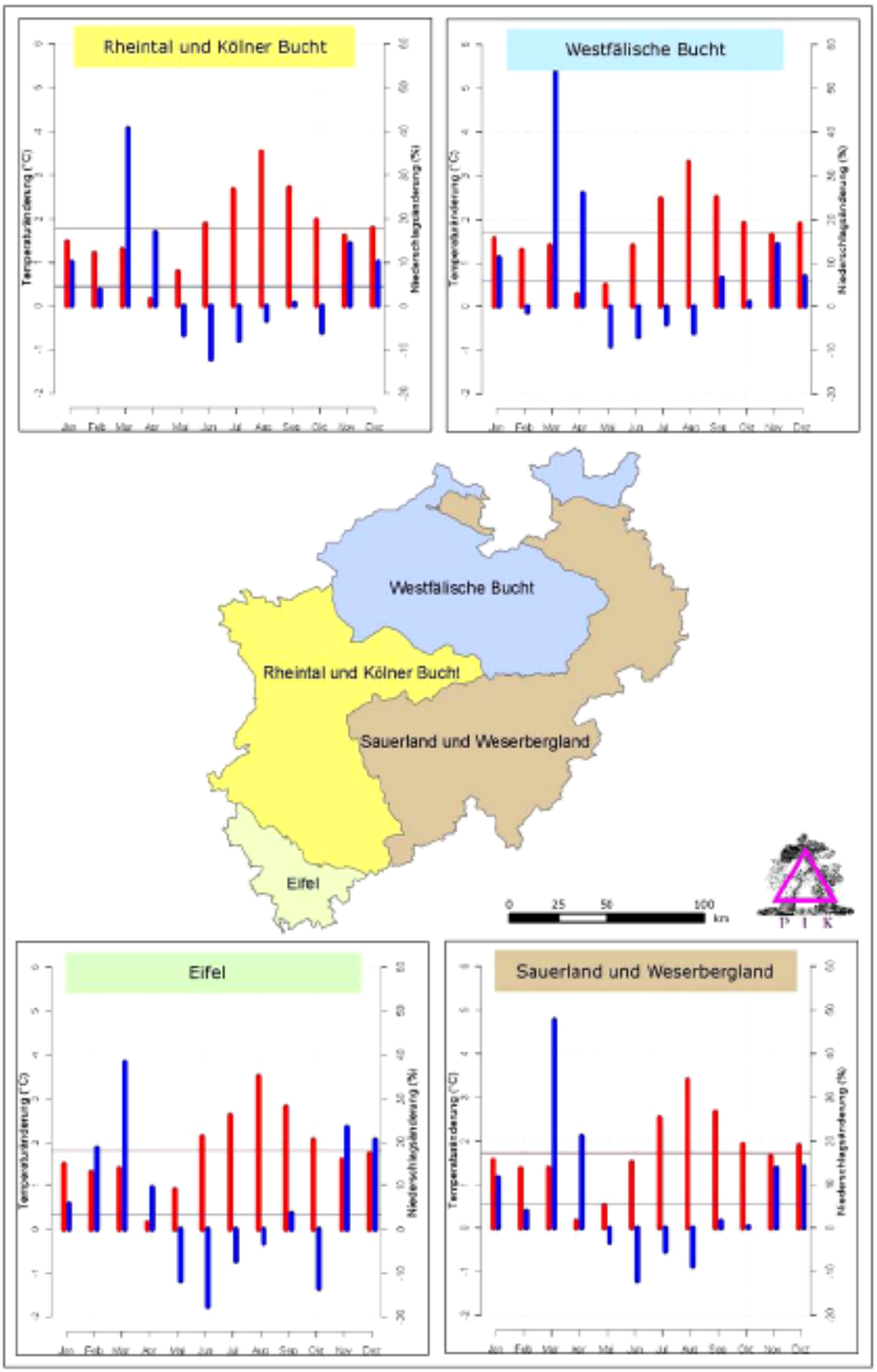


Abb. 4: Diagramme über die Veränderungen der Monatsmitteltemperaturen und Monatsniederschläge für vier Großregionen in Nordrhein-Westfalen.

Differenzen für Temperatur [°C] in rot und Niederschlag [%] in blau. Werte aus dem Vergleich des Referenzzeitraums 1961–1990 mit dem Prognosezeitraum 2031–2060 (CCLM-Simulationen des Szenarios A1B). Abbildung entnommen aus KROPP et al. (2009: 18), s. auch MUNLV (2009: 43).

2.3 Für die Empfindlichkeitsanalyse verwendete Klimaprojektionen

Damit ein einheitlicher Ausgangspunkt für alle Mitarbeiter/innen bzw. alle Bewertungen und Prognosen bezüglich der einzelnen Arten und Lebensräume zur Verfügung steht, wird zunächst ein Szenario für den Klimawandel in Nordrhein-Westfalen ausgewählt. Die beste verfügbare Datengrundlage sind zwei Studien (GERSTENGARBE et al. 2004, SPEKAT et al. 2006), in denen im Auftrag des LANUV die Klimaentwicklung für den Zeitraum 1951–2000 analysiert und Klimatrends für den Zeitraum 2001–2055 berechnet wird. Diese Studien verwenden das regionale statistische Klimamodell STAR (vgl. Kapitel 2.1). Im Folgenden leitet sich das Szenario für den Klimawandel jeweils aus der Prognose für die letzte modellierte Dekade (2046–2055) im Vergleich mit dem Referenzzeitraum (1951–2000) ab.

2.3.1 Regionalisierung

Regionale Unterschiede im aktuellen Klima und im berechneten Szenario bestehen vor allem zwischen den Tieflagen und den Mittelgebirgen. Im Folgenden werden die Jahresmittel ausgewählter Parameter für acht Großlandschaften in Nordrhein-Westfalen (Abb. 5) dargestellt (Werte für die einzelnen Jahreszeiten finden sich in Anhang 1, Karten-darstellungen s. SPEKAT et al. 2006).

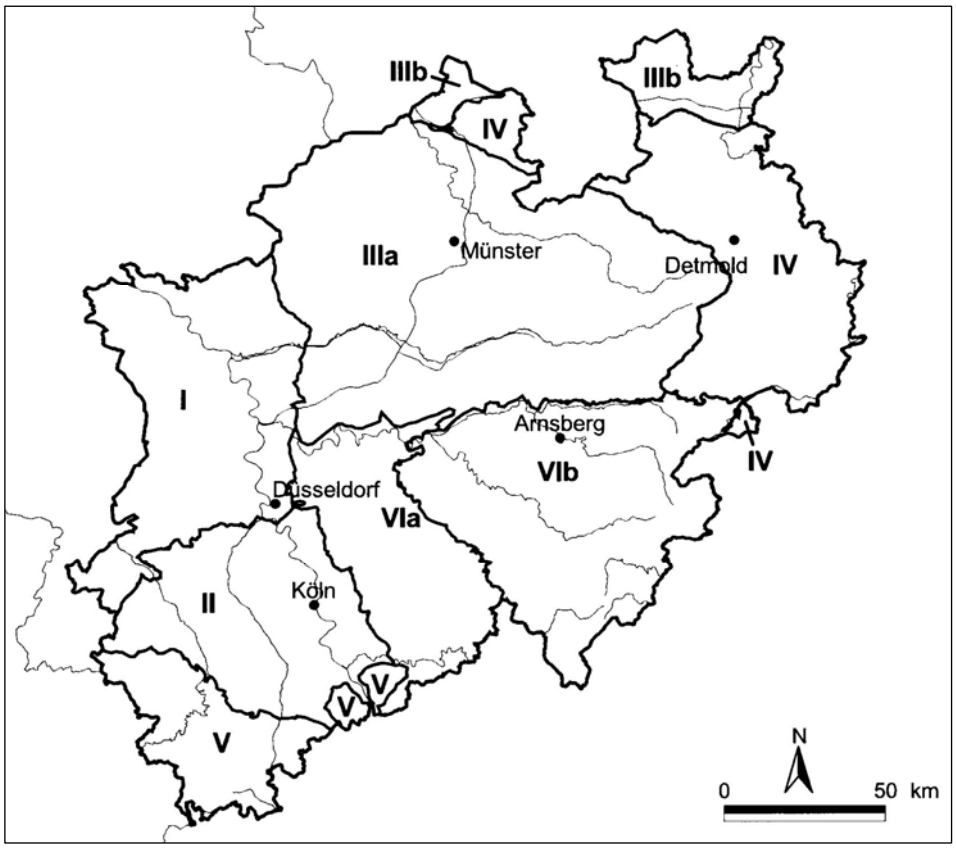


Abb. 5: Großlandschaften in Nordrhein-Westfalen.

nach DINTER (1999), aus GERSTENGARBE et al. (2004)

Die höchsten Durchschnittstemperaturen werden im Niederrheinischen Tiefland und der Niederrheinischen Bucht erreicht, die größten Niederschlagssummen sind für Eifel/Siebengebirge sowie das Sauer- und Siegerland zu verzeichnen. Nennenswerte regionale Unterschiede in der Temperaturzunahme bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts gibt es auf Ebene der Großlandschaften nicht, dies begründet sich jedoch auch durch das verwendete Modell für das Klimaszenario (nähere Erläuterungen s. GERSTENGARBE et al. 2004). Die Jahresniederschläge nehmen in den Großlandschaften bis 2055 insgesamt gering, jedoch in unterschiedlichem Ausmaß zu, um 1–6 %. Die größten Anstiege in der Niederschlagssumme werden mit 41–51 mm für die Westfälische Bucht, Eifel/Siebengebirge, Bergisches Land sowie Sauer- und Siegerland prognostiziert (Tab. 1).

Tab. 1: Vergleich der Mittelwerte von Temperatur und Niederschlag für die Zeiträume 1951–2000 und 2046–2055 in Nordrhein-Westfalen differenziert nach Großlandschaften.

Daten aus GERSTENGARBE et al. (2004); Großlandschaften entsprechend Abb. 5

Kürzel	Großlandschaft	Jahresmitteltemperatur [°C]				Jahresniederschlag [mm]			
		1951–2000	2046–2055	Differenz	Änderung [%]	1951–2000	2046–2055	Differenz	Änderung [%]
I	Niederrheinisches Tiefland	10,1	12,0	1,9	19	750	762	12	2
II	Niederrheinische Bucht	10,1	12,2	2,1	21	755	759	4	1
IIIa	Westfälische Bucht	9,5	11,4	1,9	20	802	850	48	6
IIIb	Westfälisches Tiefland	9,2	11,2	2,0	22	689	696	7	1
IV	Weserbergland	8,6	10,6	2,0	23	845	871	26	3
V	Eifel/Siebengebirge	8,4	10,4	2,0	24	918	959	41	4
VIa	Bergisches Land	9,1	11,0	1,9	21	1169	1220	51	4
VIb	Sauer- und Siegerland	8,0	9,8	1,8	23	1094	1136	42	4
Landesmittel Nordrhein-Westfalen		9,1	11,1	2,0	22	876	906	30	3

Frosttage werden in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts deutlich seltener, während Sommertage viel häufiger auftreten (Tab. 2): Besonders stark fällt der Rückgang der Frosttage absolut betrachtet im Niederrheinischen und Westfälischen Tiefland sowie im Sauer- und Siegerland aus; relativ gesehen ist die Abnahme im Tiefland größer als im Bergland. Die Häufigkeit der Sommertage steigt fast in allen Großlandschaften um mehr als 60 %, nur im Sauer- und Siegerland ist sie mit 52 % geringer.

Tab. 2: Vergleich der mittleren Anzahl der Frost- und Sommertage pro Jahr für die Zeiträume 1951–2000 und 2046–2055 in Nordrhein-Westfalen differenziert nach Großlandschaften.

Frosttage (Tagesminimum < 0 °C), Sommertage (Tagesmaximum ≥ 25 °C); Daten aus GERSTENGARBE et al. (2004); Großlandschaften entsprechend Abb. 5

Kürzel	Großlandschaft	Frosttage				Sommertage			
		1951–2000	2046–2055	Differenz	Änderung [%]	1951–2000	2046–2055	Differenz	Änderung [%]
I	Niederrheinisches Tiefland	59,8	32,8	–27,0	–45	27,4	49,9	22,5	82
II	Niederrheinische Bucht	54,4	34,6	–19,8	–36	33,3	54,9	21,6	65
IIIa	Westfälische Bucht	60,5	40,8	–19,7	–33	28,2	45,8	17,6	62
IIIb	Westfälisches Tiefland	73,7	45,1	–28,6	–39	26,0	45,9	19,9	77
IV	Weserbergland	72,4	51,7	–20,7	–29	24,3	41,2	16,9	70
V	Eifel/Siebengebirge	71,7	55,5	–16,2	–23	20,3	37,7	17,4	86
VIa	Bergisches Land	58,1	46,2	–11,9	–20	26,8	43,2	16,4	61
VIb	Sauer- und Siegerland	85,9	62,2	–23,7	–28	23,3	35,3	12,0	52
Landesmittel Nordrhein-Westfalen		67,1	46,1	–21,0	–31	26,2	44,2	18,0	69

Die Dauer der Vegetationsperiode nimmt im Landesdurchschnitt bis 2055 um 14 Tage zu, sie beginnt früher und endet später als im Referenzzeitraum 1951–2000. Regionale Unterschiede zwischen Tiefland (Beginn früher, Dauer länger) und Bergland (Beginn später, Dauer kürzer) bleiben bestehen (Tab. 3).

Tab. 3: Vergleich der mittleren Dauer der Vegetationsperiode für die Zeiträume 1951–2000 und 2046–2055 in Nordrhein-Westfalen differenziert nach Großlandschaften.

unter Verwendung von Daten aus SPEKAT et al. (2006); Großlandschaften entsprechend Abb. 5

Kürzel	Großlandschaft	Vegetationsperiode		
		1951–2000 (Tage)	2046–2055 (Tage)	Differenz [Tage]
I	Niederrheinisches Tiefland	12.4.–13.10. (184)	31.3.–17.10. (200)	16
II	Niederrheinische Bucht	10.4.–13.10. (186)	30.3.–19.10. (203)	17
IIIa	Westfälische Bucht	16.4.–11.10. (178)	08.4.–16.10. (191)	13
IIIb	Westfälisches Tiefland	18.4.–07.10. (172)	13.4.–16.10. (186)	14
IV	Weserbergland	21.4.–04.10. (166)	15.4.–12.10. (180)	14
V	Eifel/Siebengebirge	26.4.–01.10. (158)	17.4.–10.10. (176)	18
VIa	Bergisches Land	17.4.–08.10. (174)	09.4.–14.10. (188)	14
VIb	Sauer- und Siegerland	27.4.–27.09. (153)	21.4.–07.10. (169)	16
Landesmittel Nordrhein-Westfalen		18.4.–07.10. (172)	10.4.–13.10. (186)	14

Innerhalb der Vegetationsperiode setzt sich für die Klimatische Wasserbilanz bis 2055 der negative Trend aus der Referenzperiode 1951–2000 fort. Ursache sind die mit der Erwärmung weiter ansteigende Verdunstung sowie der zurückgehende Sommerniederschlag: Die größte Abnahme ist im Westfälischen Tiefland und im Weserbergland zu erwarten, Regionen

mit bisher positiver Bilanz (Bergisches Land, Sauer- und Siegerland) entwickeln ebenfalls ein Defizit (Tab. 4).

Tab. 4: Vergleich der Klimatischen Wasserbilanz innerhalb der Vegetationsperiode für die Zeiträume 1951–2000 und 2046–2055 in Nordrhein-Westfalen differenziert nach Großlandschaften.

Die Klimatische Wasserbilanz errechnet sich durch Differenzbildung aus Niederschlag und Verdunstung (Daten aus SPEKAT et al. 2006).

Kürzel	Großlandschaft	Wasserbilanz [mm]		
		1951–2000	2046–2055	Differenz
I	Niederrheinisches Tiefland	–115	–185	–70
II	Niederrheinische Bucht	–102	–173	–71
IIIa	Westfälische Bucht	–87	–162	–75
IIIb	Westfälisches Tiefland	–124	–224	–100
IV	Weserbergland	–69	–157	–88
V	Eifel/Siebengebirge	–66	–127	–61
VIa	Bergisches Land	+19	–55	–74
VIb	Sauer- und Siegerland	+6	–60	–66
Landesmittel Nordrhein-Westfalen		–65	–139	–74

3 Empfindlichkeitsanalyse

3.1 Methode

3.1.1 Tiere [Teil 1, Kapitel 3.1]

Die laut der Leistungsbeschreibung des MUNLV relevanten Artengruppen werden durch eine Experteneinschätzung dahingehend bewertet, ob und wie stark sie nachweislich oder potenziell von einem Klimawandel in Nordrhein-Westfalen betroffen sind bzw. sein könnten. Die jeweils für eine Artengruppe verantwortlichen Bearbeiter/innen berücksichtigen dabei die bisher publizierten Quellen und eigene Erfahrungen. Die Bewertung erfolgt in Bezug auf das Klimaszenario (Kapitel 2) über tabellarische, kommentierte Listen. Die relevanten Tabellen (Kapitel 3.2–3.10) enthalten folgende Informationen:

Art
Spalte 1 listet die wirbellosen Tierarten mit ihren wissenschaftlichen Namen in alphabetischer Reihenfolge auf, die Wirbeltiere sind nach den deutschen Namen sortiert.

Rote Liste NRW
Spalte 2 enthält den Rote-Liste-Status für Nordrhein-Westfalen nach LÖBF (1999):

Zeichen	Bedeutung
0	ausgestorben oder verschollen
R	durch extreme Seltenheit gefährdet
1	vom Aussterben bedroht
2	stark gefährdet
3	gefährdet
I	gefährdete wandernde Tierart
W	gefährdete, wandernde Vogelart
V	Vorwarnliste
*	nicht gefährdet
N	Einstufung dank Naturschutzmaßnahmen
M	Migrant, Wanderfalter, Irrgast oder verschleppt
X	Dispersalart
D	Daten nicht ausreichend
k.A.	keine Angabe

Ausbreitungspotenzial
In Spalte 3 erfolgt eine Bewertung des Ausbreitungspotenzials, die für Folgeauswertungen hinsichtlich der Anpassungsstrategien wichtig ist: Sofern Publikationen vorliegen oder eine Experteneinschätzung möglich ist, wird eine Klassifizierung in vier Stufen vorgenommen. Da – wenn überhaupt – sehr unterschiedliche Daten veröffentlicht sind, werden hierfür Spannen der mittleren und maximalen Aktionsdistanz bzw. der Reichweite einer passiven Ausbreitung durch Vektoren als Orientierungshilfe vorgegeben (Tab. 5). Mit der Aktionsdistanz ist die Entfernung zwischen den am weitesten voneinander entfernt liegenden Fundpunkten eines Individuums gemeint; unterschieden werden: mittlere Aktionsdistanz (Mittelwert verschiedener Individuen) und maximale Aktionsdistanz (größter Wert verschiedener Indivi-

duen). Ist die Datengrundlage nicht ausreichend und daher keine Bewertung möglich, so wird in Spalte 3 ein „?“ eingetragen.

Tab. 5: Orientierungshilfe zur Bewertung des Ausbreitungspotenzials von Tierarten im Rahmen der Empfindlichkeitsanalyse.

Einstufung der Beispielarten auf Basis der mittleren Aktionsdistanz nach FISCHER et al. (1999), GEYER & DOLEK (1999), PAULER (1993) und WAHLBERG et al. (2002).

Ausbreitungs-potenzial	mittlere Aktionsdistanz [m]	maximale Aktionsdistanz oder Ausbreitung durch Vektoren [m]	Art-Beispiele
sehr gering (s)	< 50	< 100	*Lycaena helle*
gering (g)	50–100	> 100–1.000	*Maculinea arion*
mittel (m)	> 100–500	> 1.000–10.000	*Euphydryas maturna*
hoch (h)	> 500	> 10.000	*Parnassius apollo*

Vektor

Falls die Einstufung des Ausbreitungspotenzials auf einer passiven Ausbreitung beruht, so wird in Spalte 4 der für die Art relevante Vektor genannt – unterschieden werden Wind (wi), Wasser (wa), Tiere (t) und Mensch (m).

Verbundabhängigkeit

In Spalte 5 wird unter dem Begriff „Verbundabhängigkeit“ bewertet, ob die Ausbreitung der Art von Korridoren oder Trittsteinen geeigneter Lebensräume abhängt: Unterschieden werden drei Art-Typen: (n) = nicht verbundabhängig, (k) = abhängig von „echten“ Korridoren aus kontinuierlichen, häufig linearen Habitaten (z. B. Auen, Gewässer), (t) = zumindest abhängig von nicht kontinuierlichen Habitatnetzen bzw. „Trittstein-Habitaten“. Arten, die als verbundabhängig (k, t) eingestuft werden, müssen in ihrer Ausbreitung tatsächlich von Verbundstrukturen abhängig sein, die optionale Nutzung solcher Strukturen, die ja alle Arten betreffen würde, ist nicht gemeint. Auch wird nicht berücksichtigt, ob zurzeit in Nordrhein-Westfalen überhaupt geeignete Verbundstrukturen vorliegen, eine Vernetzung von Populationen also möglich wäre.

Kurzbewertung zum Einfluss des Klimawandels auf die Arten

Die Spalten 6–10 enthalten eine Kurzbewertung, ob und wie sich der Klimawandel laut Szenario (Kapitel 2) auf die jeweilige Art auswirkt, berücksichtigt werden dabei fünf Kriterien: Temperatur- und Niederschlagsveränderung, Lebensraum, Areal, Lebenszyklus.

Die Bewertung erfolgt standardisiert durch die Wahl eines der folgenden sechs Einträge:

- 0 indifferent, kein Einfluss des Klimawandels laut Szenario zu erwarten oder positive und negative Einflüsse gleichen sich aus
- \+ leicht positiver Einfluss des Klimawandels laut Szenario
- ++ stark positiver Einfluss des Klimawandels laut Szenario

- leicht negativer Einfluss des Klimawandels laut Szenario
- - stark negativer Einfluss des Klimawandels laut Szenario
- ? keine Bewertung möglich, Datengrundlage nicht ausreichend

Temperaturveränderung

Bewertung ob/wie sich die prognostizierten Veränderungen der Temperatur unter Berücksichtigung der Temperaturpräferenz der Arten auswirkt; weitgefasste Kategorie, die alle Auswirkungen (z. B. auf Lebenszyklus, Lebensraum, Areal) einschließt; trotz Redundanz mit den folgenden Kriterien ist dieses Attribut für zusammenfassende Auswertungen wichtig, die vor allem auf die politische und öffentlichkeitswirksame Verwertbarkeit abzielen: z. B. allgemeine Aussagen, wie „… dieser Anteil der Arten könnte positiv durch den prognostizierten Temperaturanstieg beeinflusst werden“.

Niederschlagsveränderung

Bewertung ob/wie sich die prognostizierten Veränderungen der Niederschläge unter Berücksichtigung der Feuchtepräferenz der Arten auswirken (Erläuterung s. Temperaturveränderung).

Lebensraum

Bewertung ob/wie sich der Lebensraum verändert. Orientierung an folgender Liste der möglichen Auswirkungen für 24 Lebensraumkomplexe (Tab. 6; Teil 1, Anhang 2):

1	Quellen
2	Fließgewässer, Kanäle, Gräben
3	Stillgewässer
4	Feucht- und Nasswälder (Auenwald, Moorwald, Bruchwald)
5	Laubwälder wechselfeuchter bis mäßig trockener Standorte
6	Laubwälder trockener Standorte
7	Nadelwälder
8	Kleingehölze, Alleen, Bäume, Gebüsche, Hecken
9	Moore und Sümpfe
10	Heiden (trockene Heide und Feuchtheide)
11a	Kalkmagerrasen
11b	Silikatmagerrasen
12	Magerwiesen und -weiden (mäßig feuchte bis trockene Standorte)
13	Fettwiesen und -weiden
14	Feucht-/Nasswiesen und -weiden
15	Säume, Hochstaudenfluren (nasse bis trockene Standorte)
16	Äcker, Weinberge
17	Felsbiotope (Felsen, Block- und Schutthalden)
18	Höhlen und Stollen
29	Gärten, Parkanlagen, Siedlungsbrachen
20	Abgrabungen
21	Halden, Aufschüttungen
22	Deiche und Wälle
23	Gebäude

Areal

Bewertung hinsichtlich möglicher Veränderungen des Verbreitungsgebietes:

– Arealgröße (Expansion, Regression) innerhalb von Nordrhein-Westfalen

- Lage des Areals bzw. Richtung der Veränderungen (Verschiebung in Bezug auf die Himmelsrichtungen und in Bezug auf die Höhenlage)
- Fragmentierung bisher geschlossener Areale
- Schluss bisher fragmentierter Areale

Lebenszyklus

Bewertung in Bezug auf die Entwicklungsstadien und phänologische Verschiebungen:

- längere bzw. kürzere Dauer der Entwicklungsphasen
- früheres bzw. späteres Auftreten der Entwicklungsstadien im Jahresverlauf
- veränderte Zeitpunkte und Dauer des Aufenthaltes in zeitweise genutzten Lebensräumen (z. B. Ei-, Larval-, Imaginal-, Laich-, Brut-, Rast- oder Überwinterungshabitate)
- veränderte Mortalität in empfindlichen Entwicklungsphasen
- Abnahme/Zunahme der Reproduktion
- Gefahr der Desynchronisation von Entwicklungsphasen und Schlüsselrequisiten (z. B. unzureichende Nahrungsverfügbarkeit für Jungvögel, Mangel geeigneter Wirtspflanzenstadien zur Eiablage oder als Raupennahrung für Schmetterlinge)
- jahreszeitliche Verschiebung und Zu-/Abnahme des Nahrungs- und Wirtspflanzenangebotes
- veränderter Einfluss durch interspezifische Konkurrenz

Gesamtbewertung

Abschließend erfolgt in Spalte 11 eine Gesamtbewertung in der gleichen Form der Bewertung der Einzelkriterien. Die Gesamtbewertung ergibt sich nicht über eine systematische Verrechnung der Einzelbewertungen, sondern ist eine begründete Experteneinschätzung. Nur so ist eine Gesamtprognose pro Art möglich, da die gewählten Einzelkriterien heterogen und damit nicht für eine Verrechnung geeignet sind. Es wird zumindest für die klimasensiblen Arten eine stichwortartige Begründung hinzugefügt und in Klammern der relevante Schlüsselfaktor genannt. Da die Bewertungskriterien recht weit gefasst sind und die Einzelbewertungen ohne Erläuterungen eingetragen werden, soll so eine höhere Transparenz und Nachvollziehbarkeit erreicht werden.

Experteneinschätzung und Quellenangabe

In Spalte 12 wird angegeben, ob es sich bei der Bewertung um eine Experteneinschätzung bzw. Analogieschlüsse in Bezug auf andere Arten handelt (Eintrag “ja“), oder ob bereits Ergebnisse vorliegen (z. B. Arealvergrößerung nach Norden bei thermophilen Arten), die einen Einfluss des Klimawandels auf die jeweilige Art belegen (Eintrag „nein“). Diese Ergebnisse werden dann in der Begründung der Gesamtbewertung (vgl. oben) genannt. In der letzten Spalte werden ggf. die Quellen eingetragen, auf denen die Bewertung basiert.

Die Effekte einer durch den Klimawandel hervorgerufenen Desynchronisation und einer Beeinflussung der interspezifischen Konkurrenz (s. Lebenszyklus) sowie Änderungen des Bodenwasserhaushaltes (s. Lebensraum) sind schwer abschätzbar. Sie können nur teilweise berücksichtigt werden. Die Einschätzung für diese Punkte ist daher „eher zurückhaltend“, die tatsächlichen Veränderungen durch den Klimawandel könnten noch gravierender ausfallen.

Tab. 6: Voraussichtliche Auswirkungen des Klimawandels in verschiedenen Lebensräumen in Nordrhein-Westfalen.

zur Definition der Lebensraumkomplexe vgl. Teil 1, Anhang 2

Auswirkungen des Klimawandels	**Lebensräume**																							**Quellenangabe**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	
stärkeres und häufigeres Hochwasser durch Starkniederschläge		●	●	●					●					●										
erhöhte Erosion und Sedimentfracht nach Starkregen		●	●	●										●		●				●	●			
im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände und geringere Quellschüttung bis hin zur zeitweisen Austrocknung	●	●	●	●					●					●						●				
Anstieg der Wassertemperatur	●	●	●																					
erhöhte Nähr- und Schadstoffkonzentrationen bei geringer Wasserführung im Sommer	●	●	●																	●				
geringerer Sauerstoffgehalt im Sommer, u. a. in Folge erhöhter Temperaturen	●	●	●																	●				
keine oder nur dünne bzw. zeitweilige Eisdecke im Winter		●	●																	●				
verstärktes Wachstum von Algen und Makrophyten durch veränderten Nährstoff- und Temperaturhaushalt	●	●	●						●															
Zunahme der Häufigkeit von Fischsterben bei Schadstoff-einleitungen in Fließgewässer wegen fehlender Verdünnung (u. a. Spülstöße in der Kanalisation nach längeren Trockenphasen)		●																						
starke Fluktuationen des Grundwasserspiegels	●	●	●	●	●		●		●	●		●	●	●	●	●				●				
ausgeprägte Trockenphasen im Sommer und Herbst, aufgrund der negativen Wasserbilanz	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●		
„mikroklimatische Abkühlung“ im Frühjahr: frühere Vegetations-entwicklung führt in Kombination mit hohen Stickstoffeinträgen zur einem früheren und schnelleren Biomasseaufwuchs; sich gut erwärmende Streu wird schnell von frischem („kühlem“) Grün überwachsen, offene Bodenstellen werden ebenfalls schnell überwachsen										●	●	●	●	●	●									WallisDeVries & van Swaay 2006
in Trockenphasen verstärkte Humus- und Torfmineralisation, erhöhte Nährstofffreisetzung und Eutrophierung		●	●	●					●	●				●										
verringerte Nährstoffverfügbarkeit („Oligotrophierung“) während der längeren Trockenphasen im Sommer						●				●	●	●	●			●	●							

Auswirkungen des Klimawandels	Lebensräume																							Quellenangabe
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
früherer Beginn von Mahd und Beweidung											●	●	●	●										
längere Vegetationsperiode ermöglicht häufigere Schnitte von Wiesen													●											
Zunahme von Schneebruch, Windwurf und Hagelschäden durch das vermehrte Auftreten von klimatischen Extremereignissen							●																	
Zunahme von Insektenkalamitäten (Borkenkäfer, Frostspanner)				●	●	●	●	●																
starke Ausbreitung von Neozooen und Neophyten	●	●	●	●				●	●						●	●			●	●	●			
Veränderung von Strukturen im Wald durch Laurophylisierung (Zunahme immergrüner Gehölze wie *Ilex aquifolium, Hedera helix* und *Prunus laurocerasus*)					●	●	●	●																
Zunahme Waldbrand					●	●	●																	

3.1.2 Pflanzen [Teil 1, Kapitel 4.1]

Vorüberlegungen: relevante Einflussfaktoren und Reaktion der Pflanzenarten

Entsprechend der Klimaszenarien für Nordrhein-Westfalen (Kapitel 2) ist aufgrund der prognostizierten Temperaturerhöhung eine Ausbreitung wärmeliebender Arten und ein Rückzug bzw. Verlust wärmefliehender Arten zu erwarten. Zudem ist durch die ebenfalls milder werdenden Winter eine positive Wirkung auf ozeanische Arten anzunehmen, wohingegen kontinentale Arten eher benachteiligt werden.

Wie gut eine Art auf die Klimaveränderungen reagieren (z. B. in Form von Arealverschiebung/-ausweitung) kann, hängt sowohl von der Verfügbarkeit geeigneter Habitate, als auch vom Ausbreitungspotenzial ab. In der nordrhein-westfälischen Landschaft dominieren nährstoffreiche Biotope, wohingegen Magerstandorte nur in geringer Anzahl und stark fragmentiert vorkommen. Pflanzenarten nährstoffreicher Standorte sind daher gegenüber denen magerer Standorte bevorteilt. Zudem können Arten mit gutem Ausbreitungspotenzial in der stark fragmentierten Landschaft besser geeignete Standorte erreichen als ausbreitungsschwache Arten und sind daher weniger stark gefährdet.

Daher ist für die Einschätzung der Klimasensitivität der Pflanzenarten Nordrhein-Westfalens nicht nur die Reaktion auf die Temperatur- und Niederschlagsveränderungen (Faktoren Temperatur, Feuchte, Ozeanität) sondern auch die Permeabilität der Landschaft bezüglich der Nährstoffsituation (Landschafts-Matrix, Dichte geeigneter Habitate) sowie das Mobilitätspotenzial der Arten (Faktoren biologisches Ausbreitungspotenzial, Strategietyp) zu berücksichtigen.

Wärmeliebende Arten nährstoffreicher Standorte mit gutem Ausbreitungspotenzial werden durch den Klimawandel stark gefördert. Ist eine starke Konkurrenzkraft nur auf Magerstandorten gegeben, wird sich der Klimawandel nur im Bereich bereits besiedelter Lebensräume positiv auf diese Arten auswirken, während eine Arealexpansion in der heutigen stark eutrophierten Normallandschaft kaum möglich erscheint.

Vom Klimawandel negativ beeinflusste Arten nährstoffreicher Standorte, die zudem ein gutes biologisches Ausbreitungspotenzial besitzen, können eher ihre Areale verschieben und sich so der für sie negativen Temperaturerhöhung entziehen („ausweichen“). Sind die entsprechenden Arten auf Magerstandorte begrenzt und verfügen zugleich nur über ein geringes biologisches Ausbreitungspotenzial, so werden sie als infolge des Klimawandels besonders stark gefährdet angesehen.

Datengrundlage, Bewertungskriterien und Ablauf der Empfindlichkeitsanalyse

Die Bewertung der Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen basiert auf der Roten Liste für Nordrhein-Westfalen nach WOLFF-STRAUB et al. (1999) und den Daten der Floraweb-Datenbank des Bundesamtes für Naturschutz.

Ausgehend von drei Hauptkriterien – (1) Ellenberg-Zeigerwert für Temperatur, (2) Arealtyp, (3) Ellenberg-Zeigerwert für Feuchte – werden in einem ersten Schritt zunächst alle potenziell klimasensitiven Arten detektiert (vgl. Tab. 7). Die Auswahl orientiert sich an den Extrema der genannten drei Hauptkriterien, wobei die jeweils gegenläufigen Ausprägungen entsprechen positiv oder negativ unter dem Aspekt des Klimawandels auf eine Art wirken, welche eine dementsprechende Reaktion zeigt (vgl. Abb. 6). Arten, welche in diesem ersten „Screening" bei allen drei Hauptkriterien im mittleren Toleranzbereich liegen, werden als nicht klimasensitiv eingestuft und bei der Bewertung nicht weiter betrachtet.

Tab. 7: Bewertungskriterien für die Empfindlichkeitsanalyse der Farn- und Blütenpflanzen.

Temperaturzahl (T), Feuchtezahl (F) und Stickstoffzahl (N) nach ELLENBERG (1991)

Arealtyp nach OBERDORFER (1983)

Ausbreitung und Strategie nach FRANK & KLOTZ (1990)

Kriterium	Ausprägung	Bewertung
Temperatur	T 1–4	negative Wirkung
	T 7–9	positive Wirkung
Arealtyp	subkontinental	negative Wirkung
	atlantisch/atlantisch-(sub)mediterran	positive Wirkung
Feuchte	F 1–3	positive Wirkung
	F 8–9	negative Wirkung
Stickstoff	N 1–3	negative Wirkung
	N 7–9	positive Wirkung
Ausbreitung	durch Wind, Wasser, Menschen	positive Wirkung
	durch Ameisen, Selbstausbreitung	negative Wirkung
	Klett-, Verdauungsausbreitung, unspezifische Verschleppung durch Tiere	neutrale Wirkung
Strategie	Konkurrenz-, Ruderal-, Konkurrenz-Ruderal-Stratege	positive Wirkung
	Stressstratege	negative Wirkung
	Konkurrenz-Stress-Stratege, intermediärer Stratege, Stress-Ruderal-Stratege	neutrale Wirkung

Im zweiten Schritt des Verfahrens werden für die ausgewählten, potenziell klimasensitiven Arten zwei weitere Kriterien in die Bewertung einbezogen: Zum einen die Permeabilität der Landschaft anhand des Kriteriums Stickstoff (Ellenberg-Zeigerwert), zum anderen das Mobilitätspotenzial einer Art anhand der Ausbreitungsfähigkeit und Lebensstrategie (Tab. 7, Abb. 6).

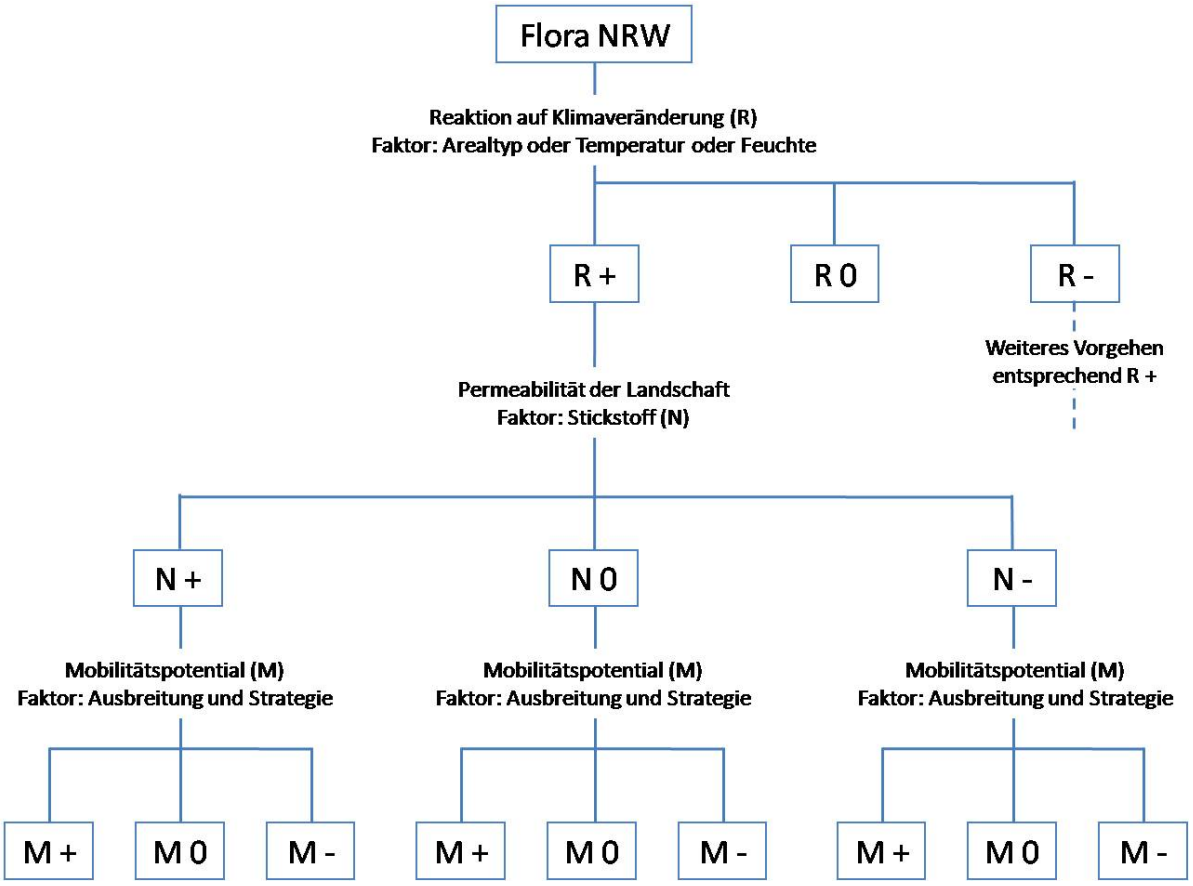


Abb. 6: Auswahlverfahren der potenziell durch den Klimawandel gefährdeten bzw. geförderten Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen nach den Hauptkriterien der Ellenberg-Zeigerwerte für Temperatur und Feuchte, sowie des Arealtyps.

Temperaturzahl (T), Feuchtezahl (F) und Stickstoffzahl (N) nach ELLENBERG (1991)

Reaktion bezüglich Kriterium T, F, Arealtyp: (-) potenziell negativ, (+) potenziell positiv, (0) neutral

Permeabilität der Landschaft bezüglich Faktor N: (-) gering, (+) potenziell gut, (0) indifferent

Mobilitätspotenzial: (-) gering, (+) potenziell gut, (0) mäßig

Die Auswahlkriterien für beide Schritte der Analyse sind Tabelle 19 zu entnehmen. Eine Gesamtbewertung der klimasensitiven Arten erfolgt demnach über ein Bewertungsschema mit sechs Kriterien. Für jedes Kriterium wird jede dieser Arten hinsichtlich des Klimawandels in eine der drei Gefährdungskategorien potenziell geförderte Arten (+), potenziell gefährdete Arten (-) oder indifferente Arten (0) eingestuft. Aus diesen Einzelbewertungen der sechs Kriterien ergibt sich dann durch Experteneinschätzung eine Gesamtbewertung pro Art, sie entspricht in ihrer Bedeutung der Bewertung bei den Tierarten und Lebensräumen:

0	indifferent, kein Einfluss des Klimawandels laut Szenario zu erwarten oder positive und negative Einflüsse gleichen sich aus
+	leicht positiver Einfluss des Klimawandels laut Szenario
++	stark positiver Einfluss des Klimawandels laut Szenario
-	leicht negativer Einfluss des Klimawandels laut Szenario
- -	stark negativer Einfluss des Klimawandels laut Szenario

3.1.3 Lebensraumtypen [Teil 1, Kapitel 5.1]

Die laut der Leistungsbeschreibung des MUNLV relevanten Lebensraumtypen werden durch eine Experteneinschätzung dahingehend bewertet, ob und wie stark sie von einem Klimawandel in Nordrhein-Westfalen betroffen sind bzw. sein könnten. Die Bewertung erfolgt in Bezug auf das Klimaszenario (Kapitel 2) über eine tabellarische, kommentierte Liste (Teil 1, Kapitel 5.2, Tab. 21), die folgende Informationen enthält:

Kürzel und Lebensraum

Die Spalten 1 und 2 listen die Kürzel und Namen der Lebensraumtypen laut FFH-Richtlinie auf. Auch wird hier gekennzeichnet, welche FFH-Lebensraumtypen gleichzeitig §-62-Biotope sind – in diesen Fällen erfolgt keine nach „FFH“ und „§ 62“ getrennte Bewertung. Geschützte Biotoptypen laut § 62 des Landschaftsgesetztes Nordrhein-Westfalen, die keine FFH-Lebensraumtypen sind, werden gesondert bewertet.

Rote Liste NRW

Spalte 3 enthält den Rote-Liste-Status für Nordrhein-Westfalen nach VERBÜCHELN et al. (1999). Da zu einem FFH- bzw. §-62-Lebensraum verschiedene Biotoptypen der Roten Liste gehören können, sind in Tabelle 21 zum Teil zwei Gefährdungskategorien aufgeführt.

Zeichen	Bedeutung
0	ausgestorben oder verschollen
1	vom Aussterben bedroht
2	stark gefährdet
3	gefährdet

Kurzbewertung zum Einfluss des Klimawandels auf die Lebensräume

Die Spalten 4–8 enthalten eine Kurzbewertung, ob und wie sich der Klimawandel laut Szenario (Kapitel 2) auf den jeweiligen Lebensraumtyp auswirkt, berücksichtigt werden dabei fünf Kriterien: Wasserhaushalt, Nährstoffhaushalt, Biotische Interaktionen, Störungsregime, Areal.

Die Bewertung erfolgt standardisiert durch die Wahl eines der folgenden sechs Einträge:

- 0 indifferent, kein Einfluss des Klimawandels laut Szenario zu erwarten oder positive und negative Einflüsse gleichen sich aus
- \+ leicht positiver Einfluss des Klimawandels laut Szenario
- ++ stark positiver Einfluss des Klimawandels laut Szenario
- \- leicht negativer Einfluss des Klimawandels laut Szenario
- - - stark negativer Einfluss des Klimawandels laut Szenario

Wasserhaushalt

Bewertung hinsichtlich möglicher Veränderungen des Wasserhaushaltes, z. B. (vgl. Tab 7):

- stärkeres und häufigeres Hochwasser durch Starkniederschläge
- im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände und geringere Quellschüttung bis hin zur zeitweisen Austrocknung
- Anstieg der Wassertemperatur
- starke Fluktuationen des Grundwasserspiegels
- ausgeprägte Trockenphasen im Sommer und Herbst, aufgrund der negativen Wasserbilanz

Nährstoffhaushalt

Bewertung hinsichtlich möglicher Veränderungen des Nährstoffhaushaltes, z. B. (vgl. Tab 7):

- erhöhte Nähr- und Schadstoffkonzentrationen in Gewässern bei geringer Wasserführung im Sommer
- geringerer Sauerstoffgehalt in Gewässern im Sommer, u. a. in Folge erhöhter Temperaturen
- verstärktes Wachstum von Algen und Makrophyten in Gewässern
- in Trockenphasen verstärkte Humus- und Torfmineralisation, erhöhte Nährstofffreisetzung und Eutrophierung
- verringerte Nährstoffverfügbarkeit („Oligotrophierung“) während der längeren Trockenphasen im Sommer

Biotische Interaktionen

Bewertung hinsichtlich möglicher Veränderungen der typischen Vegetationsstrukturen, Konkurrenzverhältnisse und Artenzusammensetzung, z. B. (vgl. Tab 7):

- starke Ausbreitung von Neozooen und Neophyten
- Veränderung von Strukturen im Wald durch Laurophylisierung (Zunahme immergrüner Gehölze wie *Ilex aquifolium*, *Hedera helix* und *Prunus laurocerasus*)

Störungsregime

Bewertung hinsichtlich möglicher Veränderungen des Störungsregimes, z. B. (vgl. Tab 7):

- erhöhte Erosion und Sedimentfracht in Gewässern nach Starkregen
- früherer Beginn von Mahd und Beweidung
- längere Vegetationsperiode ermöglicht häufigere Schnitte von Wiesen
- Zunahme von Schneebruch, Windwurf und Hagelschäden durch das vermehrte Auftreten von klimatischen Extremereignissen
- Zunahme von Insektenkalamitäten (Borkenkäfer, Frostspanner)
- Zunahme Waldbrand

Areal

Bewertung hinsichtlich möglicher Veränderungen des Verbreitungsgebietes:

- Arealgröße (Expansion, Regression) innerhalb von Nordrhein-Westfalen
- Lage des Areals bzw. Richtung der Veränderungen (Verschiebung in Bezug auf die Himmelsrichtungen und in Bezug auf die Höhenlage)
- Fragmentierung bisher geschlossener Areale
- Schluss bisher fragmentierter Areale

Gesamtbewertung

Abschließend erfolgt in Spalte 9 eine Gesamtbewertung in der gleichen Form der Bewertung der Einzelkriterien. Die Gesamtbewertung ergibt sich nicht über eine systematische Verrechnung der Einzelbewertungen, sondern ist eine begründete Experteneinschätzung. Nur so ist eine Gesamtprognose möglich, da die gewählten Einzelkriterien heterogen und damit nicht für eine Verrechnung geeignet sind.

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Gesamtbilanz [Teil 1, Kapitel 6.1]

Von allen Tierarten sind 48 % potenziell klimasensibel, bei den Farn- und Blütenpflanzen wird für 32 % ein positiver oder negativer Einfluss des Kimawandels erwartet. Der Anteil der klimasensiblen Lebensräume beträgt 79 % (Abb. 7; Tab. 8; Teil 1, Anhang 6).

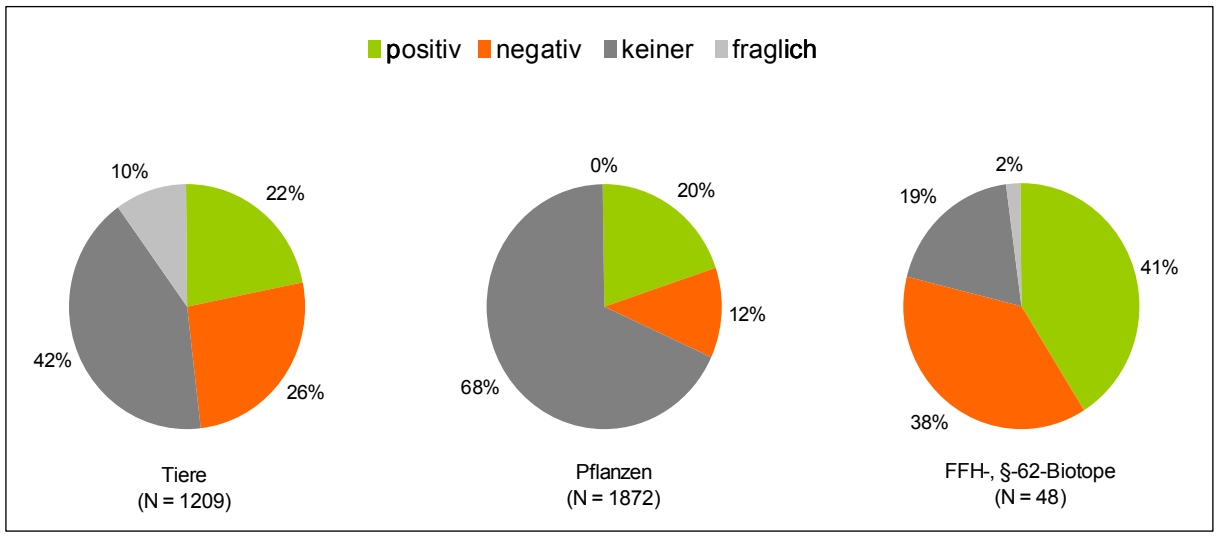


Abb. 7: Einfluss des Klimawandels auf Tiere, Pflanzen und Lebensräume in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Tab. 8: Einfluss des Klimawandels auf Tiere, Farn- und Blütenpflanzen, FFH- und §-62-Lebensräume in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Gruppe	**Einfluss des Klimawandels laut Szenario: Anzahl und Anteil pro Gruppe**								
	positiv		**negativ**		**keiner**		**fraglich**		**gesamt**
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**N**
Weichtiere	26	13	65	31	82	40	34	16	207
Libellen	29	40	10	14	23	32	10	14	72
Heuschrecken	28	55	5	10	13	25	5	10	51
Laufkäfer	21	6	110	30	196	53	39	11	366
Tagfalter, Widderchen	41	34	25	20	36	30	20	16	122
Fische, Rundmäuler	13	21	20	32	25	40	4	7	62
Amphibien	2	11	5	28	11	61	0	0	18
Reptilien	8	89	1	11	0	0	0	0	9
Brutvögel	64	33	46	24	78	40	6	3	194
Rastvögel	21	64	8	24	4	12	0	0	33
Säugetiere	12	16	20	26	35	47	8	11	75
Tierarten gesamt	265	22	315	26	503	42	126	10	1209
Farn-, Blütenpflanzen	377	20	227	12	1268	68	0	0	1872
Lebensräume	20	41	18	38	9	19	1	2	48

3.2.2 Tiere [Teil 1, Kapitel 6.2]

3.2.2.1 Gesamtbewertung

Insgesamt werden im ersten Schritt der Empfindlichkeitsanalyse 1209 Tierarten[1] betrachtet, davon werden 22 Vogelarten zweifach bewertet – zum einen als Brutvogel, zum anderen als Rastvogel. Fast die Hälfte der Arten (48 %) ist potenziell klimasensibel (d. h. Gesamtbewertung mit –, – –, +, + +); voraussichtlich profitieren 22 % der Arten vom Klimawandel und 26 % werden negativ beeinflusst (Abb. 7 u. 8; Tab. 8; Teil 1, Anhang 6).

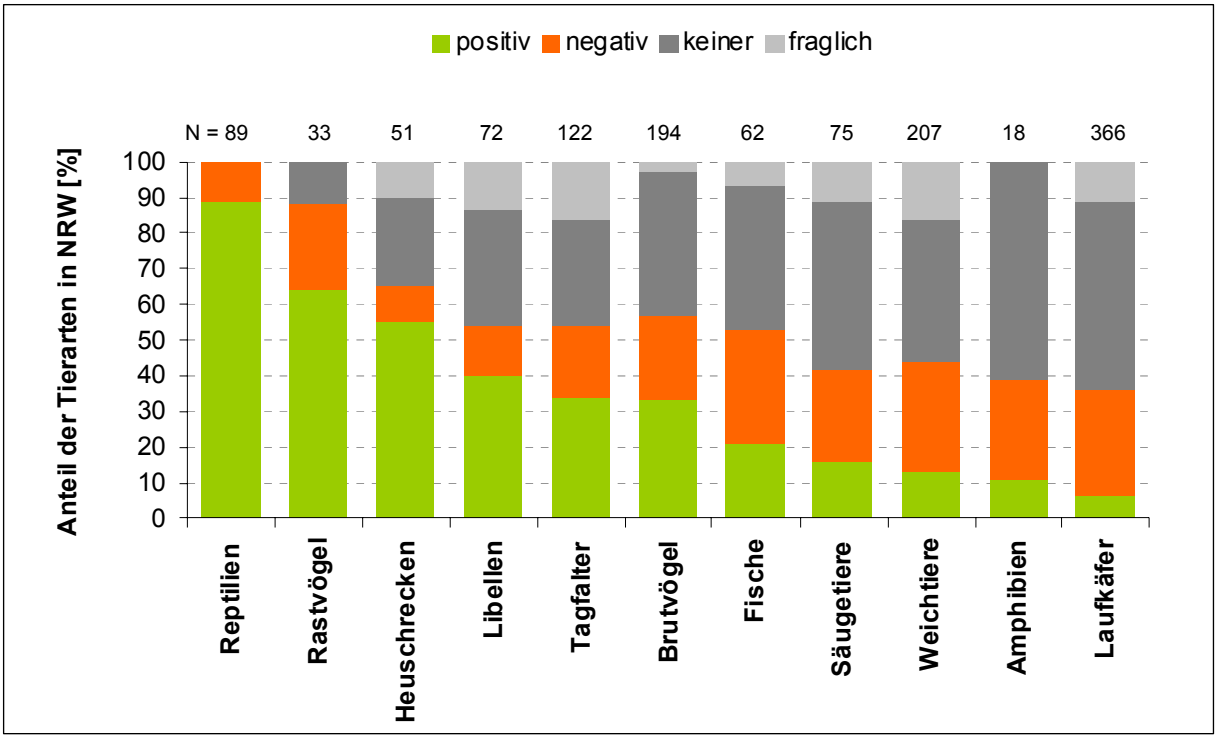


Abb. 8: Einfluss des Klimawandels auf die ausgewählten Tiergruppen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

[1] In der Auswertung für Kapitel 6.1 und 6.2 wurden berücksichtigt:

Alle Arten der ausgewählten Tiergruppen, die derzeit in Nordrhein-Westfalen vorkommen. Einschließlich der Neozoen und der Arten, die zwar laut der Roten Liste (LÖBF 1999) ausgestorben oder verschollen sind, jedoch zurzeit in Nordrhein-Westfalen (wieder) nachgewiesen sind.

Arten, die entweder laut der Roten Liste (LÖBF 1999) ausgestorben oder verschollen sind und weitere zurzeit nicht in Nordrhein-Westfalen nachgewiesene Arten, sofern in diesen beiden Fällen nach Experteneinschätzung ein (erneutes) Vorkommen bzw. die Einwanderung in Nordrhein-Westfalen zukünftig möglich ist, die in der Regel durch den Klimawandel begünstigt wird (z. B. "zukünftige Brutvögel").

Nicht berücksichtig wurden daher die Zwerglibelle (*Nehalennia speciosa*) und 24 Schmetterlingsarten (*Aricia eumedon, Brintesia circe, Coenonympha glycerion, Coenonympha hero, Colias palaeno, Euphydryas maturna, Glaucopsyche alexis, Hipparchia alcyone, Hipparchia fagi, Hipparchia statilinus, Hyponephele lycaon, Leptotes pirithous, Limenitis reducta, Lopinga achine, Lycaena alciphron, Melitaea didyma, Minois dryas, Nymphalis xanthomelas, Plebeius idas, Plebeius optilete, Polyommatus damon, Pyrgus carthami, Scolitantides orion, Zygaena osterodensis*), weil diese Arten in Nordrhein-Westfalen ausgestorben sind und die Prognose ergab, dass eine Wiederbesiedlung unwahrscheinlich ist. Details zur Artenauswahl siehe Kapitel 3.2–3.10.

Unter den Tiergruppen zeichnen sich vor allem Reptilien sowie Rastvögel, Heuschrecken und Libellen durch einen hohen Anteil von Arten aus (40–89 %), die voraussichtlich vom Klimawandel profitieren. Auch bei Brutvögeln und Tagfaltern überwiegen mit jeweils knapp 30 % die Profiteure des Klimawandels, der Anteil der „Klimaverlierer" liegt dort um 20 %. Im Gegensatz dazu ist für jeweils etwa ein Drittel der Arten aus den Gruppen Weichtiere, Laufkäfer, Fische und Rundmäuler, Amphibien sowie Säugetiere ein negativer Einfluss des Klimawandels zu erwarten – hier beträgt Anteil der „Klimagewinner" nur 6–21 % (Abb. 8, Tab. 8).

Nur für 6 % aller Tierarten basiert diese Bewertung auf publizierten Befunden, die einen Einfluss des Kilmawandels belegen können, so dass der Anteil der Experteneinschätzungen deutlich überwiegt. Allerdings sind die Experteneinschätzungen häufig durch ökologische Grundlagenliteratur und veröffentlichte Detailstudien über die jeweiligen Tierarten begründet: Von allen Arten, die über Experteneinschätzung bewertet wurden (n = 1154), wird in 60 % der Fälle auf Literaturquellen verwiesen; betrachtet man nur die potenziell klimasensiblen Tierarten (n = 580), so liegt dieser Anteil noch höher, er beträgt dann 88 %.

3.2.2.2 Einzelkriterien

Vor allem von der Temperaturveränderung, also der Erwärmung, wird ein positiver Effekt auf viele Tierarten erwartet: Der Anteil von 34 % positiver Bewertungen ist im Vergleich mit den anderen Einzelkriterien und der Gesamtbewertung hoch. Negative Einflüsse gehen besonders von der Niederschlagsveränderung und der negativen klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationsperiode aus, daraus folgt auch ein hoher Anteil negativer Bewertungen hinsichtlich des Kriteriums Lebensraum. Kein Einfluss des Klimawandels ergibt sich relativ häufig hinsichtlich des Areals der Tierarten in Nordrhein-Westfalen, besonders auf den Lebenszyklus ist der Einfluss des Klimawandels fraglich (Tab. 9).

Tab. 9: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bilanz der Bewertung der Einzelkriterien aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Kriterium	**Einfluss des Klimawandels laut Szenario: Anzahl und Anteil der Arten (N = 1209)**							
	positiv		**negativ**		**keiner**		**fraglich**	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Temperaturveränderung	410	34	149	12	476	39	174	15
Niederschlagsveränderung	143	12	283	23	542	45	241	20
Areal	166	14	205	17	693	57	145	12
Lebensraum	149	12	294	25	583	48	183	15
Lebenszyklus	92	8	19	2	452	37	646	53
Gesamtbewertung	265	22	315	26	503	42	126	10

Temperaturveränderung

Mit über 60 % liegt der Anteil der Arten, die von den prognostizierten Temperaturveränderungen profitieren, bei den Gruppen der Rastvögel, Reptilien, Amphibien

Heuschrecken und Libellen besonders hoch. Den höchsten Anteil an Arten, die negativ durch die Temperaturveränderungen beeinflusst werden, weisen die Gruppen der Weichtiere mit 31 % sowie die drei Gruppen Tagfalter und Widderchen, Fische und Rundmäuler und Säugetiere mit jeweils um die 20 % auf (Tab. 10).

Tab. 10: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bewertung des Einzelkriteriums „Temperaturveränderung“ in Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Artengruppe	Einfluss des Klimawandels laut Szenario: Anzahl und Anteil der Arten								
	positiv		negativ		keiner		fraglich		gesamt
	n	%	n	%	n	%	n	%	N
Weichtiere	32	15	64	31	23	11	88	43	207
Libellen	48	67	6	8	0	0	18	25	72
Heuschrecken	39	76	2	4	5	10	5	10	51
Laufkäfer	114	31	21	6	204	56	27	7	366
Tagfalter, Widderchen	47	38	27	22	34	28	14	12	122
Fische, Rundmäuler	16	26	13	21	28	45	5	8	62
Amphibien	11	61	0	0	7	39	0	0	18
Reptilien	8	89	0	0	0	0	1	11	9
Brutvögel	43	22	1	1	150	77	0	0	194
Rastvögel	33	100	0	0	0	0	0	0	33
Säugetiere	19	25	15	20	25	33	16	22	75

Niederschlagsveränderung

Von den Niederschlagsveränderungen gemäß Klimaszenario profitieren folgende Tiergruppen am stärksten: Libellen (85 %), Reptilien (67 %) und Rastvögel (67 %). Am häufigsten negativ bewertet werden die Auswirkungen durch Niederschlagsveränderungen und die negative Wasserbilanz in der Vegetationsperiode bei den Amphibien mit 72 % sowie bei Fischen und Rundmäulern mit 42 % (Tab. 11).

Tab. 11: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bewertung des Einzelkriteriums „Niederschlagsveränderung“ in Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Artengruppe	Einfluss des Klimawandels laut Szenario: Anzahl und Anteil der Arten								
	positiv		negativ		keiner		fraglich		gesamt
	n	%	n	%	n	%	n	%	N
Weichtiere	3	1	51	25	15	7	138	67	207
Libellen	59	82	7	10	0	0	6	8	72
Heuschrecken	10	20	6	12	19	37	16	31	51
Laufkäfer	1	0	112	31	217	59	36	10	366
Tagfalter, Widderchen	25	21	20	16	49	40	28	23	122
Fische, Rundmäuler	2	3	26	42	31	50	3	5	62
Amphibien	0	0	13	72	5	28	0	0	18

Reptilien	6	67	2	22	1	11	0	0	9
Brutvögel	10	5	24	12	156	81	4	2	194
Rastvögel	22	67	0	0	11	33	0	0	33
Säugetiere	5	7	22	29	38	51	10	13	75

Areal

Der Anteil der Arten, deren Areale durch den Klimawandel positiv beeinflusst werden, ist bei den Rastvögeln (49 %), Reptilien (44 %) und Heuschrecken (31 %) am höchsten. Mit 22 bis 25 % haben die Gruppen der Weichtiere, Ampibien, Brutvögel und Rastvögel den größten Anteil an negativ beeinflussten Arten (Tab. 12).

Tab. 12: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bewertung des Einzelkriteriums „Areal“ in Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Artengruppe	**Einfluss des Klimawandels laut Szenario: Anzahl und Anteil der Arten**								
	positiv		**negativ**		**keiner**		**fraglich**		**gesamt**
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**N**
Weichtiere	20	10	52	25	81	39	54	26	207
Libellen	16	23	6	8	41	57	9	12	72
Heuschrecken	16	31	1	2	27	53	7	14	51
Laufkäfer	12	3	48	13	272	75	34	9	366
Tagfalter, Widderchen	33	27	23	19	47	38	19	16	122
Fische, Rundmäuler	5	8	11	18	38	61	8	13	62
Amphibien	2	11	4	22	11	61	1	6	18
Reptilien	4	45	1	11	3	33	1	11	9
Brutvögel	32	16	44	23	118	61	0	0	194
Rastvögel	16	49	8	24	9	27	0	0	33
Säugetiere	10	14	7	9	46	61	12	16	75

Lebensraum

Betrachtet man die durch den Klimawandel ausgelösten Veränderungen in den Lebensräumen, ist der Anteil der „Klimagewinner“ bei den Reptilien mit 78 % am höchsten; ebenso weisen die Libellen (45 %) und Tagfalter (29 %) einen hohen Anteil an positiv beeinflussten Arten auf. Vor allem die Lebensräume der Amphibien werden voraussichtlich durch den Klimawandel beeinträchtigt – 56 % der Arten werden negativ beeinflusst. Aber auch bei den Weichtieren, Laufkäfern, Fischen und Rundmäulern sowie Säugetieren liegt der Anteil der „Klimaverlierer“ bezogen auf den Lebensraum bei etwa 30 % (Tab. 13).

Tab. 13: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bewertung des Einzelkriteriums „Lebensraum“ in Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Artengruppe	Einfluss des Klimawandels laut Szenario: Anzahl und Anteil der Arten								
	positiv		negativ		keiner		fraglich		gesamt
	n	%	n	%	n	%	n	%	N
Weichtiere	8	4	69	33	57	28	73	35	207
Libellen	33	45	12	17	10	14	17	24	72
Heuschrecken	12	23	6	12	27	53	6	12	51
Laufkäfer	2	1	116	31	205	56	43	12	366
Tagfalter, Widderchen	36	29	13	11	57	47	16	13	122
Fische, Rundmäuler	13	21	19	30	21	34	9	15	62
Amphibien	1	6	11	61	6	33	0	0	18
Reptilien	7	78	1	11	1	11	0	0	9
Brutvögel	30	15	25	13	124	64	15	8	194
Rastvögel	0	0	0	0	33	100	0	0	33
Säugetiere	7	10	22	29	42	56	4	5	75

Lebenszyklus

Auf den Lebenszyklus wirkt sich der Klimawandel vor allem bei den Reptilien (89 %) und Heuschrecken (51 %) positiv aus. Der Anteil der Arten mit negativen Auswirkungen auf den Lebenszyklus ist mit 12 % bei den Säugetieren am höchsten (Tab. 14).

Tab. 14: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bewertung des Einzelkriteriums „Lebenszyklus“ in Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Artengruppe	Einfluss des Klimawandels laut Szenario: Anzahl und Anteil der Arten								
	positiv		negativ		keiner		fraglich		gesamt
	n	%	n	%	n	%	n	%	N
Weichtiere	0	0	1	0	0	0	206	100	207
Libellen	12	17	4	5	35	49	21	29	72
Heuschrecken	26	51	0	0	7	14	18	35	51
Laufkäfer	2	1	0	0	0	0	364	99	366
Tagfalter, Widderchen	31	25	3	3	66	54	22	18	122
Fische, Rundmäuler	0	0	1	2	58	93	3	5	62
Amphibien	5	28	0	0	13	72	0	0	18
Reptilien	8	89	0	0	0	0	1	11	9
Brutvögel	4	2	1	1	188	96	1	1	194
Rastvögel	0	0	0	0	33	100	0	0	33
Säugetiere	4	5	9	12	52	69	10	14	75

3.2.2.3 Rote Liste

Unter den bewerteten Tierarten sind laut der Roten Liste für Nordrhein-Westfalen 56 Arten ausgestorben oder verschollen (LÖBF 1999, für die Laufkäfer aktualisierter Stand der Roten Liste von 2007, LANUV schriftl.; vgl. Tab. 15). Einige dieser Arten sind aktuell jedoch wieder nachgewiesen oder es gibt in Nordrhein-Westfalen Vorkommen allochthonen Ursprungs. Für alle weiteren Arten der Rote-Liste-Kategorie „0“, die hier berücksichtigt werden, gilt, dass eine Wiederbesiedlung Nordrhein-Westfalens durch positive Einflüsse des Klimawandels langfristig möglich ist oder bereits aktuell erfolgt (vgl. dazu Fußnote in Kapitel 6.2.1).

Betrachtet man den Einfluss des Klimawandels bezogen auf unterschiedliche Gruppen von Rote-Liste-Kategorien, so ergeben sich zwei Auffälligkeiten (Tab. 15): Viele „Klimagewinner“ gehören zur Gruppe der höchsten Gefährdungskategorien (1, 2, R) und zu den ungefährdeten Arten (*, M, X). Das Gleiche trifft auf die „Klimaverlierer“ zu, jedoch zählen dazu auch relativ viele gefährdete Arten (3, I) der Roten Liste. Diese Verteilung hinsichtlich des Klimaeinflusses ist stark durch die Häufigkeitsverteilung bezüglich der Rote-Liste-Kategorien beeinflusst, zu den erwähnten Gruppen gehören die meisten Arten. Von allen Tierarten sind 27,5 % klimasensibel und gleichzeitig gefährdet („Gefährdungskategorien“ 0, 1, 2, 3, I, R).

Tab. 15: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bilanz nach Rote-Liste-Status für die Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Rote-Liste-Status für Nordrhein-Westfalen nach LÖBF (1999): **0** ausgestorben oder verschollen, **R** durch extreme Seltenheit gefährdet, **1** vom Aussterben bedroht, **2** stark gefährdet, **3** gefährdet, **I** gefährdete wandernde Tierart, **V** Vorwarnliste, ***** nicht gefährdet, **M** Migrant, Wanderfalter, Irrgast oder verschleppt, **X** Dispersalart, **D** Daten nicht ausreichend, **k. A.** keine Angabe

Rote-Liste-Kategorien	**Einfluss des Klimawandels laut Szenario: Anzahl und Anteil der Arten – bezogen auf alle Tierarten (N = 1209)**							
	positiv		**negativ**		**keiner**		**fraglich**	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
0	17	1,4	1	0,1	6	0,5	32	2,6
1, 2, R	69	5,7	147	12,2	76	6,3	39	3,2
3, I	32	2,6	67	5,5	60	5,0	12	1,0
V	9	0,7	22	1,8	32	2,6	1	0,1
***, M, X**	93	7,7	61	5,1	309	25,6	19	1,6
k. A., D	45	3,7	17	1,4	20	1,7	23	1,9

Wertet man jede der gebildeten sechs Gruppen von Rote-Liste-Kategorien als eigene Grundgesamtheit, dann entfällt nicht nur ein hoher Anteil negativ bewerteter Arten auf die Gefährdungskategorien 1, 2, R, 3, I sondern auch auf die Arten der Vorwarnliste. Mit abnehmender Gefährdung in der Reihenfolge der vier Rote-Liste-Gruppen „1 – vom Aussterben bedroht“ bis „* – nicht gefährdet“ sinkt der Anteil der „Klimaverlierer“, während der Anteil indifferenter Arten steigt und der Anteil der Profiteure etwa gleich bleibt. Der hohe Anteil positiv bewerteter Arten in den beiden Rote-Liste-Gruppen „0“ und „k. A., D“ ergibt sich, weil dort viele Arten enthalten sind, die zurzeit nicht in Nordrhein-Westfalen vorkommen oder verschollen sind, die sich jedoch als „Klimagewinner“ zukünftig (wieder) in Nordrhein-Westfalen etablieren könnten (Abb. 9; Teil 1, Anhang 7).

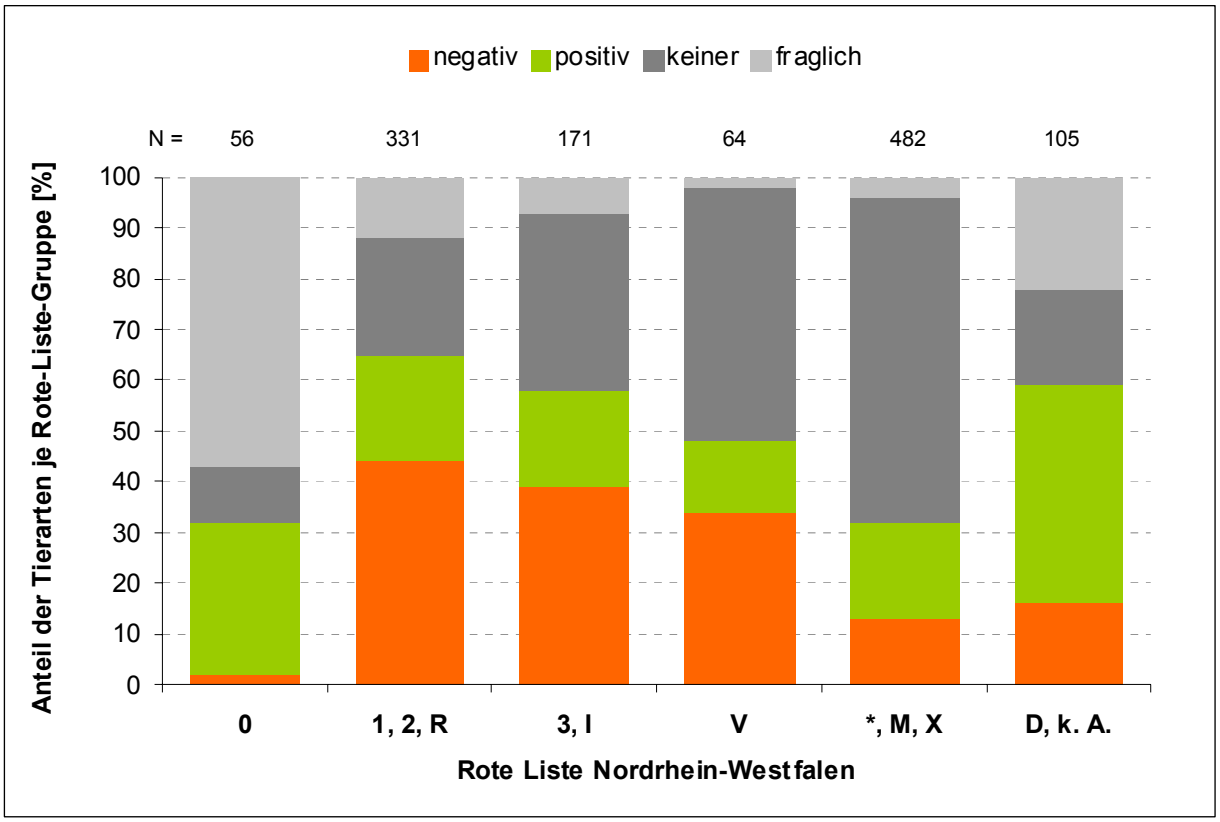


Abb. 9: Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen auf die ausgewählten Tierarten – Bilanz nach Rote-Liste-Status für die Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Rote-Liste-Status für Nordrhein-Westfalen nach LÖBF (1999), Erklärung s. Tab. 15

3.2.3 Pflanzen [Teil 1, Kapitel 6.3]

Im ersten Schritt der Empfindlichkeitsanalyse werden 1872 Farn- und Blütenpflanzenarten betrachtet. Davon sind in der Gesamtbewertung 604 Arten (32 %) klimasensibel: 377 Arten (20 %) profitieren vom Klimawandel, 227 Arten (12 %) werden beeinträchtigt. Der Großteil der Arten (1268, 68 %) wird als indifferent bzw. unbeeinflusst durch die prognostizierten Klimaveränderungen eingestuft (Abb. 7; Tab. 8; Teil 1, Anhang 6).

Aus dem Hauptkriterium „Temperatur“ leitet sich mit einer positiven Einstufung von 14 % aller Pflanzenarten der größte Anteil von Arten ab, die vom Klimawandel profitieren. Beim Kriterium Feuchte wird jeweils etwa ein Zehntel der Arten positiv bzw. negativ bewertet. In der Summe ergeben sich für das Kriterium Arealtyp nur bei 6 % der Arten positive oder negative Bewertungen, letztere überwiegen (Tab. 16).

Tab. 16: Einfluss des Klimawandels auf die Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Bewertung der Hauptkriterien von Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Hauptkriterium	**Einfluss des Klimawandels laut Szenario: Anzahl und Anteil der Farn- und Blütenpflanzenarten (N = 1872)**					
	positiv		**negativ**		**keiner**	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Temperatur	264	14	86	5	1522	81
Feuchte	215	11	217	12	1440	77
Arealtyp	40	2	70	4	1762	94

Insgesamt überwiegen die einheimischen Arten, so dass sich in dieser Gruppe – bezogen auf die gesamte Flora von Nordrhein-Westfalen – auch die höchsten Anteile der klimasensiblen Arten befinden: zu jeweils um die 11 % „Gewinner“ und „Verlierer“ des Klimawandels. Unter den Archaephyten, Neophyten und unbeständigen Arten gibt es hingegen keine oder nur wenige Arten, die voraussichtlich vom Klimawandel beeinträchtigt werden, sondern fast nur Profiteure (Tab. 17).

Tab. 17: Einfluss des Klimawandels auf die Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz für den floristischen Status auf Basis der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Einstufung und Definitionen nach RAABE et al. (1996) und WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998): einheimische Art – seit jeher in NRW heimisch, Archaeophyt – in NRW vor 1492 etablierte Art, Neophyt: – in NRW nach 1492 etablierte Art, unbeständige Art – in NRW (noch) nicht fest etabliert

ohne 11 Arten, für die keine Angaben zum floristischen Status vorliegen (N = 1861)

Einfluss Klimawandel	**Anzahl und Anteil der Arten – bezogen auf alle Pflanzenarten**							
	einheimisch		**Archaeophyt**		**Neophyt**		**unbeständig**	
	n	%	n	%	n	%	n	%
positiv	209	11,2	66	3,6	68	3,7	34	1,8
negativ	214	11,5	0	0,0	12	0,6	0	0,0
keiner	976	52,5	112	6,0	140	7,5	30	1,6

Konzentriert man die Auswertung des floristischen Status auf die „Klimagewinner“ und „-verlierer“, so fällt auf, dass fast ein Fünftel aller profitierenden Arten Neophyten sind, während 95 % der vom Klimawandel beeinträchtigten Arten zu den einheimischen Taxa zählen (Tab. 18).

Tab. 18: Einfluss des Klimawandels auf die Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz des floristischen Status für drei Reaktionstypen auf Basis der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Erläuterungen s. Tab. 17

Einfluss Klimawandel	**Anzahl und Anteil der Arten je Gruppe mit gleicher Reaktion**								
	einheimisch		**Archaeophyt**		**Neophyt**		**unbeständig**		**gesamt**
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**N**
positiv	209	56	66	18	68	18	34	9	377
negativ	214	95	0	0	12	5	0	0	226
keiner	976	78	112	9	140	11	30	2	1258

Relativ hohe Anteile der klimasensiblen Arten entfallen auf die Rote-Liste-Gruppen „1, 2, R“ „3“ und „*“ da in diese Kategorien auch absolut die meisten Arten gehören (Tab. 19). Von allen Farn- und Blütenpflanzenarten sind 17,6 % klimasensibel und gleichzeitig gefährdet („Gefährdungskategorien“ 0, 1, 2, 3, R).

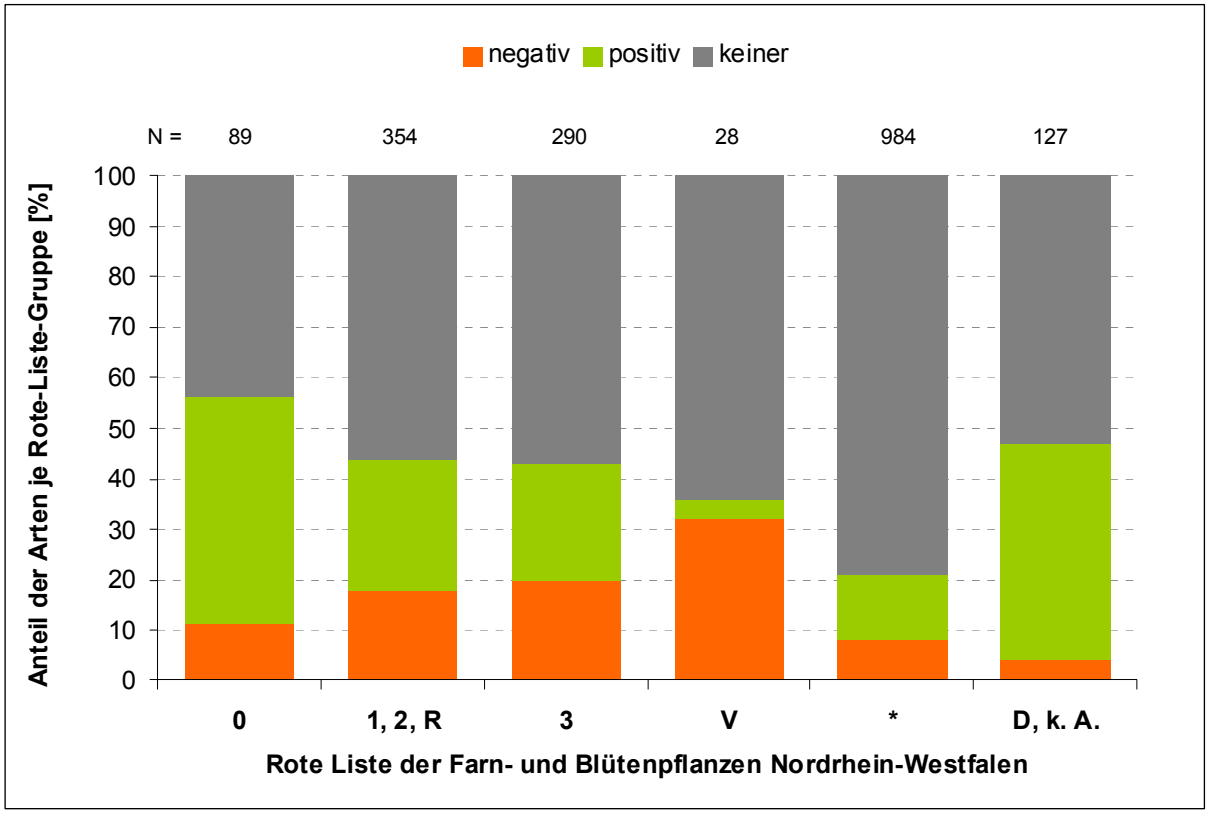
Tab. 19: Einfluss des Klimawandels auf die Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz nach Rote-Liste-Status für die Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Rote-Liste-Status für Nordrhein-Westfalen nach LÖBF (1999): **0** ausgestorben oder verschollen, **R** durch extreme Seltenheit gefährdet, **1** vom Aussterben bedroht, **2** stark gefährdet, **3** gefährdet, **V** Vorwarnliste, ***** nicht gefährdet, **D** Daten nicht ausreichend, **k. A.** keine Angabe

Rote-Liste-Kategorien	**Einfluss des Klimawandels laut Szenario: Anzahl und Anteil der Arten – bezogen auf alle Pflanzenarten (N = 1872)**					
	positiv		**negativ**		**keiner**	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
0	40	2,1	10	0,5	39	2,1
1, 2, R	91	4,9	65	3,5	198	10,6
3	67	3,6	57	3,0	166	8,9
V	1	0,1	9	0,5	18	0,9
*****	123	6,5	80	4,3	781	41,7
k. A., D	55	2,9	5	0,3	67	3,6

Bei der Auswertung mit Bezug auf die einzelnen Gruppen der Rote-Liste-Kategorien (Abb. 10; Teil1, Anhang 8) fällt zunächst der hohe Anteil positiv vom Klimawandel beeinflusster Arten für die Kategorien „0“ und „D, k. A.“ auf. Er resultiert daraus, dass in beiden Gruppen viele Wärme- und Trockenheitszeiger enthalten sind. Innerhalb der

Gefährdungskategorien 1, 2, 3 und R ist der Anteil von „Klimagewinnern“ und „-verlierern“ etwa gleich. Die sehr kleine Gruppe aus Arten der Vorwarnliste fällt durch einen hohen Anteil negativ beeinflusster Arten auf, absolut betrachtet handelt es sich jedoch nur um zehn Arten – alles Feuchte- oder Nässezeiger. Der Anteil indifferenter Arten, die in der Summe der Einwirkungen nicht vom Klimawandel beeinflusst werden, ist unter den ungefährdeten Arten



am größten.

Abb. 10: Einfluss des Klimawandels auf die Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz nach Rote-Liste-Status für die Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Rote-Liste-Status für Nordrhein-Westfalen nach LÖBF (1999), Erklärung s. Tab. 19

3.2.4 Lebensraumtypen [Teil 1, Kapitel 6.4]

Jeweils um die 40 % aller FFH- bzw. §-62-Lebensraumtypen werden in der Gesamtbewertung negativ oder positiv durch den Klimawandel beeinflusst. Für die Einzelkriterien unterscheidet sich der Anteil der positiven und negativen Bewertungen ebenfalls kaum, er liegt in der gleichen Größenordnung (Tab. 20).

Tab. 20: Einfluss des Klimawandels auf die Lebensraumtypen nach Anhang 1 der FFH-Richtlinie und § 62 des Landschaftsgesetztes Nordrhein-Westfalen – Bilanz für Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse.

Kriterium	**Einfluss des Klimawandels laut Szenario: Anzahl und Anteil der Lebensraumtypen (N = 48)**							
	positiv		**negativ**		**keiner**		**fraglich**	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Wasserhaushalt	22	45,9	18	37,5	7	14,5	1	2,1
Nährstoffhaushalt	17	35,4	17	35,4	13	27,1	1	2,1
Biotische Interaktionen	20	41,7	20	41,7	7	14,5	1	2,1
Störungsregime	20	41,7	17	35,4	10	20,8	1	2,1
Areal	19	39,6	19	39,6	9	18,7	1	2,1
Gesamtbewertung	20	41,7	18	37,5	9	18,7	1	2,1

3.2.5 Zusammenfassende Wirkprognose für Habitatkomplexe [Teil 2, Kapitel 3]

3.2.5.1 Einleitung

Vor der Wirkprognose für 14 ausgewählte Lebensraumkomplexe wird hier ein kurzer Überblick für alle 23 in dieser Studie unterschiedenen Habitatkomplexe der Tierarten bzw. 18 Vegetationstypen der Farn- und Blütenpflanzenarten gegeben. Dafür wurde die Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse (Teil 1 dieser Studie) auf Ebene der Habitatkomplexe bzw. Vegetationstypen ausgewertet (Tab. 21, Tab. 22, Abb. 11, Abb. 12).

Tab. 21: Einfluss des Klimawandels auf die ausgewählten Tierarten in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse für 23 Habitatkomplexe.

Definitionen der Habitatkomplexe siehe Anhang 1; Arten der Habitatkomplexe siehe Anhang 2

Habitatkomplex	**Einfluss des Klimawandels laut Szenario: Anzahl und Anteil der Tierarten pro Habitatkomplex**								
	negativ		**positiv**		**keiner**		**fraglich**		**gesamt**
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**N**
Quellen	12	57	0	0	9	43	0	0	21
Fließgewässer, Kanäle, Gräben	141	34	60	15	171	41	43	10	415
Stillgewässer	130	31	76	18	182	43	34	8	422
Feucht- und Nasswälder (Auenwald, Bruchwald)	77	29	31	12	142	54	14	5	264
Laubwälder wechselfeuchter bis mäßig trockener Standorte	61	22	42	15	160	56	20	7	283
Laubwälder trockener Standorte	40	16	45	19	140	57	19	8	244
Nadelwälder	38	24	19	12	88	55	14	9	159
Kleingehölze, Alleen, Bäume, Gebüsche, Hecken	56	18	55	17	193	60	15	5	319
Moore und Sümpfe	81	41	26	13	76	39	14	7	197
Heiden (trockene Heide und Feuchtheide)	51	23	43	20	108	50	15	7	217
Kalk- und Silikatmagerrasen	52	17	81	26	148	48	27	9	308
Magerwiesen und -weiden (mäßig feuchte bis trockene Standorte)	25	10	75	29	139	54	17	7	256
Fettwiesen und -weiden	24	13	44	24	110	59	7	4	185
Feucht-/Nasswiesen und -weiden	96	32	31	10	156	52	17	6	300
Säume, Hochstaudenfluren (nasse bis trockene Standorte)	56	16	79	22	189	53	31	9	355
Äcker, Weinberge	32	12	69	27	151	58	8	3	260
Felsbiotope (Felsen, Block- und Schutthalden)	13	12	30	26	65	57	6	5	114
Höhlen und Stollen	4	19	7	33	9	43	1	5	21
Gärten, Parkanlagen, Siedlungsbrachen	37	12	71	23	185	59	20	6	313
Abgrabungen	84	21	103	25	197	49	21	5	405
Halden, Aufschüttungen	18	9	53	25	131	62	9	4	211
Deiche und Wälle	4	7	20	36	27	48	5	9	56
Gebäude	15	15	20	20	58	57	8	8	101

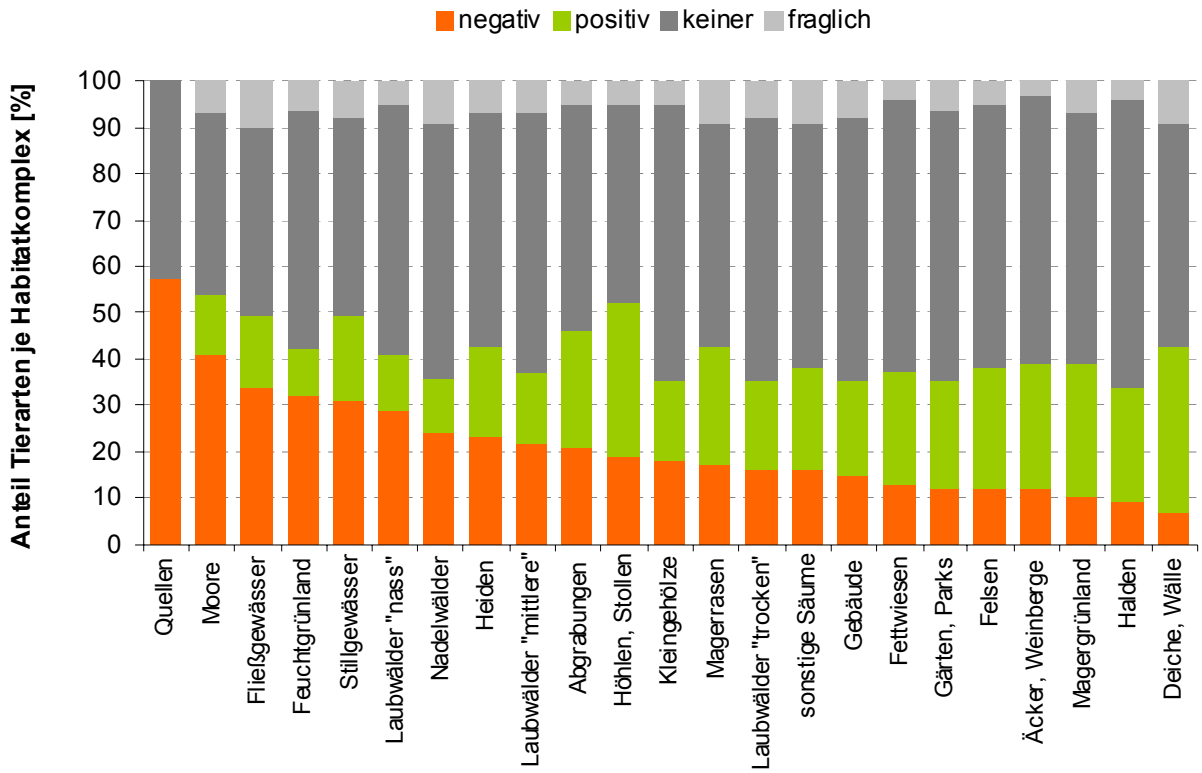


Abb. 11: Einfluss des Klimawandels auf die ausgewählten Tierarten in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse für 23 Habitatkomplexe.

Anzahl der Tierarten pro Habitatkomplex und vollständige Bezeichnung der Habitatkomplexe siehe Tab. 21; Definitionen der Habitatkomplexe siehe Anhang 1

Die Habitatkomplexe der Tierarten basieren auf einer entsprechenden Liste und Datenmatrix des LANUV NRW, in der für fast alle berücksichtigten Tierarten eine Zuordnung zu einem oder mehreren Habitatkomplex(en) vorlag. Diese Zuordnungen wurden geprüft und sowohl durch Vertreter/innen des LANUV NRW als auch die beteiligten Mitarbeiter/innen der Artengruppen in einigen Fällen verändert bzw. ergänzt[2]. Die Farn- und Blütenpflanzen wurden für die Vegetationstypen laut Florenliste Nordrhein-Westfalen (RAABE et al. 1996) zusammengefasst. Den für die folgende Wirkprognose ausgewählten 15 Habitatkomplexen der Tierarten können sowohl die FFH- und §-62-Lebensräume als auch die Vegetationstypen der Florenliste und damit die Farn- und Blütenpflanzen zugeordnet werden (s. Anhang 3).

Besonders hoch ist der Anteil negativ beeinflusster Tierarten mit 29–57 % bei den Quellen, Fließ- und Stillgewässern, Feucht-/Nasswäldern, Mooren/Sümpfen und den Feucht-/Nasswiesen und -weiden. Jeweils über 25 % der Tierarten der folgenden Habitatkomplexe profitiert vorraussichtlich vom Klimawandel: Kalk-/Silikatmagerrasen, Magerwiesen/-weiden mäßig feuchter bis trockener Standorte, Äcker/Weinberge, Höhlen/Stollen und Deiche/Wälle (Tab. 21, Abb. 11).

[2] Welche Datensätze gegenüber den Daten des LANUV NRW (Stand: 20. 10. 08) geändert wurden, lässt sich in der Datenbank zu dieser Studie nachvollziehen: In der Datentabelle „Auswertung_Auswahl_Tiere“ liefert das Feld „Lebensraum_geaendert“ die entsprechende Information.

Bei den Pflanzenarten lagen keine digitalen Daten über ihre Vorkommen in verschiedenen Lebensräumen oder Vegetationstypen in Nordrhein-Westfalen vor. Ausschließlich für die klimasensiblen Farn- und Blütenpflanzenarten wurden die analogen Daten der Florenliste für Nordrhein-Westfalen (RAABE et al. 1996) digitalisiert, um eine Gruppierung dieser Arten zu ermöglichen (vgl. Teil 2, Kapitel 2.10). Anders als bei den Tierarten können daher zusammenfassende Aussagen für Vegetationstypen nur in Bezug auf die klimasensiblen Arten gemacht werden (Tab. 22, Abb. 12): Sehr hoch ist der Anteil der negativ beeinflussten Arten an den klimasensiblen Farn- und Blütenpflanzenarten feucht-kühler Standorte (z. B. Feuchtwiesen) – das gleich gilt für den Anteil der positiv beeinflussten Arten trocken-warmer Standorte (z. B. Trocken- und Halbtrockenrasen).

Tab. 22: Einfluss des Klimawandels auf die klimasensiblen Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse für 18 Vegetationstypen.

Auswertung auf Basis der Florenliste für Nordrhein-Westfalen (RAABE et al. 1996): Haupt-, Nebenvorkommen und sonstige Einträge, jedoch nur für die klimasensiblen Arten; Abgrenzung ausgewählter Vegetationstypen und Listen der klimasensiblen Pflanzenarten siehe Kapitel 2.10, ansonsten siehe RAABE et al. (1996)

Vegetationstyp (Nr. in RAABE et al. 1996)	**Einfluss des Klimawandels: Anzahl und Anteil der Arten bezogen auf die klimasensiblen Pflanzenarten**				
	negativ		**positiv**		**gesamt**
	n	**%**	**n**	**%**	**N**
Vegetation der Quellen und Quellläufe (10)	16	100	0	0	16
Feuchtwiesen (14)	66	97	2	3	68
Oligotrophe Moore (einschließlich Kalksümpfe und Kalkflachmoore), Moorwälder und oligotrophe Gewässer (11)	79	93	6	7	85
Feucht- und Nasswälder (15)	67	92	6	8	73
Vegetation der Binnensalzstellen (1)	10	83	2	17	12
Vegetation eutropher Gewässer (9)	46	78	13	22	59
Zwergstrauchheiden und Borstgrasrasen (12)	26	74	9	26	35
Nährstoffreiche Laubwälder und Gebüsche (18)	27	57	20	43	47
Bodensaure Laubwälder und Gebüsche (17)	20	57	15	43	35
Frischwiesen und -weiden, einschließlich Nassweiden (13)	17	57	13	43	30
Flutrasen und Trittgesellschaften (6)	20	56	16	44	36
Hygrophile Therophyten-Gesellschaften (3)	23	52	21	48	44
Langlebige Ruderal- und Schlag-Gesellschaften und nitrophile Säume (5)	19	24	60	76	79
Außeralpine Felsvegetation (2)	7	23	23	77	30
Xerotherme Gehölzvegetation (16)	6	9	62	91	68
Trocken- und Halbtrockenrasen (8)	8	6	135	94	143
Ackerwildkraut-Gesellschaften und kurzlebige Ruderalvegetation (4)	4	3	113	97	117
Halbruderale Queckenrasen (7)	1	2	55	98	56

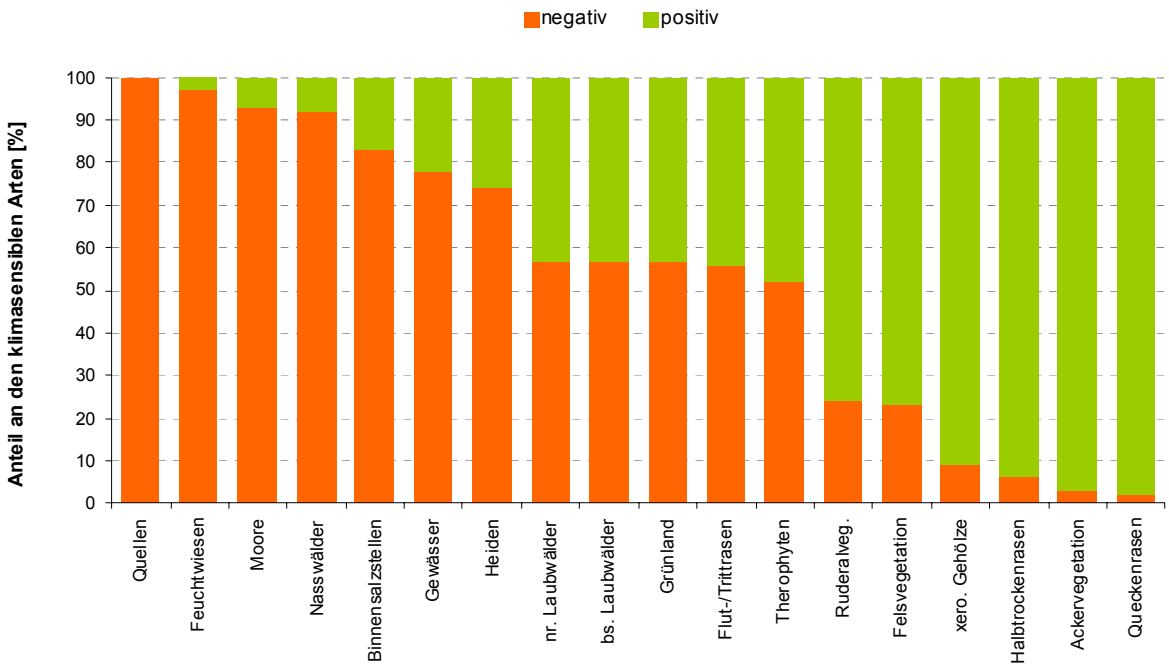


Abb. 12: Einfluss des Klimawandels auf die klimasensiblen Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Bilanz der Gesamtbewertung aus Schritt 1 der Empfindlichkeitsanalyse für 18 Vegetationstypen.

Auswertung auf Basis der Florenliste für Nordrhein-Westfalen (RAABE et al. 1996): Haupt-, Nebenvorkommen und sonstige Einträge, jedoch nur für die klimasensiblen Arten; Anzahl der klimasensiblen Pflanzenarten pro Vegetationstyp und vollständige Bezeichnung der Vegetationstypen siehe Tab. 21 (Abkürzungen: nr. – nährstoffreiche und bs. – bodensaure Laubwälder); Abgrenzung ausgewählter Vegetationstypen und Listen der klimasensiblen Pflanzenarten siehe Kapitel 2.10, ansonsten siehe RAABE et al. (1996).

Darstellung für ausgewählte Lebensraumkomplexe

Abschließend werden die Ergebnisse der Empfindlichkeitsanalyse stark komprimiert für ausgewählte Lebensraumkomplexe zusammengefasst; diese Wirkprognose gliedert sich wie folgt:

1. Kurze Gesamtprognose über die Auswirkungen des Klimawandels pro Lebensraumkomplex.
2. Nennung der FFH- und §-62-Lebensraumtypen, Auflistung der wichtigsten Auswirkungen des Klimawandels in diesen Lebensräumen, Fazit zur Bewertung der Lebensraumtypen in der Empfindlichkeitsanalyse.
3. Wirkprognose der klimasensiblen Tier- und Pflanzenarten, getrennt nach Arten, die entsprechend dem Gesamtwert der Empfindlichkeitsanalyse voraussichtlich negativ bzw. positiv vom Klimawandel beeinflussten werden. Anhand wichtiger Reaktionstypen werden die zu erwartenden Wirkpfade des Klimawandels aufgezeigt (Artbeispiele in Klammern, es handelt sich dabei in der Regel um Arten bzw. Reaktionstypen, die in Kapitel 2 detailliert erläutert sind; Liste aller klimasensiblen Tierarten pro Habitatkomplex s. Anhang 2).

3.2.5.2 Quellen

– –

Gesamtprognose

Die Lebensgemeinschaften der Quellen werden stark negativ vom Klimawandel beeinflusst. Entscheidend sind dabei die Verschlechterungen im Wasser- und Nährstoffhaushalt, die auf Grund der prognostizierten Erwärmung und zeitweise negativen klimatischen Wasserbilanz zu erwarten sind.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
[–] Kalktuffquellen (Cratoneurion) [–] sonstige Quellbiotope (Cardamino-Montion, Caricion remotae)	– starke Fluktuationen des Grundwasserspiegels; im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände und geringere Quellschüttung aufgrund der negativen klimatischen Wasserbilanz – Anstieg der Wassertemperatur – erhöhte Nähr- und Schadstoffkonzentrationen bei geringer Wasserführung im Sommer – geringerer Sauerstoffgehalt im Sommer, u. a. in Folge erhöhter Temperaturen – verstärktes Wachstum von Algen und Makrophyten durch veränderten Nährstoff- und Temperaturhaushalt, Ausbreitung von Neozooen und Neophyten
	Fazit: negativer Einfluss des Klimwandels **–**

Wirkprognose Arten

–

16 Pflanzenarten, 12 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: kalt-stenotherme Arten kühlfeuchter, durchsickerter Pionierstandorte (*C. pyrenaica*)
- Libellen und Weichtiere: beeinträchtigt durch negative Wasserbilanzen, insbesondere temporäres Trockenfallen (*C.bidentata, E. diaphana*)
- Weichtiere: beeinträchtigt durch Eutrophierung von Gewässern (*M. lacustre*)
- Weichtiere: negativ wirken steigende Wassertemperaturen (*B. dunkeri, P. personatum*)

3.2.5.3

3.2.5.4 Fließgewässer, Kanäle, Gräben

Gesamtprognose **–**

Die Lebensgemeinschaften der Fließgewässer werden überwiegend negativ vom Klimawandel beeinflusst. Der Großteil der klimasensiblen Arten wird durch häufigere Niedrigwasserstände, steigende Wassertemperaturen, erhöhte Nähr- und Schadstoffkonzentrationen beeinträchtigt. Positiv beeinflusst werden Arten, die von erhöhten Temperaturen profitieren, über eine hohe Nährstoffverträglichkeit oder Toleranz gegenüber Trockenphasen verfügen.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
[–] naturnahe Fließgewässer mit flutender Wasservegetation (z. B. Ranunculion fluitantis) [+] naturnahe Fließgewässer mit einjähriger, nitrophytischer Vegetation auf schlammigen Ufern (Chenopodion rubri, Bidention)	– häufigeres, stärkeres Hochwasser, erhöhte Erosion und Sedimentfracht – im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände aufgrund der negativen klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationsperiode – erhöhte Nähr- und Schadstoffkonzentrationen bei geringer Wasserführung im Sommer – Anstieg der Wassertemperatur, u. a. dadurch geringerer Sauerstoffgehalt – häufigeres Fischsterben bei Schadstoffeinleitungen wegen fehlender Verdünnung
	Fazit: überwiegend negativer Einfluss des Klimawandels **–**

Wirkprognose Arten

–	+
46 Pflanzenarten | 141 Tierarten	13 Pflanzenarten | 60 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: kühlezeigende Wasserpflanzen (*C. hamulata*) und Nässezeiger der Ufer- und Verlandungsvegetation (*C. paniculata*)
- Weichtiere: Arten sauerstoffreicher, mäßig nährstoffreicher Gewässer (*M. margaritifera, T. fluviatilis*)
- Laufkäfer: hygrophile, uferbewohnende Arten (viele *Bembidion*-Arten)
- Fische: kalt-stenotherme Arten der Forellenregion (Bachforelle)
- Fische: Arten der Äschenregion mit Arealregression (Äsche)
- Säugetiere: stenotope Arten der Feuchtgebiete (Wasserspitzmaus)

Reaktionstypen

- Wasserpflanzen: wärme- und nährstoffliebende Arten (*A. filiculoides)*
- Insekten: verlängere Imaginalphase durch Erwärmung (*A. imperator*)
- Insekten: Arten mit Arealexpansion (*G. flavipes, A. nigrum*)
- Fische: wärmeliebende Arten (Schmerle)
- Brut- und Rastvogelarten: sinkende Wintermortalität (Zwergtaucher)

3.2.5.5 Stillgewässer

Gesamtprognose **–**

Die Lebensgemeinschaften der Stillgewässer werden überwiegend negativ vom Klimawandel beeinflusst. Eutrophe Gewässer und der Großteil von allen klimasensiblen Arten werden durch häufigere Niedrigwasserstände, steigende Wassertemperaturen, erhöhte Nähr- und Schadstoffkonzentrationen beeinträchtigt. Häufigere Trockenphasen können jedoch amphibische Strandlings- oder Zwergbinsen-Vegetation fördern. Positiv beeinflusst werden Arten, die von erhöhten Temperaturen profitieren, über eine hohe Nährstoffverträglichkeit oder Toleranz gegenüber Trockenphasen verfügen.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
[–] Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamion oder Hydrocharition [0] Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Strandlings- oder Zwergbinsen-Vegetation [0] Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen [0] Dystrophe Seen und Teiche	– je nach Einzugsgebiet und Zuflüssen ggf. häufigeres, stärkeres Hochwasser und erhöhter Sedimenteintrag – vor allem nach Starkregen – verstärkte Fluktuationen des Grundwasserspiegels; im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände aufgrund der negativen klimatischen Wasserbilanz – erhöhte Nähr- und Schadstoffkonzentrationen bei geringer Wasserführung im Sommer – Anstieg der Wassertemperatur, u. a. dadurch geringerer Sauerstoffgehalt – Eutrophierung, dadurch verstärktes Wachstum von Algen und Makrophyten
	Fazit: überwiegend negativer Einfluss des Klimwandels **–**

Wirkprognose Arten

–: 46 Pflanzenarten | 130 Tierarten

+: 13 Pflanzenarten | 76 Tierarten

Reaktionstypen (–)

- Weichtiere temporärer Stillgewässer (*O. glabra*)
- Weichtiere eutropher Gewässer, die durch negative Wasserbilanzen und Hypertrophierung beeinträchtigt werden (*M. lacustre*)
- Libellen: stenotope Arten mit Verschlechterungen der Habitatqualität der Larvalgewässer (*Aeshna subarctica elisabethae*)
- Amphibien: Verlust von Laichgewässern (Laubfrosch)
- Brut-/Rastvogelarten mit Arealregression (Tafel-/Stockente)
- Säugetiere: stenotope Arten der Feuchtgebiete (Sumpfspitzmaus)

Reaktionstypen (+)

- Wasserpflanzen: wärmeliebende Arten eutropher Gewässer (*T. natans*)
- Libellen: verlängere Imaginalphase durch Erwärmung (*A. cyanea*)
- Libellen: Arten mit Arealexpansion (*C. erythraea, S. fonscolombii)*
- Fische: wärmeliebende Arten (Karpfen)
- Amphibien: Verlängerung der Jahresaktivitätszeit, schnellere Larvalentwicklung (Geburtshelferkröte)
- Rastvogelarten mit Arealexpansion (Löffelente)

3.2.5.6 Feucht- und Nasswälder (Auenwald, Bruchwald)

Gesamtprognose **–**

Die Lebensgemeinschaften der Feucht- und Nasswälder werden überwiegend negativ vom Klimawandel beeinflusst. Dies trifft bei den Lebensraumtypen besonders für Moorwälder und Erlenbruchwälder sowie Erlen-/Eschenwälder an Fließgewässern zu, während für Weichholz- und Hartholzauenwälder sogar positive Auswirkungen zu erwarten sind. Bei den Pflanzen ist für Nässe- und Magerkeitszeiger durch zunehmende Trockenphasen und eine verstärkte Konkurrenz von Wechselfeuchte- und Nährstoffzeigern mit Bestandsrückgängen zu rechnen. Unter den klimasensiblen Tierarten überwiegen Spezies, bei denen der Klimawandel langfristig eine schlechtere Habitatqualität und Lebensraumverlust zur Folge hat.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
[–] Moorwälder [– –] Erlenbruchwälder (Alnion glutinosae) [0] Erlen- und Eschenwälder und Weichholzauenwälder an Fließgewässern (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae) [+] Hartholzauenwälder am Ufer großer Flüsse (Ulmenion minoris)	– häufigeres, stärkeres Hochwasser, erhöhte Erosion und Sedimentfracht – starke Fluktuationen des Grundwasserspiegels; im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände und geringere Quellschüttung aufgrund der negativen klimatischen Wasserbilanz – in Trockenphasen verstärkte Humus- und Torfmineralisation, erhöhte Nährstofffreisetzung und Eutrophierung – Rückgang von Feuchte- und Nässezeigern, Ausbreitung von nitrophytischen Stauden, mesophytischen Gehölzen, Neozooen und Neophyten
	Fazit: überwiegend negativer Einfluss des Klimawandels **–**

Wirkprognose Arten

–	+
67 Pflanzenarten / 77 Tierarten	6 Pflanzenarten / 31 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: stenotope Nässe- und Magerkeitszeiger (*B. pubescens*)
- Weichtiere: Verschlechterungen der Habitatqualität (*P. rubiginosa*)
- Tagfalter: durch mildere Winter negativ beeinflusste Arten (*N. antiopa*)
- Brutvogelarten mit langfristig schlechteren Lebensraumbedingungen und Lebensraumverlust (Kleinspecht)
- Säugetierarten mit verkleinerten Jagdhabitaten und reduziertem Nahrungsangebot (Kleine Bartfledermaus)

Reaktionstypen

- Pflanzen: mesophytische Gehölze profitieren (*P. alba*)
- verschiedene Insektenarten, die von der Erwärmung profitieren (*Vanessa atalanta*)
- Brutvogelarten mit geringerer Wintermortalität (Eisvogel)

3.2.5.7 Laubwälder wechselfeuchter bis mäßig trockener Standorte

0

Gesamtprognose

Zusammengefasst ist die Reaktion der Lebensgemeinschaften der mesophilen Laubwälder auf den Klimawandel als indifferent zu bewerten. Bei den Lebensraumtypen sind negative Auswirkungen auf den Wasserhaushalt zwar auch für Rotbuchenwälder – die in NRW bei weitem überwiegen – zu erwarten, diese schlagen sich aber nur für den Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald in einem negativen Gesamtwert nieder, u. a. weil hier kürzere Feuchtphasen auf Grund- und Stauwasserböden einen Umbau in Rotbuchenwald vereinfachen. Unter den Tieren und Pflanzen sind negative Auswirkungen auf Arten zu erwarten, die an relativ kühle und feuchte Bedingungen angepasst sind, während thermophile, ozeanisch-submediterrane Arten profitieren.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
[0] Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum) [0] Waldmeister-Buchenwald (Asperulo-Fagetum) [–] Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald (Carpinion betuli) [0] Schlucht- und Hangmischwald (Tilio-Acerion)	– verstärkte Fluktuationen des Grundwasserspiegels; im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände aufgrund der negativen klimatischen Wasserbilanz – gesteigerte Mineralisation und Nährstofffreisetzung durch Temperaturanstieg – Änderungen im Gehölzwachstum: unterschiedliche Prognosen, je nach Standort – bei Buche und Eiche sind überwiegend höhere Zuwachsraten zu erwarten – Veränderungen der Artenkombination (Krautschicht), Zunahme eher trockener Ausbildungen – zunehmende Gefahr von Insektenkalamitäten (Borkenkäfer, Neozooen) und Waldbränden
	Fazit: insgesamt indifferente Reaktion, z. T. negativer Einfluss des Klimawandels **0**

Wirkprognose Arten

–

47 Pflanzenarten | 61 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: montane Arten (*R. platanifolius*) und Arten die Kühle- und Frische bis Nässezeiger sind (*H. selago*)
- Weichtiere: durch zunehmende Trockenphasen beeinträchtigte Arten frischer Standorte (*E. diaphana*)
- Tagfalter: durch mildere Winter beeinträchtigte Arten (*L. populi*)
- Brutvogel- und Säugetierarten mit Arealregression (Waldbaumläufer, Nordfledermaus)

+

35 Pflanzenarten | 42 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: Förderung ozeanisch-submediterraner Arten (*Ilex aquifolium*)
- thermophile Arten mit Arealexpansion aus verschiedenen Tiergruppen (*A. hortenis, A. ilia, M. meridionale,* Wimperfledermaus)
- Vogelarten mit geringerer Wintermortalität durch Erwärmung (Waldohreule)

3.2.5.8 Laubwälder und Gebüsche trockener Standorte

Gesamtprognose **+**

Die Lebensgemeinschaften der Laubwälder und Gebüsche trockener Standorte werden überweigend positiv vom Klimawandel beeinflusst. Vor allem thermophile Pflanzenarten profitieren, weil sie durch erhöhte Temperaturen und bei Wasserknappheit gegenüber mesophilen Arten konkurrenzstärker sind. Bei den Tieren ist die Zahl der positiv und negativ beeinflussten Arten annähernd gleich.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
[+] alte bodensaure Eichenwälder mit *Quercus robur* auf Sandebenen [++] Mitteleuropäischer Orchideen-Kalk-Buchenwald (Cephalanthero-Fagion) [+] Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald (Galio-Carpinetum)	– ausgeprägte Trockenphasen im Sommer und Herbst, aufgrund der negativen Wasserbilanz – Förderung von Licht-, Trocken- und Wärmezeigern; Benachteiligung mesophiler Arten – zunehmende Gefahr von Insektenkalamitäten (Borkenkäfer, Neozooen) und Waldbränden
	Fazit: positiver Einfluss des Klimawandels **+**

Wirkprognose Arten

–: 6 Pflanzenarten | 40 Tierarten

Reaktionstypen

– Arten mit Arealregression (Waldbaumläufer)

+: 62 Pflanzenarten | 45 Tierarten

Reaktionstypen

– Pflanzen: Begünstigung thermophiler Arten (*S. torminalis, C. rubra*)
– Arten aus verschiedenen Tiergruppen mit langfristig verbesserten Lebensbedingungen und Arealexpansion (*A. paphia, H. laevipes*, Orpheusspötter, Breitflügelfledermaus)
– Insektenarten mit Abundanzzunahme (*Nemobius sylvestris*)

3.2.5.9 Moore und Sümpfe

– –

Gesamtprognose

Die Lebensgemeinschaften der Moore und Sümpfe werden stark negativ vom Klimawandel beeinflusst. Entscheidend sind dabei die Verschlechterungen im Wasser- und Nährstoffhaushalt, die auf Grund der prognostizierten Erwärmung und zeitweise negativen klimatischen Wasserbilanz zu erwarten sind.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
[– –] Lebende Hochmoore [– –] Noch renaturierungsfähige degradierte Hochmoore [– –] Übergangs- und Schwingrasenmoore [– –] Torfmoor-Schlenken [– –] Kalkreiche Niedermoore [–] Kalkreiche Sümpfe mit *Cladium mariscus*	– starke Fluktuationen des Grundwasserspiegels, im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände aufgrund der negativen klimatischen Wasserbilanz – vermehrte Trockenphasen steigern Humus- und Torfmineralisation, dadurch kommt es zu einer erhöhten Nährstofffreisetzung und Eutrophierung – verstärktes Wachstum von Algen und Makrophyten durch den veränderten Nährstoff- und Temperaturhaushalt – reduzierte Vitalität von Feuchte- und Nässezeigern, Ausbreitung von Gehölzen
	Fazit: stark negativer Einfluss des Klimawandels **– –**

Wirkprognose Arten

–

79 Pflanzenarten | 81 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzenarten nasser, oligotropher, kühler Standorte (*A. polifolia*)
- stenotope Tierarten, deren Habitatqualität sich verschlechtert und die (Fortpflanzungs-)Lebensräume verlieren (Moorfrosch, Bekassine)
- Insektenarten mit hygrophilen Ei- und Larvalstadien (*C. montanus*)
- montane Arten winterkalter und sommerkühler Mikroklimate (*L. helle*)
- durch steigende Wassertemperaturen beeinträchtigte Arten (*B. dunkeri*)
- Arten mit Arealregression (Sumpfspitzmaus, Krickente, Braunkehlchen)

+

6 Pflanzenarten | 26 Tierarten

Reaktionstypen

- ozeanische Pflanzenarten profitieren von milden Wintern (*I. fluitans*)
- Insekten: Arealexpansion durch Erwärmung (*C. fuscus*)
- Insekten: längere Imaginalphase durch Erwärmung (*A. cyanea*)
- Brut- und Rastvögel: sinkende Wintermortalität (Zwergtaucher)
- für wenige thermophile Arten, die in trockeneren Teillebensräumen vorkommen, verbessert sich durch die Erwärmung die Habitatqualität und die Vitalität der Individuen (Schlingnatter)

3.2.5.10 Heiden

3.2.5.10.1 Trockene Heide

+

Gesamtprognose

Die Lebensgemeinschaften der Trockenen Heiden werden überwiegend positiv vom Klimawandel beeinflusst. Mit der Klimaerwärmung zunehmende Trockenphasen wirken systemerhaltend, reduzieren Eutrophierungseffekte, verzögern die Sukzession und fördern konkurrenzschwache thermophile Arten.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
[+] Trockene europäische Heiden [+] Trockene Sandheiden auf Binnendünen	– ausgeprägte Trockenphasen im Sommer und Herbst, aufgrund der negativen Wasserbilanz – Tieflagen: Trockenphasen wirken systemerhaltend, reduzieren Eutrophierungseffekte, verzögern Sukzession, fördern konkurrenzschwache thermophile Arten – Hochlagen: möglicher Weise Eutrophierungseffekte durch verbesserte Mineralisation infolge der Erwärmung, wärmebedürftige Tieflagenarten verdrängen Hochlagenarten – „mikroklimatische Abkühlung“ im Frühjahr durch schnelleren Krautschicht-Aufwuchs
	Fazit: Fazit: positiver Einfluss des Klimawandels **+**

Wirkprognose Arten

–

9 Pflanzenarten | 51 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: montane Kühle- und Magerkeitszeiger (*Thesium pyrenaicum*)
- Laufkäfer: durch Veränderungen im Lebensraum negativ beeinflusste Arten trockener Heiden (*Carabus nitens*)
- Brutvögel: Arten mit Arealregression trotz verbesserter Lebensbedingungen in Heiden (Raubwürger)

+

8 Pflanzenarten | 43 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: Trockenheits- und Magerkeitszeiger (*Jasione montana*)
- Heuschrecken: Abundanzzunahme und lokale Ausbreitungstendenzen stenotoper, thermo- und xerophiler Arten (*C. mollis*, *G. campestris*)
- Tagfalter: thermophile Arten, die von der Erwärmung profitieren (*Melanargia galathea*)
- Brutvögel: Arten der Heiden mit langfristig verbesserten Lebensraumbedingungen (Ziegenmelker)

3.2.5.10.2 Feuchtheide

Gesamtprognose **–**

Die Lebensgemeinschaft der Feuchtheide wird negativ vom Klimawandel beeinflusst. Entscheidend sind dabei die Verschlechterungen im Wasser- und Nährstoffhaushalt, die auf Grund der prognostizierten Erwärmung und zeitweise negativen klimatischen Wasserbilanz zu erwarten sind.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
[–] Feuchte Heidegebiete des nordatlantischen Raumes mit *Erica tetralix*	– starke Fluktuationen des Grundwasserspiegels, im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände aufgrund der negativen klimatischen Wasserbilanz – vermehrte Trockenphasen steigern Humus- und Torfmineralisation, dadurch kommt es zu einer erhöhten Nährstofffreisetzung und Eutrophierung – reduzierte Vitalität von Feuchte- und Nässezeigern, Ausbreitung konkurrenzkräftiger, mesophiler Arten
	Fazit: negativer Einfluss des Klimawandels **–**

Wirkprognose Arten

–

16 Pflanzenarten | 51 Tierarten

Reaktionstypen

– Pflanzen: reduzierte Vitalität von lebensraumtypischen Feuchte- und Nässezeigern (*Erica tetralix*)
– Insekten: Arten mit hygrophilen Entwicklungsstadien (*M. brachyptera*)
– Feuchtgebietsarten aus verschiedenen Tiergruppen, deren Habitatqualität sich verschlechtert und die (Fortpflanzungs-)Lebensräume verlieren (Kleiner Wasserfrosch, Kranich)

+

0 Pflanzenarten | 43 Tierarten

Reaktionstypen

– Tiere: Arten aus verschiedenen Gruppen, die von der Erwärmung profitieren (*Lycaena phlaeas*, Waldeidechse, Grünspecht)

3.2.5.11 Kalk- und Silikatmagerrasen

3.2.5.11.1 Kalkmagerrasen

Gesamtprognose **+**

Die Lebensgemeinschaften der Kalkmagerrasen werden überweigend positiv vom Klimawandel beeinflusst. Vor allem thermophile Pflanzenarten profitieren, weil sie bei Wärme und Trockenheit gegenüber mesophilen Arten konkurrenzstärker sind. Bei den Tieren werden vor allem wärmeliebene Insektenarten gefördert, die mit hohen Individuendichten in Wärmejahren und Arealexpasion auf den Klimawandel reagieren.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
[+] Naturnahe Kalk-Trockenrasen (Festuco-Brometalia) [+] Kalk-Trockenrasen mit Wachholder-Beständen [+] Schwermetallrasen (Violetea calaminariae) [+] Kalk-Pionierrasen (Alysso-Sedion albi)	– ausgeprägte Trockenphasen im Sommer und Herbst, aufgrund der negativen Wasserbilanz – verstärkte Trockenphasen können zu verringerter Nährstoffverfügbarkeit führen – „mikroklimatische Abkühlung“ im Frühjahr durch schnelleren Krautschicht-Aufwuchs – früherer Beginn von Mahd und Beweidung wäre möglich
	Fazit: positiver Einfluss des Klimawandels **+**

Wirkprognose Arten

– = 8 Pflanzenarten | 33 Tierarten

Reaktionstypen

- Tagfalterarten mit Arealregression (*E. medusa*)
- Laufkäferarten mit Arealregression (*C. lunatus*)

+ = 135 Pflanzenarten | 72 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: Wärme- und Trockenheitszeiger (*S. columbaria*)
- Orchideen: Arten mit Arealexpansion (*A. anthropophorum*)
- Insekten: Arten mit Abundanzzunahme (*S. lineatus*)
- Insekten: Arten mit Arealexpansion (*P. falcata*, *M. aurelia*)
- Reptilien: über den Lebenszyklus profitierende, wärmeliebende Arten (Zauneidechse)

Aufgrund der verwendeten Gruppierung nach Raabe et al. (1996) war keine getrennte Zuordnung der Farn- und Blütenpflanzen zu Kalk- und Silikatmagerrasen möglich, so dass in beiden Fällen die Summe der Arten angegeben wird (Zahl der Kalkmagerrasen-Arten „≤“ Gesamtzahl der Arten).

3.2.5.11.2 Silikatmagerrasen

+ / –

Gesamtprognose

Für die Vegetation der Sandmagerrasen sind positive, für die der Borstgrasrasen negative Auswirkungen des Klimawandels zu erwarten, weil sich unterschiedliche Folgen auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt ergeben, die auch von der Höhenlage abhängen. Auch unter den Tierarten der Silikatmagerrasen gibt es eine ähnliche Zweiteilung: montane Arten werden negativ beeinflusst, positive Ausswirkungen ergeben sich besonders für Insektenarten der Sandmagerrasen.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
[+] Dünen mit offenen Grasflächen und sonstige Sandmagerrasen (Koelerio-Corynephoretea) [+] Schwermetallrasen (Violetea calaminariae) [–] Borstgrasrasen (Violion caninae, Juncion squarrosi)	– ausgeprägte Trockenphasen im Sommer und Herbst, aufgrund der negativen Wasserbilanz – „mikroklimatische Abkühlung“ im Frühjahr durch schnelleren Krautschicht-Aufwuchs – früherer Beginn von Mahd und Beweidung wäre möglich – Sandmagerrasen: Trockenphasen wirken systemerhaltend, reduzieren Eutrophierungseffekte, verzögern Sukzession, fördern konkurrenzschwache Arten – Borstgrasrasen der Hochlagen: Eutrophierung durch verbesserte Mineralisation infolge der Erwärmung, wärmebedürftige Tieflagenarten verdrängen Hochlagenarten
	Fazit: positiver und negativer Einfluss des Klimawandels **+ / –**

Wirkprognose Arten

–

= 8 Pflanzenarten | 38 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: Arten montaner Standorte (*A. montana*), Feuchte- und Magerkeitszeiger (*P. sylvatica*) der Borstgrasrasen
- Tagfalter: auf Winterkälte angewiesene Arten der Mittelgebirge, für die u.a. eine Arealregression wahrscheinlich ist (*L. virgaureae*)
- Laufkäfer: negativ beeinflusste Arten der Sandmagerrasen (*A. infima*)

+

= 135 Pflanzenarten | 68 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: Wärme- und Trockenheitszeiger (*C. arenaria*)
- Insekten: Arten mit Abundanzzunahme (*Ch. mollis*)
- Insekten: Arten mit Arealexpansion (*O. caerulescens*)
- Säugetiere: Arten mit höherem Reproduktionserfolg (Wildkaninchen)

Aufgrund der verwendeten Gruppierung nach Raabe et al. (1996) war keine getrennte Zuordnung der Farn- und Blütenpflanzen zu Kalk- und Silikatmagerrasen möglich, so dass in beiden Fällen die Summe der Arten angegeben wird (Zahl der Kalkmagerrasen-Arten „≤“ Summe der Arten).

3.2.5.12 Magerwiesen und -weiden mäßig feuchter bis trockener Standorte

+ / –

Gesamtprognose

Das Magergrünland im Mittelgebirge und auf feuchteren Standorten wird voraussichtlich negativ beeinflusst, während sich für eher trockene Bestände im Tiefland auch positive Auswirkungen abzeichnen. Bei den Pflanzen werden montane Arten und Feuchtezeiger negativ beeinflusst, hingegen profitieren Wärme- und Trockenheitszeiger. Unter den klimasensiblen Tierarten überwiegt die Zahl der positiv beeinflussten Arten.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
Nicht oder schwach gedüngtes Grünland ab der Feuchtestufe „mäßig feucht“ oder trockener: [+] Magere Flachland-Mähwiesen (Arrhenatherion) [–] Berg-Mähwiesen (Polygono-Trisetion) [+] Magerweiden (Cynosurion)	– starke Fluktuationen des Grundwasserspiegels; im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände aufgrund der negativen klimatischen Wasserbilanz – „mikroklimatische Abkühlung“ im Frühjahr durch schnellen Biomasseaufwuchs, längere Vegetationsperiode, früherer Beginn von Mahd und Beweidung sind möglich – Tiefland: möglicher Weise verringerte Produktivität und Nährstoffverfügbarkeit auf trockenen Standorten infolge vermehrter Trockenphasen – Hochlagen: erhöhte Produktivität durch verbesserte Mineralisation infolge der Erwärmung, wärmebedürftige Tieflagenarten verdrängen Hochlagenarten
	Fazit: durch Höhenlage und Feuchte ergeben sich verschiedene Auswirkungen **+ / –**

Wirkprognose Arten

–	**+**
17 Pflanzenarten, 25 Tierarten	13 Pflanzenarten, 75 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: Magerkeitszeiger kühler Mittelgebirgslagen mit Bestandsrückgang durch geänderte Konkurrenzverhältnisse (*M. athamanticum*)
- Tagfalter: auf Winterkälte angewiesene Arten der Mittelgebirge, für die u.a. eine Arealregression wahrscheinlich ist (*L. hippothoe*)
- Brutvögel: Arten mit langfristig schlechteren Lebensraumbedingungen und Lebensraumverlust (Wiesenpieper)

Reaktionstypen

- Pflanzen: Wärme-, Trocken- und Magerkeitszeigern profitieren auf trockenen Standorten im Tiefland (*Ranunculus bulbosus*)
- Insekten: meso- und thermophile Arten, die auf verschiedene Weise von der Erwärmung profitieren (*Thymelicus lineola*)
- Brutvögel: positiv beeinflusste Brutvogelarten durch eine geringere Wintermortalität (Steinkauz)
- Säugetiere: Arten mit höherem Reproduktionserfolg (Feldhase)

3.2.5.13 Feucht-/Nasswiesen und -weiden

– –

Gesamtprognose

Die Lebensgemeinschaften des Feucht- und Nassgrünlandes werden stark negativ vom Klimawandel beeinflusst. Entscheidend sind dabei die Verschlechterungen im Wasser- und Nährstoffhaushalt, die auf Grund der prognostizierten Erwärmung und zeitweise negativen klimatischen Wasserbilanz zu erwarten sind.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
Feuchtes und nasses bis sumpfiges Grünland: [– –] Magere Flachland-Mähwiesen (Arrhenatherion) [–] Pfeifengraswiesen (Molinion caeruleae) [–] Berg-Mähwiesen (Polygono-Trisetion) [– –] Sumpfdotterblumenwiesen (Calthion) [– –] Feucht- und Nassweiden (Cynosurion) [– –] Flutrasen (Agropyro-Rumicion)	– starke Fluktuationen des Grundwasserspiegels; im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände aufgrund der negativen klimatischen Wasserbilanz – verstärkte Humus- und Torfmineralisation, erhöhte Nährstofffreisetzung – Vegetation: Rückgang von Feuchtarten, Ausbreitung konkurrenzkräftiger mesophiler Arten – längere Vegetationsperiode, früherer Beginn von Mahd und Beweidung
	Fazit: stark negativer Einfluss des Klimawandels **– –**

Wirkprognose Arten

–

86 Pflanzenarten | 96 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: Nässezeiger (*C. palustris*), insbesondere kühler Hochlagen der Mittelgebirge (*T. europaeus*)
- stenotope Feuchtgebietsarten aus verschiedenen Tiergruppen, deren Habitatqualität sich verschlechtert und die (Fortpflanzungs-)Lebensräume verlieren (Laubfrosch, Großer Brachvogel)
- Arten aus verschiedenen Tiergruppen mit Arealregression (*L. helle*, Kiebitz, Zwergmaus)

+

18 Pflanzenarten | 31 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: Ausbreitung von mesophilen Arten u. Wechselfeuchtezeigern
- Insekten: Arten mit Abundanzzunahme in Wärmejahren (*M. roeselii*)
- Insekten: thermophile Arten mit Arealexpansion (*C. fuscus*)
- Rastvögel: Arten mit Arealexpansion (Zwergschnepfe)

3.2.5.14 Äcker und Weinberge

+ / –

Gesamtprognose

Die Erwärmung und zunehmende Trockenphasen wirken sich auf die klimasensible Ackerwildkrautvegetation und verschiedene Tierarten positiv aus. Ackerbiotope jedoch so stark von der landwirtschaftlichen Nutzung geprägt, dass direkte Auswirkungen des Klimwandels kaum zum Tragen kommen, weil Bewirtschaftungseinflüsse überwiegen. Daher sind hier vor allem indirekte Auswirkungen des Klimawandels relevant, die sich aus Veränderungen in den Nutzungssystemen ergeben. Sollte damit eine weitere Intensivierung der Landnutzung einhergehen, z. B. durch den zunehmenden Anbau von Biomasse als erneuerbarer Energieträger, hat dies negative Auswirkungen auf die Biodiversität.

Lebensraumtypen [Gesamtwert]	**Auswirkungen des Klimwandels**
[+/–] Äcker, Weinberge und deren Brachestadien, sofern dort klimasensible Tierarten vorkommen [+] Ackerwildkraut- und Ruderalvegetation (Stellarietea mediae, Artemisietea vulgaris)	– verlängerte Vegetationsperiode – starke Fluktuationen des Grundwasserspiegels, im Sommer und Herbst ausgeprägte Trockenphasen aufgrund der negativen Wasserbilanz – bei ausreichender Wasserverfügbarkeit: gesteigerte Mineralisation, Nährstofffreisetzung und Produktivität durch Temperaturanstieg, aber: verringerte Produktivität und Nährstoffverfügbarkeit auf trockenen Standorten infolge vermehrter Trockenphasen – Änderungen der Nutzungssysteme: Intensität, Zeitpunkte, Art der angebauten Pflanzen – erhöhte Erosion nach Starkregen – möglicher Weise negative Folgen für das Bodengefüge durch den Rückgang von Frostperioden
	Fazit: positive und negative Einflüsse des Klimawandels **+ / –**

Wirkprognose Arten

–

4 Pflanzenarten | 32 Tierarten

Reaktionstypen

- Tiere: Arten mit Arealregression (Wachtelkönig)
- Tiere: sonstige Arten, die auch ohne beeinträchtigende Nutzungseinflüsse vom Klimawandel negativ beeinflusst werden (Zwergmaus)

+

113 Pflanzenarten | 69 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: Wärme- und Nährstoffzeiger (*E. crus-galli)*
- Tiere: Arten, die ohne negative Bewirtschaftungseinflüsse vom Klimwandel profitieren können (Wachtel, Feldhase, Feldhamster)

3.2.5.15 Felsbiotope (Felsen, Block- und Schutthalden)

Gesamtprognose **+**

Für die Felslebensräume ist aufgrund der Erwärmung und deren Folgewirkungen von überwiegend positiven Auswirkungen des Klimawandels auszugehen. Allerdings ist im Zuge der Erwärmung ein Rückgang feucht-kühler Felsstandorte wahrscheinlich, die nicht im Fokus dieser Studie stehen. Der Großteil der berücksichtigten klimasensiblen Tier- und Pflanzenarten reagiert voraussichtlich positiv auf den Klimawandel. Felsbewohnende Arten, die auf feucht-kühle Bedingungen angewiesen sind, werden jedoch durch langfristig schlechtere Lebensbedingungen und Habitatverlust beeinträchtigt. Dies betrifft insbesondere Moose, Farne und Weichtiere.

Lebensraumtypen	**Auswirkungen des Klimwandels**
[++] Kieselhaltige Schutthalden der Berglagen Mitteleuropas [++] Kalkhaltige Schutthalden der collinen bis montanen Stufe Mitteleuropas [++] Kalk- und Silikatfelsen mit Felsspaltenvegetation [++] Silikatfelsen mit Pioniervegetation des Sedo-Scleranthion oder des Sedo albi-Veronicion dellenii	– ausgeprägte Trockenphasen im Sommer und Herbst, aufgrund der negativen Wasserbilanz – Trockenphasen wirken systemerhaltend, fördern konkurrenzschwache thermophile Arten und reduzieren Eutrophierungseffekte – möglicher Weise kommt es zu einer Abnahmen feucht-kühler Felsstandorte mit deren charakteristischen Arten
	Fazit: positiver Einfluss des Klimawandels **+**

Wirkprognose Arten

–: 7 Pflanzenarten | 13 Tierarten

Reaktionstypen

- Farne, Moose und Flechten: Rückgang stenotoper Arten feucht-kühler Standorte (*Asplenium viride*)
- Weichtiere:Rückgang von Arten, die ein feuchtes Mikroklima benötigen (*Helicigona lapicida*)

+: 23 Pflanzenarten | 30 Tierarten

Reaktionstypen

- Pflanzen: Begünstigung von Wärme- und Trockenheitszeigern (*Sedum album*, *Festuca pallens*)
- Tiere: thermophile Arten aus verschiedenen Gruppen (*Papilio machaon*, Schlingnatter, Zippammer)

4 Vorschläge für eine Anpassungsstrategie

4.1 Anpassungsstrategie des MUNLV NRW [Teil 3, Kapitel 1.2]

Das MUNLV (2009a) formuliert die folgenden drei Handlungsoptionen für den Naturschutz, um die Biologische Vielfalt in Nordrhein-Westfalen trotz Klimawandel zu erhalten. Schwerpunkt dieser Anpassungsstrategie sollen geeignete Maßnahmen in den bestehenden Schutzgebieten sein.

Bereits vorhandene Stressfaktoren für klimasensible Lebensräume und Arten sollen reduziert werden. Als Beispiele für solche Beeinträchtigungen werden die anthropogene Schädigung des natürlichen Wasserhaushalts und eine Landbewirtschaftung, die nicht mit Naturschutzzielen übereinstimmt, genannt. Ein wichtiges Instrument zur Verringerung schädlicher Nutzungseinflüsse ist der Vertragsnaturschutz (SCHLÜTER et al. 2008).

Klimasensible Feuchtlebensräume sollen geschützt werden, insbesondere Gewässer, Feuchtgrünland, Auen- und Bruchwälder sowie Moore. Entscheidende Maßnahmen dafür sind die Erhaltung bzw. Wiederherstellung naturnaher Wasserstände und Überflutungsregime.

Durch einen landesweiten Biotopverbund (vgl. GENKINGER et al. 2008), inklusive der NATURA-2000-Gebiete, soll die „Durchlässigkeit“ der Landschaft für klimasensible Arten erhöht werden, um Ausweichbewegungen der Populationen als Reaktion auf den Klimawandel zu ermöglichen.

4.2 Handlungsbedarf in Nordrhein-Westfalen [Teil 3, Kapitel 2]

4.2.1 Ableitung von Handlungsbedarf aus der Empfindlichkeitsanalyse

Grundlage für die Entwicklung von Anpassungsstrategien an den Klimawandel zum Schutz der Biodiversität in Nordrhein-Westfalen ist zunächst eine Entscheidung, für welche Arten und Lebensräume Handlungsbedarf besteht. Diese Frage wurde mit den Mitarbeiter/innen und Vertreter/innen des Auftraggebers diskutiert und die folgende Vorgehensweise beschlossen [3] (s. auch die Erläuterungen in den Teilkapiteln 4.2.2–4.2.4):

Für alle Arten und Lebensraumtypen, die in der Empfindlichkeitsanalyse (Kapitel 1–3 dieser Studie) als klimasensibel bewertet wurden, ergibt sich potenziell Handlungsbedarf. Nicht nur die voraussichtlich negativ beeinflussten Arten und Lebensräume kommen dabei in Frage, sondern auch „Profiteure“ des Klimawandels, wenn solche Arten/Lebensräume durch andere Gefährdungsfaktoren betroffen sind und Schutzmaßnahmen durch die positiven Effekte des Klimawandels höhere Erfolgsaussichten erhalten.

Grundsätzlich sollen für solche Arten und Lebensräume Anpassungsstrategien entwickelt werden, für deren Schutz Nordrhein-Westfalen eine maßgebliche Verantwortung trägt oder diese zukünftig tragen könnte. Letzteres kann eintreten, wenn sich zum Beispiel Arten in Nordrhein-Westfalen ausbreiten oder erhalten, die in anderen Regionen durch den Klimawandel zurückgehen oder aussterben könnten.

Handlungsbedarf zur Anpassung an den Klimawandel besteht grundsätzlich für alle klimasensiblen Arten und Lebensräume, die voraussichtlich negativ vom Klimawandel beeinflusst werden. Aus naturschutzfachlicher Sicht besteht für diese Arten in erster Priorität bzw. besonderer Handlungsbedarf,

- wenn es sich um FFH-Arten bzw. Lebensraumtypen handelt (Richtlinie 92/43 EWG, Anhänge I, II, IV, V),
- wenn Nordrhein-Westfalen für ihren Erhalt eine besondere Verantwortung trägt (vgl. KAISER et al. 2008, LEOPOLD & VISCHER-LEOPOLD 2006, MÜLLER-MOTZFELD et al. 2004, SCHÜTZ et al. 2004),
- wenn es sich um Vogelarten nach Anhang I bzw. Artikel 4 (2) der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG) handelt,
- wenn sie Zielarten des Naturschutzes in Nordrhein-Westfalen sind (LANUV, schriftl.; vgl. KIEL 2006),
- und wenn die nach diesen Kriterien ausgewählten Arten außerdem gefährdet sind laut der aktuellen Roten Liste für Nordrhein-Westfalen (Kategorie 0, sofern die Art trotzdem in Nordrhein-Westfalen vorkommt, Gefährdungsstufen 1, 2, 3 und Kategorie R; Kategorie R für die Tierarten nur bei gleichzeitig besonderer Schutzverantwortung).

Ob das Ergebnis dieser Auswahl gerechtfertigt ist und ob für weitere klimasensible Arten und Lebensraumtypen in Nordrhein-Westfalen Handlungsbedarf besteht, wird durch ein artspezifisches Expertenvotum der Mitarbeiter/innen festgelegt.

---

[3] Ergebnisse des zweiten Treffens der Beteiligten am 30.04.09 im ILÖK und der anschließenden schriftlichen und mündlichen Abstimmung zwischen MUNLV, LANUV und ILÖK bis 14.08.09.

4.2.2 Lebensraumtypen

Die berücksichtigten klimasensiblen Lebensraumtypen lassen sich zunächst in zwei Gruppen unterteilen: Zum einen die Lebensräume, die negativ vom Klimawandel beeinflusst werden, und für die daher besonderer Handlungsbedarf besteht. Zum anderen die Lebensräume, die vom Klimawandel profitieren, für die er also eine positive Entwicklungsperspektive bietet, und bei denen aufgrund von anderen Beeinträchtigungen trotzdem Optimierungsbedarf vorliegt.

Besonderer Handlungsbedarf besteht für Moore, Feucht- und Nassgrünland und Erlenbruchwälder, für die stark negative Auswirkungen (- -) des Klimawandels zu erwarten sind und für die sonstigen „Verlierer“ (-) des Klimawandels unter den Lebensräumen (Tab.). Darunter befindet sich der FFH-Lebensraumtyp 9160 „Sternmieren-Eichen-Hainbuchen-Wald“, für dessen Schutz Nordrhein-Westfalen nach KAISER et al. (2008) besonders verantwortlich ist.

Bei den Lebensräumen, die vom Klimawandel profitieren, besteht in erster Priorität Optimierungsbedarf für stark gefährdete oder vom Aussterben bedrohte Lebensraumtypen – darunter trockene Heide-Lebensräume, Halbtrockenrasen und magere Flachland-Mähwiesen, die besonders stark von einer wiederkehrenden und relativ häufigen Bewirtschaftung bzw. Pflege abhängig sind. Zwei §-62- und FFH-Lebensraumtypen, für deren Erhalt Nordrhein-Westfalen laut KAISER et al. (2008) eine besonderte Verantwortlichkeit hat, zählen dazu: Die „Schwermetallrasen“ und „bodensauren Eichenwälder auf Sandböden“. In zweiter Priorität ergibt sich Optimierungsbedarf für gefährdete Lebensraumtypen. Es handelt sich überwiegend um Felslebensräume, deren Schutz zwar häufig Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen erfordert, die aber im Gegensatz zu den oben genannten „halbnatürlichen“ Offenlandlebensräumen nicht von einer regelmäßigen Bewirtschaftung abhängig sind.

Tab. 23: Handlungsbedarf für die klimasensiblen Lebensraumtypen nach Anhang 1 der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und Biotoptypen nach § 62 Landschaftsgesetz Nordrhein-Westfalen.

Mit „§ 62“ gekennzeichnete FFH-Lebensraumtypen sind ebenfalls geschützte Biotoptypen nach § 62 Landschaftsgesetz Nordrhein-Westfalen. Angegeben wird die Gesamtbewertung der Empfindlichkeitsanalyse (Kapitel 1–3.2.4 der Studie). Rote-Liste-Status für NRW nach VERBÜCHELN et al. (1999): * derzeit nicht gefährdet, 1 von vollständiger Vernichtung bedroht, 2 stark gefährdet, 3 gefährdet. Regenerationsfähigkeit nach RIEKEN et al. (2006): N nicht regenerierbar, K kaum regenerierbar (> 150 Jahre), S schwer regenerierbar (ca. 15 bis 150 Jahre), B bedingt regenerierbar (bis 15 Jahre), X keine Einstufung sinnvoll

Kürzel	Lebensraumtyp	Bewertung Klimawandel	Bestand NRW [ha]	Rote Liste NRW	Regenerationsfähigkeit
vom Klimawandel negativ beeinflusste Lebensraumtypen mit besonderem Handlungsbedarf					
3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamion oder Hydrocharition (§ 62)	-	1.555	3	B
3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis und des Callitricho-Batrachion (§ 62)	-	2.800	1 / 2	K

Kürzel	Lebensraumtyp	Bewertung Klimawandel	Bestand NRW [ha]	Rote Liste NRW	Regenerations-fähigkeit
vom Klimawandel negativ beeinflusste Lebensraumtypen mit besonderem Handlungsbedarf					
4010	Feuchte Heidegebiete des nordatlantischen Raumes mit *Erica tetralix* (§ 62)	-	570	2	K
6230*	Artenreiche montane Borstgrasrasen (und submontan auf dem europäischen Festland) auf Silikatböden (§ 62)	-	195	2	S
6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichen Böden, torfigen und tonig-schluffigen Böden (Molinion caeruleae) (§ 62)	-	49	1	S
§ 62	sonstiges Feucht- und Nassgrünland (Calthion, Cynosurion, Agropyro-Rumicion)	- -	k.A.	2 / 3	S
6520	Berg-Mähwiesen (§ 62)	-	1.230	2	S
7110*	Lebende Hochmoore (§ 62)	- -	4	2	N
7120	Noch renaturierungsfähige degradierte Hochmoore (§ 62)	- -	652	2	X
7140	Übergangs- und Schwingrasenmoore (§ 62)	- -	260	2	N
7150	Torfmoor-Schlenken (Rhynchosporion) (§ 62)	- -	11	2	K
7210*	Kalkreiche Sümpfe mit *Cladium mariscus* und Arten des Caricion davallianae (§ 62)	-	3	2	S
7220*	Kalktuffquellen (Cratoneurion) (§ 62)	-	13	3	K
§ 62	sonstige Quellbiotope (Cardamino-Montion, Caricion remotae)	-	k. A.	3	K
7230	Kalkreiche Niedermoore (§ 62)	- -	13	2	K
9160	Subatlantischer oder mitteleuropäischer Stieleichenwald oder Eichen-Hainbuchenwald (Carpinion betuli)	-	14.000	3	K
§ 62	Erlenbruchwälder (Alnion glutinosae)	- -	k.A.	2	K
91D0*	Moorwälder (§ 62)	-	710	2	K
vom Klimawandel positiv beeinflusste Lebensraumtypen mit Optimierungsbedarf					
Priorität 1					
1340*	Salzstellen im Binnenland (§ 62)	+	13	1	N
2310	Trockene Sandheiden mit *Calluna* und *Genista* (§ 62)	+	450	2	S
2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit *Corynephorus* und *Agrostis* (§ 62)	+	585	2	S
3270	Flüsse mit Schlammbänken mit Vegetation des Chenopodion rubri und des Bidention (§ 62)	+	420	1 / 2	S
4030	Trockene europäische Heiden (§ 62)	+	2.855	2	S

Kürzel	Lebensraumtyp	Bewertung Klimawandel	Bestand NRW [ha]	Rote Liste NRW	Regenerations-fähigkeit
vom Klimawandel positiv beeinflusste Lebensraumtypen mit Optimierungsbedarf					
Priorität 1					
5130	Formationen von *Juniperus communis* auf Kalkheiden und -rasen (§ 62)	+	150	1 / 3	S
6110*	Lückige basiphile oder Kalk-Pionierrasen (Alysso-Sedion albi) (§ 62)	+	6	1	N
6130	Schwermetallrasen (Violetea calaminariae) (§ 62)	+	101	2	N
6210(*)	Naturnahe Kalk-Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien (Festuco-Brometalia) (* besondere Bestände mit bemerkenswerten Orchideen) (§ 62)	+	425	1 / 3	S
6510	Magere Flachland-Mähwiesen (*Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis*) (tlw. § 62: nur trockene und feuchte Ausbildungen)	+	6.050	2	S
9190	Alte bodensaure Eichenwälder mit *Quercus robur* auf Sandebenen	+	5.170	2	K
91F0	Hartholzauenwälder mit *Quercus robur, Ulmus laevis, Ulmus minor, Fraxinus excelsior oder Fraxinus angustifolia* (Ulmenion minoris) (§ 62)	+	195	1	K
Priorität 2					
§ 62	sonstige Magerweiden (Cynosurion)	+	k. A.	3	S
8150	Kieselhaltige Schutthalden der Berglagen Mitteleuropas (§ 62)	+ +	10	3	K
8160*	Kalkhaltige Schutthalden der collinen bis montanen Stufe Mitteleuropas (§ 62)	+ +	5	3	K
8210	Kalkfelsen mit Felsspaltenvegetation (§ 62)	+ +	30	3	N
8220	Silikatfelsen mit Felsspaltenvegetation (§ 62)	+ +	60	3	N
8230	Silikatfelsen mit Pioniervegetation des Sedo-Scleranthion oder des Sedo albi-Veronicion dellenii (§ 62)	+ +	65	3	N
9150	Mitteleuropäischer Orchideen-Kalk-Buchenwald (Cephalanthero-Fagion) (§ 62)	+ +	546	3	K
9170	Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald (Galio-Carpinetum) (§ 62)	+	300	3	K

4.2.3 Farn- und Blütenpflanzen

Grundsätzlich besteht Handlungsbedarf für 212 Farn- und Blütenpflanzenarten, die zurzeit in Nordrhein-Westfalen vorkommen und die negativ vom Klimawandel beeinflusst werden (Abb. 13; Teil 3, Anhang 2). Gemäß den in Kapitel 2.1 formulierten Kriterien würde lediglich für 11 Arten, die negativ vom Klimawandel beeinflusst werden, ein besonderer Handlungsbedarf bestehen: Das wären Farn- und Blütenpflanzenarten, die in der FFH-Richtlinie geführt sind oder für deren Schutz Nordrhein-Westfalen eine besondere Verantwortung trägt und die gleichzeitig in Nordrhein-Westfalen gefährdet sind (Tab. 24, Tab. 25). Diese geringe Zahl ergibt sich zwangsläufig, da im Gegensatz zu den Tierarten keine Zielartenliste für Nordrhein-Westfalen vorliegt, die Bestandteil der Auswahl wäre (vgl. 4.2.1). Um diese Diskrepanz aufzulösen, empfiehlt es sich, für alle 122 in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Arten (Rote-Liste-Kategorie 1, 2, 3, R), die negativ vom Klimawandel beeinflusst werden, auf einen besonderen Handlungsbedarf hinzuweisen (Abb. 13; Teil 3, Anhang 2).

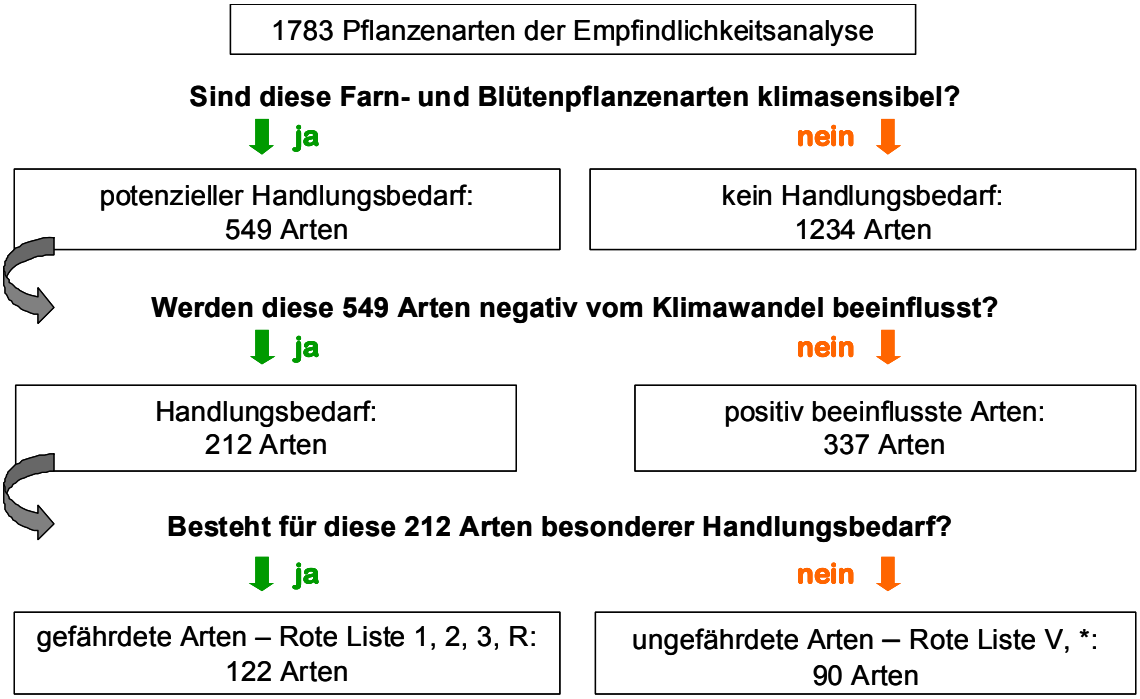


Abb. 13: Entscheidungsverlauf, bei welchen Farn- und Blütenpflanzenarten[4] in Nordrhein-Westfalen Handlungsbedarf zur Anpassung an den Klimawandel besteht.

Im Hinblick auf die Anpassungsstrategie gilt es zu berücksichtigen, dass klimasensible Pflanzenarten und Lebensraumtypen gleicher Standorte sich in der Reaktion auf den Klimawandel und bei geeigneten Anpassungsmaßnahmen häufig entsprechen, denn die Lebensraumtypen sind ja über Pflanzengesellschaften definiert. Viele der Farn- und Blütenpflanzenarten, für die Handlungsbedarf besteht, kommen nur in einem oder wenigen Vegetationsty-

[4] Anstatt alle 1872 Farn- und Blütenpflanzenarten der Empfindlichkeitsanalyse zu berücksichtigen, wurden hier 89 ausgestorbene/verschollene Arten ausgeklammert.

pen in Nordrhein-Westfalen vor (Teil 3, Anhang 2): Für diese 212 Arten beträgt die kumulierte Summe der Vorkommen (Haupt- und Nebenvorkommen) in verschiedenen Vegetationstypen 441, so dass jede Art durchschnittlich in zwei Vegetationstypen auftritt; berücksichtigt man nur die Hauptvorkommen, reduziert sich der Durchschnitt auf einen Vegetationstyp pro Art.

Tab. 24: Klimasensible Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen, die FFH-Arten sind.

Angegeben wird die Gesamtbewertung der Empfindlichkeitsanalyse (vgl. Kapitel 1–3.2.4 der Studie).

Rote-Liste-Status für Nordrhein-Westfalen nach WOLFF-STRAUB et al. (1999): 1 vom Aussterben bedroht, 2 stark gefährdet, 3 gefährdet, R durch extreme Seltenheit gefährdet

(Unter-)Art	Bewertung Klimawandel	FFH-Richtlinie Anhang	Rote Liste NRW
Arnica montana	- -	V	3
Botrychium simplex	- -	II,IV	1
Huperzia selago	-	V	3
Liparis loeselii	- -	II,IV	1
Lycopodiella inundata	- -	V	2
Lycopodium annotinum	-	V	3
Lycopodium clavatum	-	V	3
Trichomanes speciosum	+	II,IV	R

Tab. 25: Klimasensible Farn- und Blütenpflanzen, für deren Erhaltung Nordrhein-Westfalen besonders verantwortlich ist.

Angegeben wird die Gesamtbewertung der Empfindlichkeitsanalyse (vgl. Kapitel 1–3.2.4 der Studie).

Verantwortlichkeit nach KAISER et al. (2008).

Rote-Liste-Status für Nordrhein-Westfalen nach WOLFF-STRAUB et al. (1999): * ungefährdet, 1 vom Aussterben bedroht, 2 stark gefährdet, R durch extreme Seltenheit gefährdet

(Unter-)Art	Bewertung Klimawandel	Begründung der Verantwortlichkeit	Rote Liste NRW
Arabis alpina	- -	isolierte Vorkommen	R
Cochlearia pyrenaica	- -	isolierte Vorkommen	R
Dactylorhiza sphagnicola	- -	Subendemit	2
Ranunculus aconitifolius	-	isolierte Vorkommen	*
Viola biflora	-	isolierte Vorkommen	1
Hieracium bauhini ssp. *weissianum*	+	Subendemit	*
Hieracium wiesbaurianum ssp. *guestphalicum*	+	Endemit	1

4.2.4 Tierarten

In der Empfindlichkeitsanalyse wurden 580 klimasensible Tierarten ermittelt. Davon besteht für 315 Arten, die voraussichtlich negativ vom Klimawandel beeinflusst werden, grundsätzlich Handlungsbedarf (Teil 3, Anhang 3). Jedoch ergibt sich nur für 99 Arten ein „besonderer Handlungsbedarf“: Die Auswahl der Arten mit besonderem Handlungsbedarf erfolgte zunächst entsprechend den in Kapitel 2.1 formulierten Kriterien und wurde durch ein artspezifisches Votum der beteiligten Experten aus den landesweiten Arbeitskreisen bestätigt bzw. korrigiert (Abb. 14). Ebenfalls wurden durch eine Expertenentscheidung 31 Arten ausgewählt, die positiv vom Klimawandel beeinflusst werden und für die Optimierungsbedarf gesehen wird (Teil 3, Anhang 4).

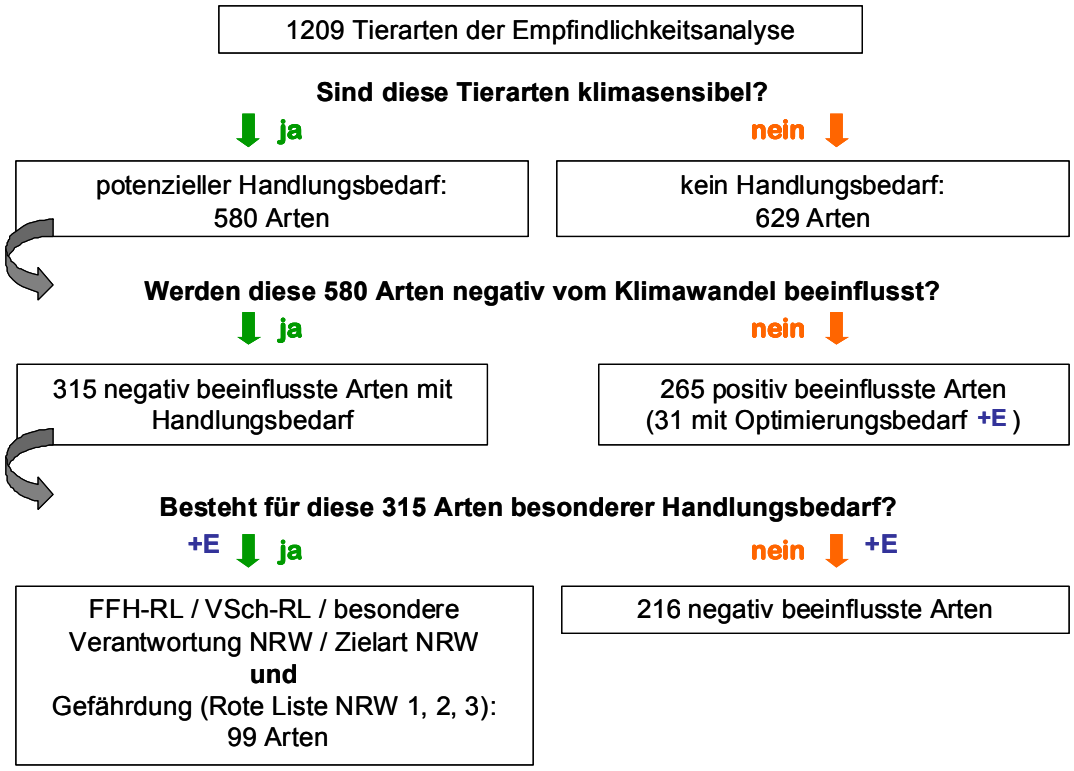


Abb. 14: Entscheidungsverlauf, bei welchen Tierarten in Nordrhein-Westfalen Handlungsbedarf zur Anpassung an den Klimawandel besteht.

Das Kürzel „+E“ weist darauf hin, dass die Auswahl der positiv beeinflussten Arten mit Optimierungsbedarf und der Arten mit besonderem Handlungsbedarf durch ein artspezifisches Expertenvotum erfolgte bzw. korrigiert wurde (vgl. 4.2.1). Weitere Erläuterungen im Text.

Insgesamt beträgt der Anteil der 99 Tierarten mit besonderem Handlungsbedarf 8 %. Für die einzelnen Artengruppen liegen die Werte zwischen 3 % bis 22 %. Diese Spanne ergibt sich, weil die Auswahlkriterien (Kapitel 2.1) in Verbindung mit den Expertenvoten für jede Artengruppe recht unterschiedliche Anteile der Arten liefern. Häufig liegt der Anteil der Arten mit besonderem Handlungsbedarf jedoch um 10 %, dies trifft auf Weichtiere, Libellen, Fische/Rundmäuler, Reptilien, Brutvögel und Säugetiere zu.

Unter den Arten mit besonderem Handlungsbedarf (Tab. 26 und Tab. 27) befinden sich elf Arten, die teilweise in Nordrhein-Westfalen noch relativ weit verbreitet sind und bei denen es

in Abstimmung mit dem LANUV zurzeit nicht erforderlich ist, über die bereits laufenden Aktivitäten des Naturschutzes hinaus besondere Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel durchzuführen: Große Teichmuschel, Dunkers Quellschnecke, Große Flussmuschel, Bach-/Meerforelle, Bachneunauge, Kleiner Wasserfrosch, Feldschwirl, Kiebitz, Kleinspecht, Nachtigall, Baummarder. Ein besonderer Handlungsbedarf würde für diese Arten möglicherweise in Zukunft entstehen, sobald klimabedingt signifikante Bestandsrückgänge auftreten. Daraus ergibt sich als Handlungsbedarf für diese Arten zunächst „nur“ eine Beobachtung – erst bei Bedarf müssten weitere Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel ergriffen werden. Damit verbleiben 88 Arten bei denen in Nordrhein-Westfalen ein „aktueller“ besonderer Handlungsbedarf besteht.

Tab. 26: Auswertung pro Artengruppe für die negativ vom Klimawandel beeinflussten Tierarten, bei denen in Nordrhein-Westfalen besonderer Handlungsbedarf besteht.

Zahlen ohne Klammern: nur Arten bei denen in Nordrhein-Westfalen ein „aktueller“ besonderer Handlungsbedarf besteht. Zahlen in Klammern: inklusive der 11 Arten, für die „zukünftig“ ein besonderer Handlungsbedarf entstehen könnte, sobald klimabedingt signifikante Bestandsrückgänge auftreten.

Artengruppe	**besonderer Handlungsbedarf: Anzahl und Anteil der Arten**		
	n	**%**	**N**
Weichtiere	15 (18)	7 (9)	207
Libellen	8	11	72
Heuschrecken	2	4	51
Laufkäfer	14	4	366
Tagfalter, Widderchen	19	16	122
Fische, Rundmäuler	5 (7)	8 (11)	62
Amphibien	3 (4)	17 (22)	18
Reptilien	1	11	9
Brutvögel	15 (19)	8 (10)	194
Rastvögel	1	3	33
Säugetiere	5 (6)	7 (8)	75
Summe Tierarten	88 (99)	7 (8)	1209

Tab. 27: Liste der negativ vom Klimawandel beeinflussten Tierarten, für die in Nordrhein-Westfalen besonderer Handlungsbedarf besteht.

Unterschieden in Arten mit „aktuellem“ besonderem Handlungsbedarf (abH) und Arten mit „zukünftigem“ besonderem Handlungsbedarf (zbH).

Angegeben wird die Gesamtbewertung der Empfindlichkeitsanalyse (vgl. Kapitel 1–3.2.4 der Studie).

Rote-Liste-Status für Nordrhein-Westfalen nach LÖBF (1999), außer Laufkäfer (aktuelle Version der Roten Liste von 2007, LANUV, schriftl.) und Brutvögel (SUDMANN et al. 2009): 0 ausgestorben oder verschollen; R durch extreme Seltenheit gefährdet; 1 vom Aussterben bedroht; 2 stark gefährdet; 3 gefährdet; I / W gefährdete wandernde Tier-/Vogelart; V Vorwarnliste; * nicht gefährdet; N Einstufung dank Naturschutzmaßnahmen; S ohne artspezifische Schutzmaßnahmen ist eine höhere Gefährdung zu erwarten; M Migrant, Wanderfalter, Irrgast oder verschleppt; k.A. keine Angabe

Besondere Schutz-Verantwortung für Nordrhein-Westfalen laut KAISER et al. (2008), LEOPOLD & VISCHER-LEOPOLD (2006), MÜLLER-MOTZFELD et al. (2004) und SCHÜTZ et al. (2004) für Laufkäfer, Tagfalter, Kriechtiere, Lurche, Säugetiere und Vögel. Bewertung im Rahmen dieser Studie durch die Bearbeiter der Libellen. Weitere Erläuterungen am Ende der Tabelle.

Zuordnung zu den Lebensraumkomplexen nach LANUV.

QU – Quellen
FG – Fließgewässer, Kanäle, Gräben
SG – Stillgewässer
FW – Feucht- und Nasswälder (Auenwald, Moorwald, Bruchwald)
MLW – Laubwälder wechselfeuchter bis mäßig trockener Standorte
TLW – Laubwälder trockener Standorte
NW – Nadelwälder
KG – Kleingehölze, Alleen, Bäume, Gebüsche, Hecken
MO – Moore und Sümpfe
HE – Heiden (trockene Heide und Feuchtheide)
KMR – Kalkmagerrasen
SMR – Silikatmagerrasen
MWI – Magerwiesen und -weiden (mäßig feuchte bis trockene Standorte)
FWI – Fettwiesen und -weiden
NWI – Feucht-/Nasswiesen und -weiden
SA – Säume, Hochstaudenfluren (nasse bis trockene Standorte)
AC – Äcker, Weinberge
FE – Felsbiotope (Felsen, Block- und Schutthalden)
HO – Höhlen und Stollen
GA – Gärten, Parkanlagen, Siedlungsbrachen
AB – Abgrabungen
HA – Halden, Aufschüttungen
DE – Deiche und Wälle
GB – Gebäude

Art	Deutscher Name	Besonderer Handlungsbedarf	Bewertung Klimawandel	Rote Liste NRW	Verantwortung NRW	FFH-Richtlinie Anhang	Zielart NRW	Vogelschutz-Richtlinie	Hauptvorkommen (■) und Nebenvorkommen (□) in den Lebensraumkomplexen																							
									QU	FG	SG	FW	MLW	TLW	NW	KG	MO	HE	KMR	SMR	MWI	FWI	NWII	SA	AC	FE	HO	GA	AB	HA	DE	GB
Weichtiere																																	
Anisus spirorbis	Gelippte Tellerschnecke	abH	-	1			ja		.	□	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anodonta cygnaea	Große Teichmuschel	zBH	-	2			ja		.	□	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.
Bithynia leachi	Kleine Schnauzenschnecke	abH	-	1			ja		.	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bythinella dunkeri	Dunkers Quellschnecke	zBH	- -	R	K	2	ja		□	□	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gyraulus laevis	Glattes Posthörnchen	abH	-	1			ja		.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.
Margaritifera margaritifera	Flussperlmuschel	abH	-	0		II, V	ja		.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Omphiscola glabra	Längliche Sumpfschnecke	abH	- -	1			ja		.	□	■	□	□	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pisidium amnicum	Große Erbsenmuschel	abH	-	1			ja		.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pseudanodonta complanata	Abgeplattete Teichmuschel	abH	-	1			ja		.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pseudotrichia rubiginosa	Ufer-Laubschnecke	abH	-	2			ja		.	□	□	□	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphaerium rivicola	Fluss-Kugelmuschel	abH	-	2			ja		.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphaerium solidum	Dickschalige Kugelmuschel	abH	-	1			ja		.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Theodoxus fluviatilis	Gemeine Kahnschnecke	abH	- -	1			ja		.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Unio crassus	Bachmuschel	abH	-	1		II, IV	ja		.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Unio tumidus	Große Flussmuschel	zBH	-	2			ja		.	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.
Vertigo angustior	Schmale Windelschnecke	abH	-	3		II	ja		.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vertigo moulinsiana	Bauchige Windelschnecke	abH	-	1		II	ja		.	.	□	□	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viviparus viviparus	Stumpfe Flußdeckelschnecke	abH	-	2			ja		.	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Laufkäfer																																	
Agonum ericeti		abH	- -	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Amara infima		abH	- -	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Art	Deutscher Name	Besonderer Handlungsbedarf	Bewertung Klimawandel	Rote Liste NRW	Verantwortung NRW	FFH-Richtlinie Anhang	Zielart NRW	Vogelschutz-Richtlinie	Hauptvorkommen (■) und Nebenvorkommen (□) in den Lebensraumkomplexen																							
									QU	FG	SG	FW	MLW	TLW	NW	KG	MO	HE	KMR	SMR	MWI	FWI	NWII	SA	AC	FE	HO	GA	AB	HA	DE	GB
Amara quenseli		abH	- -	1	!		ja		.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anisodactylus nemorivagus		abH	- -	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	■	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bembidion humerale		abH	- -	1			ja		.	.	□	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bembidion nigricorne		abH	- -	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Callistus lunatus		abH	- -	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carabus clatratus		abH	- -	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carabus nitens		abH	- -	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	□	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carabus variolosus		abH	- -	1	K 3		ja		.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cymindis macularis		abH	- -	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cymindis vaporariorum		abH	- -	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	□	■	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Miscodera arctica		abH	- -	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trichocellus cognatus		abH	- -	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	□	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Libellen																																	
Aeshna subarctica elisabethae	Hochmoor-Mosaikjungfer	abH	-	1	L 1		ja		.	.	■	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Coenagrion hastulatum	Speer-Azurjungfer	abH	-	2	L 1		ja		.	.	■	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Coenagrion lunulatum	Mond-Azurjungfer	abH	-	2	L 1		ja		.	.	■	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cordulegaster bidentata	Gestreifte Quelljungfer	abH	-	2	L 3		ja		■	□	.	□	□	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leucorrhinia dubia	Kleine Moosjungfer	abH	-	3	L 1		ja		.	.	■	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leucorrhinia rubicunda	Nordische Moosjungfer	abH	-	2	L 1		ja		.	.	■	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Somatochlora arctica	Arktische Smaragdlibelle	abH	-	1	L 1		ja		.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Somatochlora flavomaculata	Gefleckte Smaragdlibelle	abH	-	1	L 1		ja		.	.	■	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Art	Deutscher Name	Besonderer Handlungsbedarf	Bewertung Klimawandel	Rote Liste NRW	Verantwortung NRW	FFH-Richtlinie Anhang	Zielart NRW	Vogelschutz-Richtlinie	Hauptvorkommen (■) und Nebenvorkommen (□) in den Lebensraumkomplexen																							
									QU	FG	SG	FW	MLW	TLW	NW	KG	MO	HE	KMR	SMR	MWI	FWI	NWII	SA	AC	FE	HO	GA	AB	HA	DE	GB
Heuschrecken																																	
Metrioptera brachyptera	Kurzflügelige Beißschrecke	abH	-	3					.	.	.	.	.	.	.	.	□	□	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chorthippus montanus	Sumpfgrashüpfer	abH	-	2					.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tagfalter, Widderchen																																	
Argynnis adippe	Feuriger Perlmutterfalter	abH	-	2					.	.	.	.	.	■	□	.	.	.	■	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Boloria aquilonaris	Hochmoor-Perlmutterfalter	abH	-	1 N					.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Boloria euphrosyne	Veilchen-Perlmutterfalter	abH	-	1					.	.	.	.	□	■	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Boloria selene	Sumpfwiesen-Perlmutterfalter	abH	-	2					.	.	.	□	.	.	□	.	■	□	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Coenonympha tullia	Großer Heufalter	abH	-	1 N			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Erebia aethiops	Waldteufel	abH	-	1			ja		.	.	.	.	.	□	■	.	.	.	□	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Erebia ligea	Weißbindiger Mohrenfalter	abH	-	2					.	.	.	.	.	□	■	.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Erebia medusa	Rundaugen-Mohrenfalter	abH	-	2					.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	■	■	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hamearis lucina	Schlüsselblumen-Würfelfalter	abH	-	2			ja		.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	■	□	□	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Jordanita globulariae	Flockenblumen-Grünwidderchen	abH	-	2 N			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Lasiommata maera	Braunauge	abH	- -	2					.	.	.	.	.	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.
Lycaena helle	Blauschillernder Feuerfalter	abH	-	1 N	K	2	II, IV	ja	.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.	□	.	■	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Lycaena hippothoe	Lilagold-Feuerfalter	abH	-	2			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.	■	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lycaena virgaureae	Dukaten-Feuerfalter	abH	-	2			ja		.	.	.	.	.	.	□	.	.	□	□	■	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Melitaea athalia	Wachtelweizen-Scheckenfalter	abH	-	1					.	.	.	.	■	.	.	.	.	□	□	□	.	.	■	□	.	.	.	.	.	.	.	.

Art	Deutscher Name	Besonderer Handlungsbedarf	Bewertung Klimawandel	Rote Liste NRW	Verantwortung NRW	FFH-Richtlinie Anhang	Zielart NRW	Vogelschutz-Richtlinie	Hauptvorkommen (■) und Nebenvorkommen (□) in den Lebensraumkomplexen																							
									QU	FG	SG	FW	MLW	TLW	NW	KG	MO	HE	KMR	SMR	MWI	FWI	NWII	SA	AC	FE	HO	GA	AB	HA	DE	GB
Melitaea diamina	Baldrian-Scheckenfalter	abH	-	1					.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	■	■	.	.	.	.	.	.	.	.
Polyommatus dorylas	Wundklee-Bläuling	abH	-	1 N			ja		.	.	.	.	.	.	□	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pyrgus alveus (trebevicensis)	Warrens Sonnenröschen-Würfeldickkopffalter	abH	-	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pyrgus serratulae	Steinrasen-Würfeldickkopffalter	abH	-	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fische, Rundmäuler																																
Thymallus thymallus	Äsche	abH	- -	V		V			.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salmo trutta	Bachforelle / Meerforelle	zBH	- -	3					.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lampetra planeri	Bachneunauge	zBH	-	3		II	ja		.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salmo salar	Lachs	abH	-	1		II, V	ja		.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lota lota	Quappe	abH	- -	1			ja		.	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.
Misgurnus fossilis	Schlammpeitzger	abH	-	1		II	ja		.	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Alburnoides bipunctatus	Schneider	abH	-	1			ja		.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Amphibien																																
Pelophylax lessonae	Kleiner Wasserfrosch	zBH	-	3		IV	ja		.	.	■	□	.	.	.	.	□	□	.	.	.	.	□	□	.	.	.	□	□	.	.	.
Pelobates fuscus	Knoblauchkröte	abH	-	1		IV	ja		.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	■	.	.	□	□	.	.	.
Hyla arborea	Laubfrosch	abH	-	2 N		IV	ja		.	.	■	□	.	.	.	■	.	.	.	.	.	□	□	■	.	.	.	.	□	.	.	.
Rana arvalis	Moorfrosch	abH	-	1		IV	ja		.	.	■	■	□	.	.	.	■	■	.	.	.	.	■	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Reptilien																																
Vipera berus	Kreuzotter	abH	-	1			ja		.	.	.	□	.	.	.	□	■	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Art	Deutscher Name	Besonderer Handlungsbedarf	Bewertung Klimawandel	Rote Liste NRW	Verantwortung NRW	FFH-Richtlinie Anhang	Zielart NRW	Vogelschutz-Richtlinie	Hauptvorkommen (■) und Nebenvorkommen (□) in den Lebensraumkomplexen																						
									QU	FG	SG	FW	MLW	TLW	NW	KG	MO	HE	KMR	SMR	MWI	FWI	NWII	SA	AC	FE	HO	GA	AB	HA	DE	GB
Brutvögel																																
Gallinago gallinago	Bekassine	abH	-	1 S			ja	Art. 4 (2)	.	.	□	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Saxicola rubetra	Braunkehlchen	abH	-	1 S			ja	Art. 4 (2)	.	.	.	.	.	.	.	.	□	□	.	.	□	.	□	■	.	.	.	.	.	.	.	.
Locustella naevia	Feldschwirl	zBH	-	3			ja		.	.	□	.	.	.	.	■	.	□	.	.	□	□	□	■	.	.	.	.	.	.	.	.
Picus canus	Grauspecht	abH	-	2 S			ja	Anh. I	.	.	.	.	■	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Numenius arquata	Großer Brachvogel	abH	-	2 S			ja	Art. 4 (2)	.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	□	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galerida cristata	Haubenlerche	abH	-	1			ja		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	□	.	.	.	.
Vanellus vanellus	Kiebitz	zBH	-	3			ja	Art. 4 (2)	.	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	■	.	■	.	.	.	.	.	.	.
Dryobates minor	Kleinspecht	zBH	-	3			ja		.	.	.	■	■	□	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.
Anas crecca	Krickente	abH	-	3 S			ja	Art. 4 (2)	.	□	□	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.
Luscinia megarhynchos	Nachtigall	zBH	-	3			ja	Art. 4 (2)	.	.	.	■	□	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.	□	.	.	.	.
Lanius excubitor	Raubwürger	abH	-	1 S			ja	Art. 4 (2)	.	.	.	.	□	.	.	■	□	□	□	□	□	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Tringa totanus	Rotschenkel	abH	-	1 S			ja	Art. 4 (2)	.	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	■	.	.	.	.	.	□	.	.	.
Acrocephalus schoenobaenus	Schilfrohrsänger	abH	-	1 S			ja		.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Art	Deutscher Name	Besonderer Handlungsbedarf	Bewertung Klimawandel	Rote Liste NRW	Verantwortung NRW	FFH-Richtlinie Anhang	Zielart NRW	Vogelschutz-Richtlinie	Hauptvorkommen (■) und Nebenvorkommen (□) in den Lebensraumkomplexen																							
									QU	FG	SG	FW	MLW	TLW	NW	KG	MO	HE	KMR	SMR	MWI	FWI	NWII	SA	AC	FE	HO	GA	AB	HA	DE	GB
Ciconia nigra	Schwarzstorch	abH	-	3	S		ja	Anh. I	.	□	□	■	■	□	.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aythya ferina	Tafelente	abH	-	3			ja	Art. 4 (2)	.	□	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.
Limosa limosa	Uferschnepfe	abH	-	1	S		ja	Art. 4 (2)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crex crex	Wachtelkönig	abH	-	1	S	K	4	ja	Anh. I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Ciconia ciconia	Weißstorch	abH	-	3	S			ja	Anh. I	.	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	■	□	.	.	.	.	.	.	.	.	□
Anthus pratensis	Wiesenpieper	abH	-	2				ja	Art. 4 (2)	.	.	.	.	.	.	.	.	□	□	.	.	□	□	■	■	.	.	.	.	□	.	□	.
Rastvögel																																	
Anser fabalis	Saatgans	abH	-	W	K	2	ja	Art. 4 (2)	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.
Säugetiere																																	
Martes martes	Baummarder	zBH	-	3		V			.	.	.	.	■	■	■	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Myotis brandtii	Große Bartfledermaus	abH	-	2		IV	ja		.	.	.	■	■	□	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	□	□	.	.	□
Myotis mystacinus	Kleine Bartfledermaus	abH	-	3		IV	ja		.	.	□	□	□	□	□	■	.	.	.	.	.	.	□	□	.	.	□	■	□	.	.	□
Pipistrellus nathusii	Rauhhautfledermaus	abH	-	I	K	2	IV	ja	.	□	.	■	□	.	.	□	.	□	.	.	.	.	.	□	.	.	.	□	□	.	.	□
Neomys anomalus	Sumpfspitzmaus	abH	- -	R	K	2		ja	.	■	■	□	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	□	□	.	.	.	.	□	.	.	.
Myotis dasycneme	Teichfledermaus	abH	- -	I	K	4	II, IV	ja	.	■	■	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	.	□	.	.	□

Begründung einer besonderen Schutz-Verantwortung für Nordrhein-Westfalen

Tagfalter, Kriechtiere, Lurche, Säugetiere und Vögel (SCHÜTZ et al. 2004, LEOPOLD & VISCHER-LEOPOLD 2006, KAISER et al. 2008):

K 2 Kriterium 2 nach KAISER et al. (2008): Arten, die in Nordrhein-Westfalen mit wesentlichen Populationsanteilen auftreten und für die Deutschland eine hohe Verantwortlichkeit zufällt.

K 3 Kriterium 3 nach KAISER et al. (2008): Arten, die in Nordrhein-Westfalen seit langer Zeit extrem isolierte Vorkommen außerhalb ihres Hauptverbreitungsgebietes aufweisen.

K 4 Kriterium 4 nach KAISER et al. (2008): Arten, die in Nordrhein-Westfalen vorkommen und gleichzeitig weltweit gefährdet sind.

Laufkäfer (MÜLLER-MOTZFELD et al. 2004):

! Raumbedeutsame Art/Unterart, für die Deutschland in hohem Maße verantwortlich ist: Anteil am Weltbestand > 33 % oder > 10 % und im gesamten Areal gefährdet: *Amara quenseli* ssp. *silvicola*.

Libellen (Arbeitskreis Libellen Nordrhein-Westfalen; MENKE, schriftl.):

L 1 In Mitteleuropa insgesamt sehr seltene Art, die an besonders schutzwürdige, gleichzeitig aber auch sensible und gefährdete Habitate gebunden ist.

L 2 In Deutschland nur im Nordwesten und Südwesten verbreitet, im Südwesten deutlich zurückgehend, daher ergibt sich trotz Expansion im Nordwesten für Nordrhein-Westfalen eine besondere Schutz-Verantwortung

L 3 Europäischer Endemit, zerstreutes Areal, Nordrhein-Westfalen hat mit die bedeutendsten Vorkommen am nördlichen Arealrand, keine Ausweichmöglichkeit nach Norden, sensibel aufgrund der langen Larvalzeit.

4.3 Plausibilitätsprüfung Biotopverbund [Teil 3, Kapitel 3]

4.3.1 Zielsetzung

Sowohl in der Leistungsbeschreibung, als auch in der Strategie des MUNLV (2009a) wird insbesondere auf einen landesweiten Biotopverbund als Anpassungsstrategie an den Klimawandel hingewiesen. In diesem Schritt wird daher abgeprüft, für welche Arten Maßnahmen, die allgemein unter dem Begriff „Biotopverbund“ zusammengefasst werden können, als Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Frage kommen[5]. Mit „Biotopverbund“ ist bei dieser Plausibilitätsprüfung eine (bessere) Vernetzung der (Teil-)Populationen in Nordrhein-Westfalen durch die Schaffung von „echten“ Korridoren aus kontinuierlichen Habitaten oder nicht kontinuierlichen Habitatnetzen bzw. „Trittstein-Habitaten“ gemeint, mit dem Ziel, Ausweichbewegungen der Populationen als Reaktion auf den Klimawandel zu ermöglichen. Ist diese Strategie aus einem oder mehreren der folgenden Gründe nicht sinnvoll, dann sind aus Sicht der Anpassung an den Klimawandel keine besonderen Maßnahmen hinsichtlich des Aufbaus und der Weiterentwicklung des landesweiten Biotopverbundes erforderlich:

1. Es besteht für die Art zurzeit aus naturschutzfachlicher Sicht kein besonderer Handlungsbedarf für eine Anpassung an den Klimawandel (vgl. Kapitel 4.2).
2. Die Art wird in Nordrhein-Westfalen nicht durch Ausweichbewegungen auf den Klimawandel reagieren, die Zielsetzung eines besonderen „Klimawandel-Biotopverbunds“ ist daher nicht relevant.
3. Die Vorkommen der Art und/oder der Lebensräume, die für eine (Wieder-)Besiedlung in Frage kommen, sind in Nordrhein-Westfalen so isoliert, das die Umsetzung eines „Klimawandel-Biotopverbunds“ aufgrund der Habitatansprüche der Art, der anthropogenen Landnutzung oder der hohen Kosten unrealistisch ist.

4.3.2 Farn- und Blütenpflanzen

Ob und in welchem Maße ein Biotopverbund eine sinnvolle Anpassungsstrategie zum Schutz der klimasensitiven Pflanzenarten darstellt, hängt im Wesentlichen von den Ausbreitungsmechanismen der jeweiligen Art ab. Generell sind Pflanzen wenig mobil und als „ausbreitungsträge“ zu bezeichnen. Die Besiedlung von (neuen) Lebensräumen ist kein gerichteter Prozess, sondern vielmehr vom Zufall abhängig (z. B. passive Drift). Dabei nimmt die Wahrscheinlichkeit einer Besiedlung, in Abhängigkeit von den Mechanismen der Samenausbreitung der jeweiligen Art, mit zunehmender Distanz vom aktuellen Wuchsort ab. Für die meisten klimasensitiven Arten ist daher die Verfügbarkeit geeigneter Habitate in räumlicher Nähe zu den aktuellen Vorkommen von entscheidender Bedeutung: Ein Biotopverbund eignet sich vor allem auf der lokalen Ebene.

Für hydrochore Arten der Auen sind Flusssysteme als kontinuierliche Habitatkorridore auch für eine Ausbreitung über größere Distanzen geeignet, sofern die entsprechenden Auenhabitate verfügbar sind. Auf der Ebene eines regionalen Biotopverbundes können dement-

[5] Vorgehensweise entsprechend den Ergebnissen des zweiten Treffens der Beteiligten am 30. 04. 09 im ILÖK und der anschließenden schriftlichen und mündlichen Abstimmung zwischen MUNLV, LANUV und ILÖK bis 14. 08. 09.

sprechend durch Wiederherstellung oder Aufwertung von Auenbiotopen und der Öffnung von Fließgewässern (Zulassen von Überschwemmungen, natürliche Dynamik) die klimasensiblen Arten gefördert bzw. geschützt werden. Falls Biotopverbundmaßnahmen für solche Arten bzw. ihre Habitate geplant werden, sollte daher die relative Verortung der aktuellen Vorkommen in Bezug auf das Gewässersystem und die potenzielle Ausbreitungsrichtung berücksichtigt werden.

Eine Neuschaffung von Habitaten für Arten der Moore oder Trocken- und Halbtrockenrasen ist nicht nur bezüglich der Umsetzung, sondern schon allein aus Kostengründen nur sehr eingeschränkt möglich. Hier beschränken sich die Handlungsmöglichkeiten daher auf eine Verbesserung und Ausweitung bestehender Lebensräume, um die klimasensiblen Arten, für die in Nordrhein-Westfalen Handlungsbedarf besteht (vgl. Kapitel 4.2.3), zu erhalten bzw. zu fördern.

4.3.3 Tierarten

zu prüfen, für welche Tierarten ein Habitat- bzw. Biotopverbund als Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Frage kommt, werden die Grundlagendaten über die Verbundabhängigkeit [6] und das Ausbreitungspotenzial [7] der Arten berücksichtigt und auch die Entscheidungen über den Handlungsbedarf (Kapitel 2) einbezogen. Jede der als klimasensibel und verbundabhängig eingestuften Arten wird durch ein Expertenvotum der Mitarbeiter/innen einer der folgenden Kategorien zugeordnet:

1. Biotopverbund lokal geeignet, d. h. für Räume ≤ 1 km^2.
2. Biotopverbund regional oder landesweit geeignet, d. h. für Räume > 1 km^2.
3. Biotopverbund nicht erforderlich, weil zurzeit kein Handlungsbedarf („Klimagewinner“) bzw. kein besonderer Handlungsbedarf („Klimaverlierer“) besteht.
4. Biotopverbund nicht erforderlich: Die Art wird in Nordrhein-Westfalen nicht durch Ausweichbewegungen auf den Klimawandel reagieren, die Zielsetzung ist daher nicht relevant.
5. Biotopverbund nicht erforderlich: Die Vorkommen der Art und/oder der Lebensräume, die für eine (Wieder-)Besiedlung in Frage kommen, sind in Nordrhein-Westfalen so isoliert, das die Umsetzung eines „Klimawandel-Biotopverbundes“ aufgrund der Habitatansprüche der Art, der anthropogenen Landnutzung oder der hohen Kosten unrealistisch ist.
6. Biotopverbund nicht erforderlich, mehrere der unter 3. bis 5. aufgelisteten Gründe treffen zu. Nennung dieser Gründe.

Ein „Klimawandel-Biotopverbund“ kommt für 102 Tierarten als Anpassungsstrategie in Frage. Allerdings besteht derzeit nur für 61 Arten besonderer Handlungsbedarf (vgl. Kapitel 4.2),

---

[6] Unter dem Begriff „Verbundabhängigkeit“ wird bewertet, ob die Ausbreitung der Tierart von Korridoren oder Trittsteinen geeigneter Lebensräume abhängt: Unterschieden werden drei Art-Typen: (n) = nicht verbundabhängig, (k) = abhängig von „echten“ Korridoren aus kontinuierlichen, häufig linearen Habitaten, (t) = zumindest abhängig von nicht kontinuierlichen Habitatnetzen bzw. „Trittstein-Habitaten“ (vgl. Teil 1 der Studie).

[7] Es wird eine Klassifizierung des Ausbreitungspotenzials der Tierarten in vier Stufen vorgenommen (Details vgl. Teil 1 der Studie): sehr gering (s), gering (g), mittel (m), hoch (h).

von denen jeweils etwa die Hälfte auf regionaler bzw. lokaler Ebene von einer stärkeren Habitatvernetzung profitieren würden (Abb. 15). Im Folgenden werden nur die Arten betrachtet, für die ein besonderer Handlungsbedarf ermittelt wurde, da nur diese Arten bei der Maßnahmen- und Biotopverbund-Planung berücksichtigt werden (Kapitel 4, 5). Die Ergebnisse der oben geschilderten Expertenentscheidung sind für alle weiteren Arten in der Datenbank zu dieser Studie dokumentiert [8].

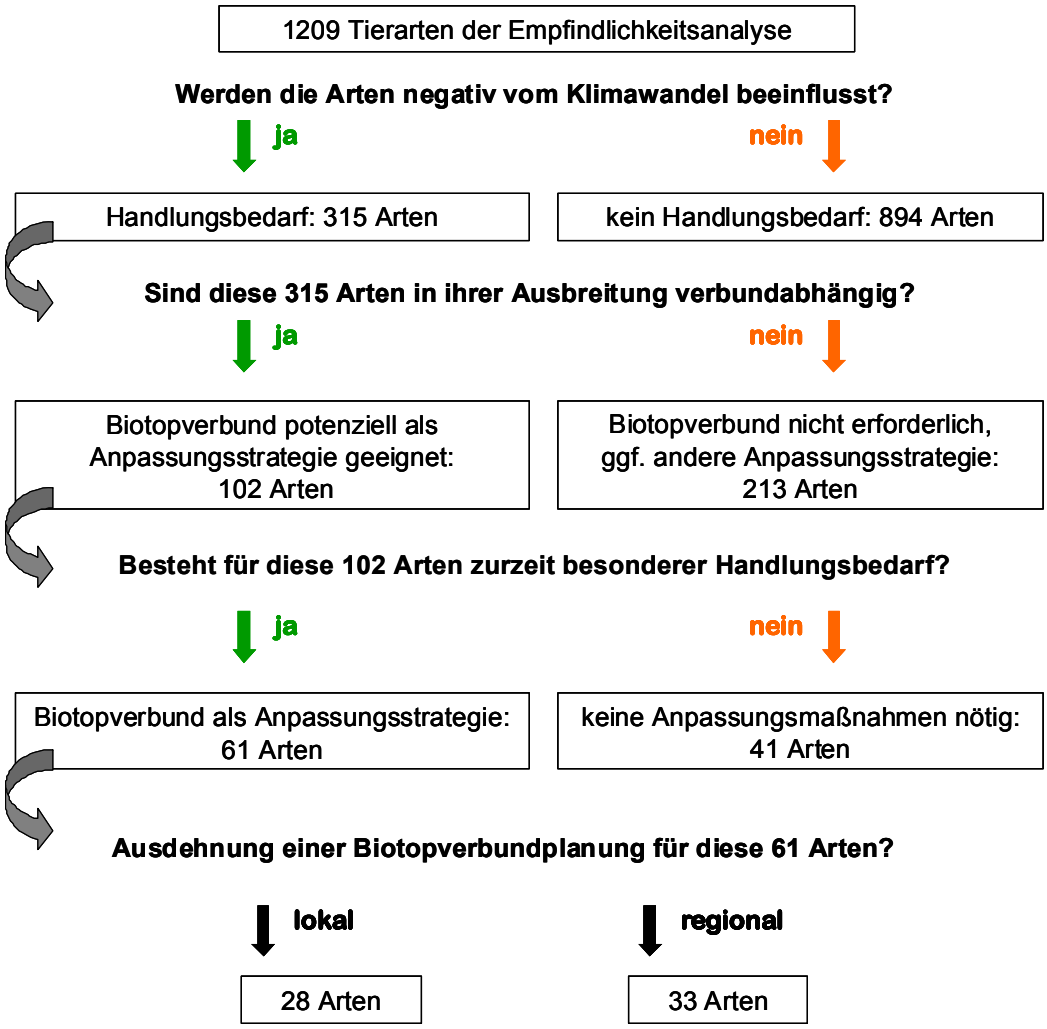


Abb. 15: Plausibilitätsprüfung, bei welchen Tierarten in Nordrhein-Westfalen ein Biotopverbund als Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Frage kommt.

[8] In der Datentabelle „Anpassungsstrategie_Tierarten“ liefert das Feld „Biotopverbund_angepasst“ diese Information. Es steht mit der Referenztabelle "Referenz_Biotopverbund" in Beziehung, in der die Einträge erläutert sind.

In Bezug auf die Arten mit besonderem Handlungsbedarf kommen in Nordrhein-Westfalen für insgesamt 5 % der berücksichtigten Tierarten Biotopverbundmaßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Frage. Nahezu alle einheimischen Vogelarten sind nicht auf räumlich durchgängige Biotopverbundnetze angewiesen, so dass hier die Anpassungsstrategie Biotopverbund entfällt. Die sonstigen Tiergruppen erreichen einen Anteil von maximal 17 % an Arten, für die ein Biotopverbund in Frage kommt. Für die Optionen „lokaler“ und „regionaler“ Biotopverbund“ variiert der Anteil stark zwischen den Artengruppen (Tab. 28).

Tab. 28: Auswertung pro Artengruppe für die klimasensiblen Tierarten mit besonderem Handlungsbedarf, bei denen in Nordrhein-Westfalen ein Biotopverbund als Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Frage kommt.

Artengruppe	Biotopverbund: Anzahl und Anteil der Arten			
	lokal	regional	gesamt	
	n	n	%	N
Weichtiere	0	9	4	207
Libellen	8	0	11	72
Heuschrecken	2	0	4	51
Laufkäfer	10	1	3	366
Tagfalter, Widderchen	7	12	16	122
Fische, Rundmäuler	0	5	8	62
Amphibien	0	3	17	18
Reptilien	1	0	11	9
Brutvögel	0	0	0	194
Rastvögel	0	0	0	33
Säugetiere	0	3	4	75
Summe Tierarten	28	33	5	1209
	61			

Die Arten, für die ein regionaler Biotopverbund als Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Frage kommt, zeichnen sich überwiegend durch ein hohes Ausbreitungspotenzial aus (Tab. 29). Neben der Ausbreitungsfähigkeit der Arten sind für die Empfehlung zur räumlichen Ausdehnung des Biotopverbundes jedoch auch ihre Habitatbindung und das Verbreitungsmuster in Nordrhein-Westfalen wichtig: So wird für die Libellenarten, deren Ausbreitungspotenzial mittel bis hoch ist, ein lokaler Biotopverbund empfohlen, denn alle Arten sind stenotop und haben daher in Nordrhein-Westfalen überwiegend punktförmige bzw. kleinräumig gruppierte Vorkommen (vgl. Verbreitungskarten in Teil 2 dieser Studie).

Tab. 29: Biotopverbund als Anpassungsstrategie für negativ vom Klimawandel beeinflusste, verbundabhängige Tierarten, bei denen in Nordrhein-Westfalen besonderer Handlungsbedarf besteht.

Verbundabhängigkeit: k = Ausbreitung der Art abhängig von „echten" Korridoren aus kontinuierlichen, häufig linearen Habitaten; t = Ausbreitung der Art zumindest abhängig von nicht kontinuierlichen Habitatnetzen bzw. „Trittstein-Habitaten"

Ausbreitungspotenzial: s = sehr gering, g = gering, m = mittel, h = hoch

Biotopverbund: lok = lokal geeignet, d. h. für Räume ≤ 1 km^2; reg = auf regionaler oder landesweiter Ebene geeignet, d. h. für Räume > 1 km^2

Art	**Deutscher Name**	**Verbund-abhängigkeit**	**Ausbreitungs-potenzial**	**Biotop-verbund?**
Weichtiere				
Bithynia leachi	Kleine Schnauzenschnecke	k	g	reg
Margaritifera margaritifera	Flussperlmuschel	k	g	reg
Pisidium amnicum	Große Erbsenmuschel	k	m	reg
Pseudanodonta complanata	Abgeplattete Teichmuschel	k	m	reg
Pseudotrichia rubiginosa	Ufer-Laubschnecke	k	g	reg
Sphaerium rivicola	Fluss-Kugelmuschel	k	m	reg
Sphaerium solidum	Dickschalige Kugelmuschel	k	m	reg
Theodoxus fluviatilis	Gemeine Kahnschnecke	k	h	reg
Viviparus viviparus	Stumpfe Flußdeckelschnecke	k	h	reg
Laufkäfer				
Agonum ericeti		k	s	lok
Amara infima		k	s	lok
Amara quenseli		t	h	lok
Bembidion nigricorne		k	s	lok
Callistus lunatus		t	h	reg
Carabus clatratus		k	g	lok
Carabus nitens		k	g	lok
Carabus variolosus		k	s	lok
Cymindis macularis		k	g	lok
Cymindis vaporariorum		k	g	lok
Miscodera arctica		t	g	lok
Libellen				
Aeshna subarctica elisabethae	Hochmoor-Mosaikjungfer	t	h	lok
Coenagrion hastulatum	Speer-Azurjungfer	t	m	lok
Coenagrion lunulatum	Mond-Azurjungfer	t	m	lok
Cordulegaster bidentata	Gestreifte Quelljungfer	k	h	lok
Leucorrhinia dubia	Kleine Moosjungfer	t	m	lok
Leucorrhinia rubicunda	Nordische Moosjungfer	t	h	lok
Somatochlora arctica	Arktische Smaragdlibelle	t	m	lok

Art	Deutscher Name	Verbund-abhängigkeit	Ausbreitungs-potenzial	Biotop-verbund?
Somatochlora flavomaculata	Gefleckte Smaragdlibelle	t	h	lok
Heuschrecken				
Chorthippus montanus	Sumpfgrashüpfer	k	s	lok
Metrioptera brachyptera	Kurzflügelige Beißschrecke	k	s	lok
Tagfalter, Widderchen				
Argynnis adippe	Feuriger Perlmutterfalter	t	m	reg
Boloria aquilonaris	Hochmoor-Perlmutterfalter	t	m	lok
Boloria euphrosyne	Veilchen-Perlmutterfalter	t	m	reg
Boloria selene	Sumpfwiesen-Perlmutterfalter	t	m	reg
Coenonympha tullia	Moor-Wiesenvögelchen	t	g	lok
Erebia aethiops	Graubindiger Mohrenfalter	t	m	reg
Erebia ligea	Weißbindiger Mohrenfalter	t	m	reg
Erebia medusa	Rundaugen-Mohrenfalter	t	m	reg
Hamearis lucina	Schlüsselblumen-Würfelfalter	t	g	lok
Jordanita globulariae	Flockenblumen-Grünwidderchen	t	g	lok
Lasiommata maera	Braunauge	t	m	reg
Lycaena helle	Blauschillernder Feuerfalter	t	s	reg
Lycaena hippothoe	Lilagold-Feuerfalter	t	m	reg
Lycaena virgaureae	Dukaten-Feuerfalter	t	m	reg
Melitaea athalia	Wachtelweizen-Scheckenfalter	t	m	reg
Melitaea diamina	Baldrian-Scheckenfalter	t	g	lok
Polyommatus dorylas	Wundklee-Bläuling	t	m	lok
Pyrgus alveus (trebevicensis)	Warrens Sonnenröschen-Würfeldickkopffalter	t	m	lok
Pyrgus serratulae	Steinrasen-Würfeldickkopffalter	t	m	reg
Fische, Rundmäuler				
Thymallus thymallus	Äsche	k	h	Reg
Salmo salar	Lachs	k	h	Reg
Lota lota	Quappe	k	h	Reg
Misgurnus fossilis	Schlammpeitzger	k	m	Reg
Alburnoides bipunctatus	Schneider	k	m	Reg
Amphibien				
Pelobates fuscus	Knoblauchkröte	t	m	Reg
Hyla arborea	Laubfrosch	t	h	Reg
Rana arvalis	Moorfrosch	t	m	Reg
Reptilien				
Vipera berus	Kreuzotter	k	g	Lok
Säugetiere				
Myotis brandtii	Große Bartfledermaus	t	h	Reg
Myotis dasycneme	Teichfledermaus	t	h	Reg
Neomys anomalus	Sumpfspitzmaus	t	m	Reg

In der Bearbeitung der Fische und Rundmäuler ergab sich folgendes Problem (BUNZEL-DRÜKE, schriftl.): „Für die meisten Fischarten ist die longitudinale und laterale Durchgängigkeit der Gewässer sehr wichtig. Die Beseitigung von Wanderungshindernissen und die Wiederherstellung einer naturnahen Hochwasserdynamik sind zentrale Schutzmaßnahmen für bedrohte Arten – insofern ist eine Vernetzung der (Teil-)Populationen in Nordrhein-Westfalen für fast alle Fische und Rundmäuler dringend erforderlich. Ein Biotopverbund mit dem Ziel, Ausweichbewegungen der Populationen als Reaktion auf den Klimawandel zu ermöglichen, ist jedoch für die vom Klimawandel bedrohten Arten sinnlos, weil es keine Gewässer gibt, in die diese Arten ausweichen könnten; also Lebensräume, die heute ungeeignet sind, aber durch den Klimawandel besiedelbar werden. Es gibt allerdings Gewässer, die sowohl heute als auch in Zukunft geeignet wären, in denen die Art aber aus anderen Gründen (Verschmutzung etc.) verschwunden ist und eine Wiederbesiedlung (noch) nicht geschafft hat – sei es wegen Wanderungshindernissen oder wegen zu geringer Restbestände. Die Anbindung solcher ehemaliger Lebensräume ist wichtig, aber eine Wiederbesiedlung wäre unabhängig vom Klimawandel. Sie könnte zwar den durch einen Klimawandel bedrohten Populationen helfen, aber eben auf andere Art.“ Allen Fischarten mit besonderem Handlungsbedarf wurde trotzt dieser Diskrepanz ein „Biotopverbund“ als mögliche Anpassungsstrategie zugewiesen, um Missverständnisse zu vermeiden: Denn es könnte sonst der Eindruck entstehen, dass die Beseitigung von Wanderungshindernissen und die Wiederherstellung einer naturnahen Hochwasserdynamik nicht Teil der Anpassungsstrategie für die klimasensiblen Fische und Rundmäuler sein soll, obwohl das Gegenteil der Fall ist. So wurde auch bei den anderen Tiergruppen verfahren, für keine der als „verbundabhängig“ eingestuften Arten mit besonderem Handlungsbedarf wurde in der Einzelfallprüfung ein „Biotopverbund“ als Anpassungsstrategie ausgeschlossen.

Anpassungsstrategie für Nordrhein-Westfalen [Teil 3, Kapitel 4]

Die Vorschläge für eine Strategie zur Erhaltung der Biologischen Vielfalt in Nordrhein-Westfalen trotz Klimawandel basieren auf einer Empfindlichkeitsanalyse der Farn- und Blütenpflanzen, Weichtiere, Libellen, Heuschrecken, Laufkäfer, Tagfalter und Widderchen, Fische und Rundmäuler, Amphibien, Reptilien, Brut- und Rastvögel, Säugetiere, FFH- und §-62-Lebensräume in Nordrhein-Westfalen (Kapitel 1–3 dieser Studie). Einbezogen werden bereits publizierte Vorschläge zum Schutz der Biodiversität im Zuge des Klimawandels; vor allem die für Deutschland und Nordrhein-Westfalen vorliegenden Anpassungsstrategien (Kapitel 4.1). Um die Anpassungsstrategie möglichst konkret zu formulieren und daraus zielgerichtete Maßnahmenempfehlungen ableiten zu können (Teil 3, Kapitel 5), wurde zunächst art- und lebensraumspezifisch der Handlungsbedarf ermittelt und eine Prüfung der Anpassungsoption „Biotopverbund“ durchgeführt. Die Ergebnisse dieser beiden Arbeitsschritte (Kapitel 4.2 und 4.3) sind Bestandteil der folgenden Vorschläge für die Anpassungsstrategie. Zunächst lassen sich zwei Handlungsfelder unterscheiden.

1. Anpassung an den Klimawandel, wenn er eine (zusätzliche) Beeinträchtigung ist:

   Grundsätzlich besteht Handlungsbedarf für alle Arten und Lebensraumtypen, die vom Klimawandel negativ beeinflusst werden. Ausgehend von der Empfindlichkeitsanalyse trifft das für 18 Lebensraumtypen, 227 Pflanzen- und 315 Tierarten zu. Diese hohe Anzahl erschwert eine realistische, umsetzbare Maßnahmenplanung für alle Arten. Besonders für ungefährdete, in Nordrhein-Westfalen noch relativ häufige und weit verbreite Arten ist es zurzeit nicht erforderlich, besondere Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel durchzuführen, da die bereits laufenden Aktivitäten des Naturschutzes im Rahmen der Klimaanpassung ausreichen. Daher sollten zusätzliche Anpassungsmaßnahmen zunächst nur für solche Arten und Lebensräume ergriffen werden, die negativ vom Klimawandel beeinflusst werden und für die in Nordrhein-Westfalen derzeit besonderer Handlungsbedarf besteht. Dies betrifft neben den 18 FFH- bzw. §-62-Lebensräumen (Tab. 23), noch 122 Farn- und Blütenpflanzenarten (Abb. 13; Teil 3, Anhang 2) sowie 88 Tierarten für die ein „aktueller“ besonderer Handlungsbedarf besteht (Tab. 27).

2. Anpassung an den Klimawandel, falls er eine positive Entwicklungsperspektive bietet:

   Auch für Arten und Lebensräume, die positiv vom Klimawandel beeinflusst werden, könnten Anpassungsmaßnahmen entwickelt werden: Wenn solche Arten/Lebensräume in Nordrhein-Westfalen durch andere Gefährdungsfaktoren betroffen sind, haben Schutzmaßnahmen ggf. durch die positiven Effekte des Klimawandels höhere Erfolgsaussichten. Maßnahmen für diese Arten [9] und Lebensraumtypen sind mit Bezug auf den Einfluss des Klimawandels – der ja in diesem Fall voraussichtlich positiv wirkt – von nachrangiger Priorität.

   Lebensraumtypen mit positiver Bewertung (Tab. 23) repräsentieren jedoch vielfach die Habitate negativ beeinflusster Arten. Im Hinblick auf solche Arten mit besonderem

[9] Von den Tierarten, die positiv vom Klimawandel beeinflusst werden, wählten die beteiligten Experten eine kleine Anzahl aus, für die Optimierungsbedarf gesehen wird (Abb. 14; Teil 3 Anhang 4).

Handlungsbedarf kommen artbezogene Maßnahmen auch für positiv beeinflusste Lebensraumtypen in Frage.

Durch den Klimawandel entstehen Stressfaktoren für Lebensräume und Arten, die bisher keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielten [10] und bereits vorhandene Beeinträchtigungen [11] werden verstärkt. Zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels ergibt sich für die klimasensiblen Arten und Lebensraumtypen, für die in Nordrhein-Westfalen Handlungsbedarf besteht, folgende Zielsetzung:

Bestandsgrößen

- Gewährleistung ausreichend großer Bestände der Lebensraumtypen und Mindestpopulationen der Arten mit einer entsprechenden genetischen Vielfalt.

Habitatqualität

- Schutz der typischen Standortverhältnisse für die Lebensraumtypen bzw. Schutz der geeigneten Habitate für die Arten. Insbesondere gilt es einen naturnahen Wasserhaushalt zu erhalten und schädliche Nutzungseinflüsse zu vermeiden.
- Entwicklung einer Habitatheterogenität, die Anpassungen der Arten an die Auswirkungen des Klimawandels ermöglicht: Dazu sind hinreichend große Lebensräume mit vielfältigen Habitatstrukturen und Mikroklimaten erforderlich, die Ausweichbedingungen „am Rande“ bzw. außerhalb des Habitatspektrums bieten, das im jetzigen Regionalklima von den klimasensiblen Arten bevorzugt wird.

Biotopverbund

- Umsetzung eines Biotopverbundsystems, das Populationen klimasensibler Arten vernetzt, dadurch ihre genetische Vielfalt erhält und Ausweichbewegungen der Populationen, die vom Klimawandel ausgelöst werden, unterstützt.

Es kommen alle Maßnahmen in Frage, die entsprechend dieser Zielsetzung klimasensible Lebensräume und Populationen erhalten, optimieren oder wiederherstellen. Während für die FFH- und §-62-Lebensraumtypen und ausgewählte Tierarten Maßnahmenvorschläge erarbeitet werden (Teil 3, Kapitel 5), entfällt im Rahmen dieser Studie eine gesonderte Maßnahmenplanung für die Farn- und Blütenpflanzenarten: Wie in Kapitel 2.3 gezeigt, haben viele der Pflanzenarten, die durch den Klimawandel voraussichtlich negativ beeinflusst werden, eine enge Bindung an die berücksichtigten Lebensraumtypen bzw. gehören zu deren charakteristischen Arten. Der Schutz ihrer Habitate und Populationen wird über die Anpassungsmaßnahmen für die FFH- und §-62-Lebensraumtypen ausreichend gewährleistet.

[10] Zum Beispiel die Gefahr der Desynchronisation von Entwicklungsphasen und Schlüsselrequisiten.

[11] Beispielsweise eine erhöhte Torfmineralisation mit gesteigerter Nährstofffreisetzung und Eutrophierung während der Trockenphasen in bereits degenerierten Mooren und Bruchwäldern (zu den Auswirkungen des Klimawandels siehe Teile 1 und 2 dieser Studie).

Durch den Klimawandel entstehen Stressfaktoren für Lebensräume und Arten, die bisher keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielten [12] und bereits vorhandene Beeinträchtigungen [13] werden verstärkt. Zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels ergibt sich für die klimasensiblen Arten und Lebensraumtypen, für die in Nordrhein-Westfalen Handlungsbedarf besteht, folgende Zielsetzung:

Bestandsgrößen

- Gewährleistung ausreichend großer Bestände der Lebensraumtypen und Mindestpopulationen der Arten mit einer entsprechenden genetischen Vielfalt.

Habitatqualität

- Schutz der typischen Standortverhältnisse für die Lebensraumtypen bzw. Schutz der geeigneten Habitate für die Arten. Insbesondere gilt es einen naturnahen Wasserhaushalt zu erhalten und schädliche Nutzungseinflüsse zu vermeiden.
- Entwicklung einer Habitatheterogenität, die Anpassungen der Arten an die Auswirkungen des Klimawandels ermöglicht: Dazu sind hinreichend große Lebensräume mit vielfältigen Habitatstrukturen und Mikroklimaten erforderlich, die Ausweichbedingungen „am Rande“ bzw. außerhalb des Habitatspektrums bieten, das im jetzigen Regionalklima von den klimasensiblen Arten bevorzugt wird.

Biotopverbund

- Umsetzung eines Biotopverbundsystems, das Populationen klimasensibler Arten vernetzt, dadurch ihre genetische Vielfalt erhält und Ausweichbewegung der Populationen, die vom Klimawandel ausgelöst werden, unterstützt.

Es kommen alle Maßnahmen in Frage, die entsprechend dieser Zielsetzung klimasensible Lebensräume und Populationen erhalten, optimieren oder wiederherstellen. Während für die FFH- und §-62-Lebensraumtypen und ausgewählte Tierarten Maßnahmenvorschläge erarbeitet werden (Teil 3, Kapitel 5), entfällt im Rahmen dieser Studie eine gesonderte Maßnahmenplanung für die Farn- und Blütenpflanzenarten: Wie in Kapitel 2.3 gezeigt, haben viele der Pflanzenarten, die durch den Klimawandel voraussichtlich negativ beeinflusst werden, eine enge Bindung an die berücksichtigten Lebensraumtypen bzw. gehören zu deren charakteristischen Arten. Der Schutz ihrer Habitate und Populationen wird über die Anpassungsmaßnahmen für die FFH- und §-62-Lebensraumtypen ausreichend gewährleistet.

[12] Zum Beispiel die Gefahr der Desynchronisation von Entwicklungsphasen und Schlüsselrequisiten.

[13] Beispielsweise eine erhöhte Torfmineralisation mit gesteigerter Nährstofffreisetzung und Eutrophierung während der Trockenphasen in bereits degenerierten Mooren und Bruchwäldern (zu den Auswirkungen des Klimawandels siehe Kapitel 1–3 dieser Studie).

4.4 Synopse der wichtigsten Anpassungsmaßnahmen [Teil 3, Kapitel 6]

Im Folgenden werden die entscheidenden Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel für die Lebensraumtypen, in denen Arten mit aktuellem Handlungsbedarf ihre Hauptvorkommen haben zusammengefasst. Übergreifend betrachtet sind zum Schutz der Biologischen Vielfalt diese vier Maßnahmenbereiche besonders wichtig:

- Erhaltung großflächiger Schutzgebiete und besondere Berücksichtigung der klimasensiblen Arten- und Lebensraumtypen bei der Pflege- und Entwicklungsplanung.
- Erhaltung des natürlichen Wasserhaushaltes oder Wiederherstellung naturnaher hydrologischer Bedingungen in Auen, Mooren und sonstigen Feuchtgebieten.
- Schutz der klimasensiblen Böden der Feuchtgebiete: semiterrestrische Böden (z. B. Gley) und Moore (z. B. Nieder- und Hochmoor).
- Habitatverbund für verbundabhängige klimasensible Arten mit besonderem Handlungsbedarf (vgl. Kapitel 4.3.3. und Teil 3, 5.2), durch die Erhaltung und Vergrößerung besiedelter Lebensräume, die Reduzierung von Ausbreitungsbarrieren und die Entwicklung bzw. Wiederherstellung geeigneter Lebensräume innerhalb der artspezifischen Ausbreitungsdistanzen

Quellen

- Erhaltung und Optimierung einer naturnahen Wasserschüttung und Wasserführung sowie der lebensraum- und standorttypischen Strukturen, Vegetation und Fauna.

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Gestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*).

Fließgewässer, Kanäle, Gräben

- Erhaltung des natürlichen Wasserhaushaltes oder Wiederherstellung naturnaher hydrologischer Bedingungen mit einer naturnahen Überflutungsdynamik: z. B. Anlage von Retentionsflächen, Beseitigung von Querbauwerken und lateralen Hindernissen (Deiche u. a.), Anhebung der Flusssohle.
- Renaturierung von Ufer- und Auenstrukturen: z. B. Entfernung von Uferbefestigungen, Wiederherstellung von Flutrinnensystemen und Laufverschleppungen von Zuflüssen
- Verbesserung der Wasserqualität: Reduktion der Nähr-/Schadstoff- und Abwärmeeinleitungen.
- Erhaltung und Optimierung der lebensraum- und standorttypischen Vegetation und Fauna.

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Abgeplattete Teichmuschel (*Pseudanodonta complanata*), Fluss-Kugelmuschel (*Sphaerium rivicola*), Bachmuschel (*Unio crassus*), Äsche (*Thymallus thymallus*), Lachs (*Salmo salar*), Schneider (*Alburnoides bipunctatus*), Sumpfspitzmaus (*Neomys anomalus*), Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*); *nur in Quellbächen*: Gestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*).

Stillgewässer

- Erhaltung des natürlichen Wasserhaushaltes oder Wiederherstellung naturnaher hydrologischer Bedingungen mit einer naturnahen Überflutungsdynamik.
- Verbesserung der Wasserqualität: Reduktion der Nähr- und Schadstoffimmissionen.
- Renaturierung der Uferstrukturen, Erhaltung und Optimierung der lebensraum- und standorttypischen Strukturen, Vegetation und Fauna.

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Gelippte Tellerschnecke (*Anisus spirorbis*), Längliche Sumpfschnecke (*Omphiscola glabra*), Hochmoor-Mosaikjungfer (*Aeshna subarctica elisabethae*), Speer-Azurjungfer (*Coenagrion hastulatum*), Mond-Azurjungfer (*Coenagrion lunulatum*), Kleine Moosjungfer (*Leucorrhinia dubia*), Nordische Moosjungfer (*Leucorrhinia rubicunda*), Gefleckte Smaragdlibelle (*Somatochlora flavomaculata*), Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*), Laubfrosch (*Hyla arborea*), Moorfrosch (*Rana arvalis*), Tafelente (*Aythya ferina*), Saatgans (*Anser fabalis*), Sumpfspitzmaus (*Neomys anomalus*), Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*).

Feucht- und Nasswälder

- Erhaltung des natürlichen Wasserhaushaltes oder Wiederherstellung naturnaher hydrologischer Bedingungen mit einer naturnahen Überflutungsdynamik: z. B. Anlage von Retentionsflächen, Beseitigung lateraler Hindernisse (Deiche u. a.), Anhebung der Flusssohle.
- Renaturierung von Auenstrukturen: z. B. Wiederherstellung von Flutrinnensystemen, Schaffung naturraumtypischer Stillgewässer, Wiederherstellung von Laufverschleppungen von Zuflüssen, Wiederansiedlung des Bibers.
- Erhaltung und Entwicklung lebensraumtypischer Laubwäldern mit hohen Alt- und Totholzanteilen und strukturreichen Waldrändern

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: *Carabus variolosus*, Moorfrosch (*Rana arvalis*), Schwarzstorch (*Ciconia nigra*), Große Bartfledermaus (*Myotis brandtii*), Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*).

Laubwälder wechselfeuchter bis mäßig trockener Standorte

- Erhaltung des natürlichen Wasserhaushaltes oder Wiederherstellung naturnaher hydrologischer Bedingungen.
- Erhaltung und Entwicklung lebensraumtypischer Laubwälder mit hohen Alt- und Totholzanteilen und strukturreichen Waldrändern.

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Wachtelweizen-Scheckenfalter (*Melitaea athalia*), Grauspecht (*Picus canus*), Schwarzstorch (*Ciconia nigra*), Große Bartfledermaus (*Myotis brandtii*).

Laubwälder trockener Standorte

- Erhaltung und Entwicklung lichter und strukturreicher Waldbestände (z.B. durch Auflichtung, Nieder- und Mittelwaldnutzung, Hudewaldwirtschaft).

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Feuriger Perlmutterfalter (*Argynnis adippe*), Veilchen-Perlmutterfalter (*Boloria euphrosyne*).

Nadelwälder

- Erhaltung und Entwicklung lichter und strukturreicher Waldbestände (z.B. durch Auflichtung und Hudewaldwirtschaft).

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Waldteufel (*Erebia aethiops*), Weißbindiger Mohrenfalter (*Erebia ligea*).

Kleingehölze, Alleen, Bäume, Gebüsche, Hecken

- Erhaltung und Optimierung der lebensraum- und standorttypischen Strukturen, Vegetation und Fauna.

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Laubfrosch (*Hyla arborea*), Raubwürger (*Lanius excubitor*), Kleine Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*).

Moore und Sümpfe

- Erhaltung des natürlichen Wasserhaushaltes oder Wiederherstellung naturnaher hydrologischer Bedingungen.
- Erhaltung und Optimierung der lebensraum- und standorttypischen Strukturen, Vegetation und Fauna.

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: *Agonum ericeti*, *Anisodactylus nemorivagus*, *Bembidion humerale*, *Carabus clatratus*, Hochmoor-Mosaikjungfer (*Aeshna subarctica elisabethae*), Speer-Azurjungfer (*Coenagrion hastulatum*), Mond-Azurjungfer (*Coenagrion lunulatum*), Kleine Moosjungfer (*Leucorrhinia dubia*), Nordische Moosjungfer (*Leucorrhinia rubicunda*), Arktische Smaragdlibelle (*Somatochlora arctica*), Hochmoor-Perlmutterfalter (*Boloria aquilonaris*), Sumpfwiesen-Perlmutterfalter (*Boloria selene*), Moor-Wiesenvögelchen (*Coenonympha tullia*), Moorfrosch (*Rana arvalis*), Kreuzotter (*Vipera berus*), Bekassine (*Gallinago gallinago*).

Heiden (trockene und Feuchtheide)

- Erhaltung und Optimierung der lebensraum- und standorttypischen Strukturen, Vegetation und Fauna.
- Standortgerechte, naturschutzfachlich geeignete und für den Einzelfall optimierte Bewirtschaftung (Vertragsnaturschutz).
- Erhöhung der Habitat-Heterogenität durch Ausdehnung der Flächen unter Einbezie-

hung möglichst langer ökologischer Gradienten (Bodenfeuchte, Exposition).

Nur Feuchtheide

- Erhaltung des natürlichen Wasserhaushaltes oder Wiederherstellung naturnaher hydrologischer Bedingungen.

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: *Amara infima*, *Amara quenseli*, *Anisodactylus nemorivagus*, *Bembidion nigricorne*, *Carabus nitens*, *Cymindis macularis*, *Cymindis vaporariorum*, *Miscodera arctica*, *Trichocellus cognatus*, Moorfrosch (*Rana arvalis*), Kreuzotter (*Vipera berus*).

Kalkmagerrasen

- Erhaltung und Optimierung der lebensraum- und standorttypischen Strukturen, Vegetation und Fauna.
- Standortgerechte, naturschutzfachlich geeignete und für den Einzelfall optimierte Bewirtschaftung (Vertragsnaturschutz).
- Erhöhung der Habitat-Heterogenität durch Ausdehnung der Flächen unter Einbeziehung möglichst langer ökologischer Gradienten (Bodenfeuchte, Exposition).

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: *Callistus lunatus*, Feuriger Perlmutterfalter (*Argynnis adippe*), Rundaugen-Mohrenfalter (*Erebia medusa*), Schlüsselblumen-Würfelfalter (*Hamearis lucina*), Flockenblumen-Grünwidderchen (*Jordanita globulariae*), Wundklee-Bläuling (*Polyommatus dorylas*), Braunauge (*Lasiommata maera*), Warrens Sonnenröschen-Würfeldickkopffalter (*Pyrgus alveus* [*trebevicensis*]), Steinrasen-Würfeldickkopffalter (*Pyrgus serratulae*).

Silikatmagerrasen

- Erhaltung und Optimierung der lebensraum- und standorttypischen Strukturen, Vegetation und Fauna.
- Standortgerechte, naturschutzfachlich geeignete und für den Einzelfall optimierte Bewirtschaftung (Vertragsnaturschutz).
- Erhöhung der Habitat-Heterogenität durch Ausdehnung der Flächen unter Einbeziehung möglichst langer ökologischer Gradienten (Bodenfeuchte, Exposition).

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: *Amara quenseli*, Rundaugen-Mohrenfalter (*Erebia medusa*), Dukaten-Feuerfalter (*Lycaena virgaureae*).

Magerwiesen und -weiden

- Erhaltung und Optimierung der lebensraum- und standorttypischen Strukturen, Vegetation und Fauna.
- Standortgerechte, naturschutzfachlich geeignete und für den Einzelfall optimierte Bewirtschaftung (Vertragsnaturschutz).
- Erhöhung der Habitat-Heterogenität durch Ausdehnung der Flächen unter Einbezie-

hung möglichst langer ökologischer Gradienten (Bodenfeuchte, Exposition).

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Lilagold-Feuerfalter (*Lycaena hippothoe*), Dukaten-Feuerfalter (*Lycaena virgaureae*), Saatgans (*Anser fabalis*).

Fettwiesen und -weiden

- Erhaltung und Optimierung der lebensraum- und standorttypischen Strukturen, Vegetation und Fauna.

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Saatgans (*Anser fabalis*).

Feucht-/Nasswiesen und -weiden

- Erhaltung des natürlichen Wasserhaushaltes oder Wiederherstellung naturnaher hydrologischer Bedingungen mit einer naturnahen Überflutungsdynamik.
- Erhaltung und Optimierung der lebensraum- und standorttypischen Strukturen, Vegetation und Fauna.
- Standortgerechte, naturschutzfachlich geeignete und für den Einzelfall optimierte Bewirtschaftung (Vertragsnaturschutz).

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Sumpfwiesen-Perlmutterfalter (*Boloria selene*), Moor-Wiesenvögelchen (*Coenonympha tullia*); Feuerfalter (*Lycaena helle*), Lilagold-Feuerfalter (*Lycaena hippothoe*), Wachtelweizen-Scheckenfalter (*Melitaea athalia*), Baldrian-Scheckenfalter (*Melitaea diamina*), Moorfrosch (*Rana arvalis*), Bekassine (*Gallinago gallinago*), Großer Brachvogel (*Numenius arquata*), Rotschenkel (*Tringa totanus*), Uferschnepfe (*Limosa limosa*), Wachtelkönig (*Crex crex*), Weißstorch (*Ciconia ciconia*), Wiesenpieper (*Anthus pratensis*).

Säume, Hochstaudenfluren

- Erhaltung des natürlichen Wasserhaushaltes oder Wiederherstellung naturnaher hydrologischer Bedingungen mit einer naturnahen Überflutungsdynamik.
- Erhaltung und Optimierung der lebensraum- und standorttypischen Strukturen, Vegetation und Fauna.

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Baldrian-Scheckenfalter (*Melitaea diamina*), Laubfrosch (*Hyla arborea*), Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*), Wiesenpieper (*Anthus pratensis*).

Äcker, Weinberge

- Erhaltung, Optimierung und Neuanlage von Randstrukturen: Ackerrandstreifen, Hecken und Feldgehölze, Kleingewässer.
- Extensive, standortgerechte und für den Schutz klimasensibler Arten im Einzelfall optimierte Bewirtschaftung (Vertragsnaturschutz).

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*), Haubenlerche (*Galerida cristata*), Saatgans (*Anser fabalis*).

Felsbiotope

- Erhaltung und Optimierung der lebensraum- und standorttypischen Strukturen, Vegetation und Fauna.

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Braunauge (*Lasiommata maera*).

Höhlen und Stollen

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: keine

Gärten, Parkanlagen, Siedlungsbrachen

- Erhaltung und Optimierung der lebensraum- und standorttypischen Strukturen, Vegetation und Fauna.

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: Kleine Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*)

Abgrabungen

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: keine

Halden, Aufschüttungen

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: keine

Deiche und Wälle

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: keine

Gebäude

Arten mit aktuellem besonderen Handlungsbedarf und Hauptvorkommen in diesem Lebensraumkomplex: keine

4.5 Umsetzungsinstrumente [Teil 3, Kapitel 7]

Viele der bestehenden rechtlichen Grundlagen/Planungen und Naturschutzaktivitäten sind geeignet, um die Biologische Vielfalt in Nordrhein-Westfalen trotz Klimawandel zu erhalten und als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel zu fungieren:

- gesetzlicher Schutz für Arten und Lebensräume
  Viele der klimasensiblen Arten und Lebensraumtypen sind laut dem Bundesnaturschutzgesetz, der Bundesartenschutzverordnung und dem Landschaftsgesetz für Nordrhein-Westfalen geschützt. Dieser Schutz ist grundlegend für ihren Erhalt und steht in Beziehung zu den weiteren hier genannten Umsetzungsinstrumenten. Richtlinien, Gesetze und Verordnungen für den Naturschutz sollten zukünftig auch den Einfluss des Klimawandels auf die Biodiversität berücksichtigen (vgl. Teil 3, Kapitel 9).
- Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie
  Bei der Ausführung der Bewirtschaftungspläne der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sollten die Vorkommen klimasensibler Arten und Lebensraumtypen mit besonderem Handlungsbedarf (Kapitel 4.2) gezielt berücksichtigt werden. Grundsätzlich sind die in den Bewirtschaftungsplänen laut WRRL vorgeschlagenen Maßnahmen (vgl. MUNLV 2009b) gleichermaßen sehr gut als Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel geeignet.
- Umsetzung der FFH- und Vogelschutzrichtlinie, NATURA 2000
  Viele klimasensible Arten und Lebensraumtypen mit besonderem Handlungsbedarf (Kapitel 4.2) werden in den Anhängen der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG) aufgeführt. Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel sollten bei der Pflege- und Entwicklungsplanung für das Netzwerk NATURA 2000 berücksichtigt werden.
- Landesentwicklungsplan 2025
  Anpassungsstrategien an den Klimawandel sollten mit konkreten Zielen im Landesentwicklungsplan (LEP) 2025 verankert werden. Dazu zählt die Minderung der Klimaerwärmung durch die Reduktion von Treibhausgasemissionen. Außerdem sollten im LEP zum Schutz der Biodiversität Arten und Lebensräume benannt werden, die negativ vom Klimawandel beeinflusst werden und für die in Nordrhein-Westfalen derzeit besonderer Handlungsbedarf besteht (Kapitel 4.4). Für diese Schutzgüter sollten die Hauptanpassungsmaßnahmen (Kapitel 4.5) im LEP berücksichtigt und auf Schwerpunkträume für ihre Umsetzung hingewiesen werden (Teil 3, Kapitel 5.2).
- Landschaftsplanung
  In der Landschaftsplanung sollte der Schutz klimasensibler Arten und Lebensraumtypen verstärkt in den Landschaftsrahmenplänen auf Regionalebene (Regionalpläne) und in den kommunalen Landschaftsplänen der Kreise und kreisfreien Städte (örtliche Landschaftspläne) berücksichtigt werden.

- Eingriffsregelung und Ökokonto
  Bei der Planung von Ökokonten und der Verwendung von Ersatzgeldzahlungen sollten Anpassungsmaßnahmen für klimasensible Arten und Lebensraumtypen mit besonderem Handlungsbedarf (Kapitel 4.2) berücksichtigt werden. Für verbundabhängige Tierarten bieten sich dafür die vorgeschlagenen Schwerpunkträume (Teil 3, Kapitel 5.2) an.
- Flächenankauf
  Der Flächenankauf durch das Land Nordrhein-Westfalen ist für die Umsetzung einiger Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel unverzichtbar. Gerade die Wiederherstellung naturnaher hydrologischer Bedingungen an Fließgewässern und in Feuchtgebieten ist in der Regel nur möglich, wenn die benötigten Flächen Eigentum des Landes sind.
- Vertragsnaturschutz
  Der Vertragsnaturschutz mit der Landwirtschaft ist gleichermaßen sehr gut als Anpassungsstrategie an den Klimawandel geeignet. Dabei sollten zukünftig klimasensible Arten und Lebensraumtypen mit besonderem Handlungsbedarf (Kapitel 4.2) gezielt in der Anwendung der Maßnahmenpakete berücksichtigt werden.

Trotz der oben genannten rechtlichen Vorgaben/Planungen und Naturschutzaktivitäten sind die gegenwärtigen Anstrengungen zum Erhalt der Biologischen Vielfalt in Nordrhein-Westfalen vor dem Hintergrund des prognostizierten Klimawandels mangelhaft. Dies gilt insbesondere für die als Anpassungsmaßnahme besonders bedeutsamen Instrumente des Flächenankaufs und des Vertragsnaturschutzes. Der Flächenankauf stellt oft erst die Grundlage dar, um überhaupt Anpassungsmaßnahmen umsetzen zu können, insbesondere dann, wenn Maßnahmen wie Wiedervernässungen, die mit sehr starken Nutzungseinschränkungen oder -aufgabe verbunden sind, realisiert werden sollen.
Die für Flächenankauf und Vertragsnaturschutz in Nordrhein-Westfalen bereitgestellten Finanzmittel sind gegenwärtig bei weitem nicht ausreichend. Zudem ist die Bereitstellung von Finanzmitteln – sowohl für den Flächenankauf (z.B. im Rahmen von LIFE-Projekten) als auch für den Vertragsnaturschutz – zu stark auf Natura-2000-Gebiete beschränkt. Besonders großer Handlungsbedarf hinsichtlich der Intensivierung des Flächenkaufs und Vertragsnaturschutzes besteht in den Grünland-dominierten Landschaften der Mittelgebirge (Eifel, Siegerland, Sauerland) und den Auen des Tieflandes (Biotopverbundachsen).

4.6 Synergien und Konflikte mit anderen Handlungsfeldern [Teil 3, Kapitel 7]

Für die Umsetzung der Anpassungsstrategie bzw. -maßnahmen an den Klimawandel zum Schutz der Biodiversität in Nordrhein-Westfalen (Kapitel 4.4; Teil 3, Kapitel 5) können Synergieeffekte mit zahlreichen anderen Handlungsfeldern des Naturschutzes sowie des Boden- und Klimaschutzes, der Wasser- und Forstwirtschaft, Erholung sowie Gesundheit (z.B. Grünzüge in Ballungsräumen) genutzt werden.

Neben den bereits etablierten Umsetzungsinstrumenten des Naturschutzes (Kapitel 4.6) sind keine grundsätzlich neuen Instrumentarien erforderlich. Die bestehenden Naturschutzaktivitäten sollten jedoch im Hinblick auf „Biologische Vielfalt und Klimawandel“ geprüft, ggf. ergänzt und vor allem deutlich intensiviert werden (vgl. BfN 2009).

Synergieeffekte zur Anpassung an den Klimawandel ergeben sich insbesondere durch die Umsetzung der Europäischen Wasserrahmen-, Hochwasserschutz-, Fauna-Flora-Habitat- und Vogelschutz-Richtlinie. Synergien bestehen außerdem mit der kommunalen Landschaftsplanung, mit dem Vertragsnaturschutz, der Pflege- und Entwicklungsplanung für Schutzgebiete und der Biotopverbundplanung.

Das Maßnahmenprogramm laut Wasserrahmenrichtlinie für Nordrhein-Westfalen umfasst Optimierungsmaßnahmen für folgende Schwerpunkte, die gleichermaßen als Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel zu empfehlen sind (Details s. MUNLV 2009b, vgl. Kapitel 4.5 und Teil 3, Kapitel 5.1.2): kommunale und industrielle Abwasserbeseitigung, Minderung von Stoffausträgen aus der Landwirtschaft, ökologische Entwicklung der Gewässer [inkl. Strahlquellenkonzept], zusätzliche Maßnahmen zum Umbau von Gewässern.

In den Schutzgebieten laut FFH- und Vogelschutzrichtlinie werden im Netzwerk NATURA 2000 die Vorkommen zahlreicher klimasensibler Arten und Lebensraumtypen geschützt. Über die Managementplanung dieser Gebiete können gezielt Anpassungsmaßnahmen ergriffen werden.

Fast alle Maßnahmenpakete des Vertragsnaturschutzes in Nordrhein-Westfalen können als Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel genutzt werden (s. Teil 3, Kapitel 5.1.2). Viele Anpassungsmaßnahmen des Naturschutzes (z.B. Extensivierung der Grünlandnutzung, naturnahe Waldbewirtschaftung, Umwandlung von Acker in Grünland, Vernässung von Mooren) sind gleichzeitig Klimaschutzmaßnahmen, indem sie die Treibhausgas-Emissionen mindern.

Aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte in Nordrhein-Westfalen (insbesondere Ballungsraum Rhein-Ruhr) kommt der Erholung eine große Bedeutung zu. Viele Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel können eine positive Wirkung für die Naherholung haben. Dies gilt z.B. für Projekte an Fließgewässern mit Einrichtung von Strahlursprüngen, Deichrückverlegung und naturnaher Gestaltung der Aue. Diese Flächen könnten eine wichtige Naherholungsfunktion übernehmen.

Neben zahlreichen Synergien zeichnen sich jedoch auch Konflikte zwischen dem Schutz der Biologischen Vielfalt und Anpassungen an den Klimawandel in anderen Handlungsfeldern ab – insbesondere in der Landwirtschaft. So nennen BEIERKUHNLEIN & FOKEN (2008: 200) folgende Risiken für die Biodiversität, die durch einen verstärkten Anbau nachwachsender Rohstoffe im Zuge des Klimawandels entstehen könnten: „Umwandlung von Grünland in Acker, zunehmende Flächenkonkurrenz, Intensivierung bisher extensiv genutzter Flächen,

Anbau nachwachsender Rohstoffe auf Stilllegungsflächen, vorgezogene Erntetermine bei Zweikulturnutzung, Verengung von Fruchtfolgen, Verlust von Nutzungs- und Strukturvielfalt“. In der Forstwirtschaft ist eine verstärkte Anpflanzung von wärme- und trockenheitstoleranten Baumarten zu erwarten. Auf fremdländische Baumarten (z.B. Douglasie *Pseudotsuga menziesii*) sollte hierbei allerdings verzichtet werden, da genügend geeignete europäische Baumarten existieren, die die prognostizierten Klimaänderungen tolerieren. Zudem ist davon auszugehen, dass die Buche (*Fagus sylvatica*) auch zukünftig auf den meisten Standorten geeignete Bedingungen vorfinden wird (BEIERKUHNLEIN & FOKEN 2008).

5 Literaturverzeichnis

BADECK, F.-W., BÖHNING-GAESE, K., CRAMER, W., IBISCH, P. L., KLOTZ, S., KREFT, S., KÜHN, I., VOHLAND, K., ZANDER, U. (2007): Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 46: 149–166.

BEIERKUHNLEIN, C., FOKEN, T. (2008): Klimawandel in Bayern. Auswirkungen und Anpassungsmöglichkeiten. Bayreuth, 501 S.

DINTER, W. (1999): Naturräumliche Gliederung. LÖBF-Schriftenreihe 17: 29–36.

ELLENBERG, H. (1991): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen (ohne Rubus). In: ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULISSEN, D. (Bearb.): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta geobotanica 18: 9–166.

FISCHER, K., BEINLICH, B., PLACHTER, H. (1999): Population structure, mobility and habitat preferences of the violet copper *Lycaena helle* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Western Germany: Implications for conservation. Journal of Insect Conservation 3: 43–52.

FRANK, D., KLOTZ, S. (1990): Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. 2. Aufl. Wiss. Beitr. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg 1990 (32) [= P41], 167 S.

GENKINGER, R., BIEDERMANN, U., HAKE, D. (2008): Biotopverbundplanung Nordrhein-Westfalen. Natur in NRW 33 (2): 18–22.

GERSTENGARBE, F.-W., WERNER, P. C. & HAUF, Y. (2004): Erstellung regionaler Klimaszenarien für Nordrhein-Westfalen. Studie im Auftrag der LÖBF NRW (Werkvertrag 2-53710-2233). (http://www.lanuv.nrw.de/klima/klima_veroeffentlichungen.htm, 01.07.2008)

GEYER, A., DOLEK, M. (1999): Erfolgskontrolle an einer Population des Apollofalters in der Frankenalb. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 150: 193–202.

IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (Hrsg.) (2000): IPCC Special Report “Emissions Scenarios”. Summary for Policymakers. (http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf, 19.10.2009)

IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007a): Climate Change 2007. Working Group I Report: “The Physical Science Basis”. (http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm, 01.07.2008)

JESSEL, B. (2008): Zukunftsaufgabe Klimawandel – der Beitrag der Landschaftsplanung. Natur und Landschaft 83 (7): 311–317.

JONAS, M., STAEGER, T., SCHÖNWIESE, C.-D. (2005): Berechnung der Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen – Schwerpunkt Deutschland. Uweltbundesamt, Forschungsbericht 201 41 254. (http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/veroeffentlichungen/index.htm, 01.09.2008).

KAISER, M., HANNIG, K. (2008): Die Laufkäfer in NRW – Regionale Schutzverantwortlichkeit, Schwerpunktvorkommen und Gefährdung. Natur in NRW 4/2008: im Druck.

KIEL, E.-F. (2006): Das Zielartenkonzept für den Artenschutz in NRW als ein Beitrag zur nationalen Biodiversitätsstrategie. NUA-Heft 20: 5–11. (http://www.nua.nrw.de/nua/var/www/de/oeffentl/publikat/pdfs/nua-heft20.pdf, 03.08.2009)

KLOTZ, S., KÜHN, I. (2007): Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora Deutschlands. Naturschutz und Biologische Vielfalt 46: 49–56.

KORN, H., EPPLE, C. (2006): Biologische Vielfalt und Klimawandel – Gefahren, Chancen, Handlungsoptionen. Bundesamt für Naturschutz (BfN), BfN-Skripten 148. Bonn, 27 S. (http://www.bfn.de/0502_skriptliste.html?&no_cache=1, 01.07.2008).

KROPP, J., HOLSTEN, A., LISSNER, T., ROITHMEIER, O., HATTERMANN, F., HUANG, S., ROCK, J., WECHSUNG, F., LÜTTGER, A., POMPE, S., KÜHN, I., COSTA, L., STEINHÄUSER, M., WALTHER, C., KLAUS, M., RITCHIE, S. METZGER, M. (2009): Klimawandel in Nordrhein-Westfalen. Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren. Abschlussbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) für das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (MUNLV), 279 S. (http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/klimawandel/index.php, 04.05.09)

LEOPOLD, P., VISCHER-LEOPOLD, M., OLTHOFF, M. & BEHRENS, M. (2005): Erfassung und Bewertung der Vorkommen des Thymian-Ameisenbläulings (*Maculinea arion*) im Oberen Ahrtal (Kalkeifel). Gutachten i. A. der LÖBF NRW.

LEUSCHNER, C., SCHIPKA, F. (2004): Vorstudie Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. Bundesamt für Naturschutz (BfN), BfN-Skripten 115. Bonn, 35 S. (http://www.bfn.de/0502_skriptliste.html?&no_cache=1, 01.07.2008)

LÖBF, LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, BODENORDNUNG UND FROSTEN NORDRHEIN-WESTFALEN (1999): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen. 3. Fassung. LÖBF-Schriftenreihe 17: 1–641.

MÜLLER-MOTZFELD, G. (Hrsg.) (2004): Band 2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). In: FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. & B. KLAUSNITZER: Die Käfer Mitteleuropas. Spektrum-Verlag (Heidelberg/Berlin), 2. Auflage.

MUNLV, MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2007): Klimawandel in Nordrhein-Westfalen – Wege zu einer Anpassungsstrategie. (http://www.lanuv.nrw.de/klima/klima_veroeffentlichungen.htm, 01.07.2008)

MUNLV, MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2009a): Anpassung an den Klimawandel. Eine Strategie für Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf, 166 S. (http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/klimawandel/index.php, 04.05.09)

MUNLV, MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2009b): Gewässerschutz und ökologische Gewässerentwicklung in Nordrhein-Westfalen. Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm. (http://www.flussgebiete.nrw.de/berichte/bewirtschaftungsplan/BP-9%20Zusammenfassung%20MP%202008-12-04.pdf, 26.10.09)

OBERDORFER, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 5. Aufl. Stuttgart (Ulmer).

PAULER, R. (1993): Untersuchungen zur Autökologie des Schwarzgefleckten Ameisenbläulings, *Maculinea arion* (LINNAEUS, 1758) (Lepidoptera: Lycaenidae). Diplomarbeit, Fakultät für Biologie, Universität Tübingen.

RAABE, U., FOERSTER, E., SCHUMACHER, W., WOLFF-STRAUB, R. (1996): Florenliste von

Nordrhein-Westfalen. LÖBF-Schriftenreihe 10.

RAPP, J. (2000): Konzeption, Problematik und Ergebnisse klimatologischer Trendanalysen für Europa und Deutschland. Deutscher Wetterdienst, Bericht Nr. 212, Offenbach.

RIEKEN, U., FINCK, P., RATHS, U., SCHRÖDER, E., SSYMANK, A. (2006): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands. Naturschutz und Biologische Vielfalt 34: 1–318.

SCHLÜTER, R., KAISER, M., MICHELS, C., NEITZKE, A., THIELE, U., WEISS, J. (2008): Bedeutung des Vertragsnaturschutzes für die Biologische Vielfalt in NRW. Natur in NRW 33(2): 35–38.

SCHÖNWIESE, C.-D. (2007): Wird das Klima extremer? Definitionen und Befunde von der globalen bis zur regionalen Ebene. Zentrum für Umweltforschung (ZUFO) der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, Vorträge und Studien, Heft 17:19–32.

SCHÜTZ, P., GEIGER-ROSWORA, D., GEIGER, A., JÖBGES, M. (2004): Erste Einschätzung der Verantwortlichkeit Nordrhein-Westfalens für die Erhaltung von Säugetieren, Brutvögeln, Kriechtieren und Lurchen. In: GRUTTKE, H. (Bearb.): Ermittlung der Verantwortlichkeit für die Erhaltung mitteleuropäischer Arten. Naturschutz und Biologische Vielfalt 8: 117–131.

SPEKAT, A., ENKE, W., KREIENKAMP, F. (2007): Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes (FuE-Vorhaben, Förderkennzeichen 204 41 138). (http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/index.htm, 01.07.2008)

SPEKAT, A., GERSTENGARBE, F.-W., KREIENKAMP, F. & WERNER, P. C. (2006): Fortschreibung der Klimaszenarien für Nordrhein-Westfalen. Studie im Auftrag der LÖBF NRW (Werkvertrag 2-53700-501035). (http://www.lanuv.nrw.de/klima/klima_veroeffentlichungen.htm, 01.07.2008)

SUDMANN, S. R., GRÜNEBERG, C., HEGEMANN, A., HERHAUS, F., MÖLLE, J., NOTTMEYER-LINDEN, K., SCHUBERT, W., VON DEWITZ, W., JÖBGES, M., WEISS, J. (2009): Rote Liste der gefährdeten Brutvogelarten Nordrhein-Westfalens. 5. Fassung (gekürzte Online-Version, Stand Dezember 2008, http://www.nw-ornithologen.de/downloads/projects/project_2_RL_gefaehrdete_brutvogelarten_nrw.pdf , 05.08.09).

THOMAS, C. D., CAMERON, A., GREEN, R. E., BAKKENES, M., BEAUMONT, L. J., COLLINGHAM, Y. C., ERASMUS, B. F. N., DE SIQUEIRA, M. F., GRAINGER, A., HANNAH, L., HUGHES, L., HUNTLEY, B., VAN JAARSVELD, A. S., MIDGLEY, G. F., MILES, L., ORTEGA-HUERTA, M. A., PETERSON, A. T., PHILLIPS, O. L., WILLIAMS, S. E. (2004): Extinction risk from climate change. Nature 427 (8): 145–148.

UBA, UMWELTBUNDESAMT (2006): Künftige Klimaänderungen in Deutschland – Regionale Projektionen für das 21. Jahrhundert. (http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/index.htm, 01.07.2008)

VERBÜCHELN, G., SCHULTE, G., WOLFF-STRAUB, R. (1999): Rote-Liste der gefährdeten Biotoptypen in Nordrhein-Westfalen. LÖBF-Schriftenreihe 17: 37–56.

WAHLBERG, N., KLEMETTI, T., SELONEN, V., HANSKI, I. (2002): Metapopulation structure and movements in five species of checkerspot butterflies. Oecologia 130 (1): 33–43.

WISSKIRCHEN, R., HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands Ulmer, Stuttgart, 765 S.

WOLFF-STRAUB, R., BÜSCHER, H. D., FASEL, P., FOERSTER, E., GÖTTE, R., JAGEL, A., KAPLAN, K., KOSLOWSKI, I., KUTZELNIGG, H., RAABE, U., SCHUMACHER, W., VANBERG, C.(1999): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermophyta) in Nordrhein-Westfalen. LÖBF-Schriftenreihe 17: 75–171.