

**Die Libellenfauna der Stillgewässer
des FFH-Gebietes Kottenforst bei Bonn
(Insecta: Odonata)**



DIPLOMARBEIT

**zur Erlangung des Grades einer Diplom-Biologin
an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn**

vorgelegt von
Katharina Koch
Bonn 2011

Referent: Prof. Dr. W. Böhme
Korreferent: PD Dr. T. Ziegler

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen	IV
1 Einleitung	1
2 Allgemeines über Libellen (Odonata)	2
2.1 Systematische Eingliederung	2
2.2 Verbreitung	3
2.3 Biologie und Ökologie	3
2.3.1 Körperbau.....	3
2.3.2 Lebensweise.....	5
2.3.3 Nahrungsspektrum.....	8
2.3.4 Prädatoren.....	8
2.4 Gefährdung und Schutz	9
2.4.1 Allgemein.....	9
2.4.2 Rote Liste.....	9
2.4.3 FFH-Richtlinie.....	10
2.5 Libellen und Klimawandel	10
3 Das Untersuchungsgebiet	12
3.1 Lage und Umgrenzung	12
3.2 Geologie, Pedologie und naturräumliche Gliederung	13
3.3 Flora und Fauna des Untersuchungsgebietes	13
3.4 Anthropogene Nutzung und Beeinflussung	14
3.5 Klima	15
4 Material und Methoden	18
4.1 Untersuchungsgewässer	18
4.2 Untersuchungszeitraum und Begehungen	24
4.3 Datenaufnahme	25
4.3.1 Libellenerfassung.....	25
4.3.1.1 <i>Imagines</i>	25
4.3.1.2 <i>Exuvien</i>	27
4.3.1.3 <i>Larven</i>	28
4.3.2 Erfassung von Gewässerparametern.....	28
4.3.2.1 <i>Gewässergröße</i>	28
4.3.2.2 <i>Uferbeschaffenheit</i>	28
4.3.2.3 <i>Bodensubstrat</i>	29
4.3.2.4 <i>Besonnungsgrad</i>	29
4.3.2.5 <i>Wassertemperatur</i>	29
4.3.2.6 <i>Elektrische Leitfähigkeit</i>	30
4.3.2.7 <i>pH-Wert</i>	30
4.3.2.8 <i>Lufttemperatur</i>	30
4.3.2.9 <i>Wind</i>	31

4.3.2.10	<i>Bewölkung</i>	31
4.3.2.11	<i>Störfaktoren</i>	31
4.3.3	Erfassung von biotischen Parametern	32
4.3.3.1	<i>Vegetationsdeckung</i>	32
4.3.3.2	<i>Spezielle Vegetationserfassung</i>	32
4.3.3.3	<i>Fauna</i>	35
4.4	Datenauswertung	35
4.4.1	Mathematische Verfahren	35
4.4.1.1	<i>Abundanz</i>	35
4.4.1.2	<i>Individuendominanz</i>	36
4.4.1.3	<i>Stetigkeit</i>	37
4.4.1.4	<i>Affinität</i>	37
4.4.1.5	<i>Artenidentität</i>	37
4.4.1.6	<i>Dominanzidentität</i>	38
4.4.1.7	<i>Diversität</i>	39
4.4.2	Statistik	40
5	Ergebnisse	41
5.1	Artenspektrum	41
5.1.1	Imagines	41
5.1.2	Exuvien	44
5.1.3	Larven	46
5.2	Historischer Vergleich	47
5.3	Nachweiswahrscheinlichkeit	50
5.3.1	Abhängigkeit von der Begehung	50
5.3.2	Abhängigkeit von der Tageszeit	52
5.3.3	Abhängigkeit von Lufttemperatur	52
5.3.4	Abhängigkeit vom Wind	54
5.3.5	Abhängigkeit von Bewölkung	54
5.3.6	Abhängigkeit vom Besonnungsgrad	55
5.3.7	Abhängigkeit von Prädatoren	56
5.3.8	Abhängigkeit von Störfaktoren	57
5.4	Habitatpräferenzen	57
5.4.1	Wassertemperatur	57
5.4.2	Elektrische Leitfähigkeit	58
5.4.3	pH-Wert	59
5.4.4	Gewässergröße	59
5.4.5	Uferbeschaffenheit	61
5.4.6	Bodensubstrat	62
5.4.7	Vegetation	63
5.5	Populationsuntersuchungen	68
5.5.1	Geschlechterverhältnis	68
5.5.2	Gemeinschaften	68
5.5.2.1	<i>Abundanz</i>	68
5.5.2.2	<i>Individuendominanz</i>	70
5.5.2.3	<i>Stetigkeit</i>	71
5.5.2.4	<i>Affinität</i>	73
5.5.2.5	<i>Artenidentität</i>	73
5.5.2.6	<i>Dominanzidentität</i>	73
5.5.2.7	<i>Diversität</i>	78

6 Diskussion	81
6.1 Methodenkritik	81
6.2 Artenspektrum	83
6.3 Artmonographien	85
6.3.1 Zygoptera	85
6.3.2 Anisoptera	91
6.4 Historischer Vergleich	99
6.5 Nachweiswahrscheinlichkeit	101
6.5.1 Abhängigkeit von der Begehung	101
6.5.2 Abhängigkeit von der Tageszeit	102
6.5.3 Abhängigkeit von Lufttemperatur	102
6.5.4 Abhängigkeit vom Wind	103
6.5.5 Abhängigkeit von Bewölkung	103
6.5.6 Abhängigkeit vom Besonnungsgrad	103
6.5.7 Abhängigkeit von Prädatoren	104
6.5.8 Abhängigkeit von Störfaktoren	104
6.6 Habitatpräferenzen	105
6.6.1 Wassertemperatur	105
6.6.2 pH-Wert	106
6.6.3 Elektrische Leitfähigkeit	106
6.6.4 Gewässergröße	107
6.6.5 Uferbeschaffenheit	108
6.6.6 Bodensubstrat	108
6.6.7 Vegetation	109
6.7 Populationsuntersuchungen	111
6.7.1 Geschlechterverhältnis	111
6.7.2 Gemeinschaften	111
6.7.2.1 <i>Abundanz</i>	111
6.7.2.2 <i>Individuendominanz</i>	112
6.7.2.3 <i>Stetigkeit und Affinität</i>	112
6.7.2.4 <i>Artenidentität und Dominanzidentität</i>	113
6.7.2.5 <i>Diversität</i>	113
6.8 Empfehlungen	115
7 Zusammenfassung	117
Literaturverzeichnis	119
Abbildungsverzeichnis	126
Tabellenverzeichnis	128
Anhang	129
Danksagung	141
Erklärung	142

7 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden Untersuchungen zur Libellenfauna der Stillgewässer des Fauna-Flora-Habitat-Gebietes Kottenforst bei Bonn (Nordrhein-Westfalen) durchgeführt. Dazu wurden von April bis Oktober 2010 30 stehende Gewässer unterschiedlicher Größe und Lage untersucht, die sich über das ca. 40 km² große Gebiet verteilten.

Die Erfassung der Imagines erfolgte per Sichtbeobachtung und Kescherfang, die der Exuvien und Larven durch stichprobenhafte Suche. Ein Schwerpunkt lag auf dem Vergleich schon länger bestehender Gewässer mit solchen, die im Rahmen von Artenschutzprojekten von der Biologischen Station Bonn in den Jahren 2006-2008 angelegt wurden.

Die Untersuchung der Stillgewässer des Kottenforstes, bestehend aus fünf Begehungen pro Gewässer, erbrachte 2482 Beobachtungen von Imagines, 847 Exuvien und 975 Larven. Das Gesamtartenspektrum bestand aus 23 Arten, von denen eine Art zu den Fließwasserarten zu zählen ist. Als Hauptarten im Kottenforst konnten bei den verschiedenen Auswertungsverfahren *Coenagrion puella* (Hufeisen-Azurjungfer), *Pyrrhosoma nymphula* (Frühe Adonislibelle), *Aeshna cyanea* (Blaugrüne Mosaikjungfer), *Sympetrum sanguineum* (Blutrote Heidelibelle) und *Sympetrum striolatum* (Große Heidelibelle), sowie *Lestes viridis* (Gemeine Weidenjungfer) festgestellt werden. Die übrigen 18 Arten traten mit geringerer Abundanz und Stetigkeit als Begleitarten auf.

Es wurden 15 bodenständige Arten, eine potenziell bodenständige Art und sieben Gäste nachgewiesen. Unter Berücksichtigung der aktuellen Roten Liste und somit der neuesten Kenntnisse auf Landesebene setzt sich das Artenspektrum aus 18 ungefährdeten Arten, zwei Arten der Vorwarnliste, zwei gefährdeten Arten (*Aeshna juncea*, *Ischnura pumilio*) und einer stark gefährdeten Art (*Lestes dryas*) zusammen.

Der historische Vergleich der Daten zeigte, dass viele frühere Arten für den Kottenforst nicht mehr bestätigt werden konnten, vermutlich da ihre Lebensräume zerstört wurden. Darüber hinaus ergab sich eine im Vergleich zu anderen Gebieten geringe Zahl an Klimawandelprofiteuren, da das Gebiet durch seinen Baumreichtum und die erhöhte Lage ein (noch) kühles Klima aufweist.

Ein signifikanter Unterschied in der Anzahl der Imagines oder der Arten zwischen den Biostations- und den Altgewässern ergab sich nicht. Eine deutliche Konzentrierung gefährdeter Arten der aktuellen Rote Liste von Nordrhein-Westfalen auf die Biostationsgewässer war erkennbar.

Zur Prüfung möglicher Einflussfaktoren für die Nachweiswahrscheinlichkeit von Libellen wurden acht Parameter untersucht. Es konnte ermittelt werden, dass die Faktoren Tageszeit, Wind, Bewölkung, Prädatoren und Störfaktoren keinen signifikanten Einfluss auf die Präsenz von Libellen haben. Als signifikant erwiesen sich dagegen der Zeitpunkt der Begehung, die Lufttemperatur und der aktuelle Grad der Besonnung eines Gewässers zum Zeitpunkt der Kartierung.

Zur Ermittlung der Habitatpräferenzen wurden sieben verschiedene Parameter untersucht. Von diesen hatten die Faktoren Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert keinen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der gefundenen Imagines oder die Artenzahl. Ein Einfluss auf die Artenzahl konnte im Bezug auf die Gewässergröße (Fläche/Umfang) und die Art des Bodensubstrates festgestellt werden. Die Gestaltung der Ufer erwies sich im Hinblick auf die Anzahl der Imagines als signifikanter Faktor. Die Untersuchungen zum Artenspektrum der Vegetation erbrachten relativ homogene Ergebnisse für die 30 Untersuchungsgewässer. Als ausschlaggebender Parameter stellte sich der Deckungsgrad verschiedener Vegetationskategorien heraus.

Die Untersuchung der Populationen im Kottenforst erbrachte ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis bei den Exuvien und einen deutlichen Männchenüberschuss bei den Imagines.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Kottenforst durch sein Mosaik aus Gewässern unterschiedlicher Sukzessionsstadien für Libellen interessant ist und eine für ein Laubwaldgebiet durchschnittliche Libellenfauna aufweist. Die Pflege der vorhandenen Lebensräume und die Neuschaffung neuer Lebensräume sollten erfolgen, um den aktuellen Stand zu erhalten oder noch zu verbessern.

Literaturverzeichnis

AK LIBELLEN NRW (1996): Erläuterungen zur Erfassung der Libellen (Odonata) in Nordrhein-Westfalen. 2. überarbeitete Fassung, 19 S.

AK LIBELLEN NRW (2010): Datenbank und Datenbestand des Arbeitskreises zum Schutz und zur Kartierung der Libellen in Nordrhein-Westfalen, Stand April 2010.

AK LIBELLEN NRW (2011): Datenbank und Datenbestand des Arbeitskreises zum Schutz und zur Kartierung der Libellen in Nordrhein-Westfalen, Stand Januar 2011.

ASKEW, R. R. (1988): The dragonflies of Europe. Harley Books, Colchester, 291 S.

BANSE W. & G. BANSE (1985): Untersuchungen zur Abhängigkeit der Libellen-Artenzahl von Biotopparametern bei Stillgewässern. In: Berichte der ANL 9, S. 33-36.

BECK, P. & K. FROBEL (1984): Ein einfacher Erfassungsbogen für Libellenhabitats und seine Auswertungsmöglichkeiten. In: Libellula 3 (1/2), S. 32-37.

BELLMANN, H. (2007): Der Kosmos Libellenführer – Die Arten Mitteleuropas sicher bestimmen. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart, 280 S.

BEUTLER, H. (1985): Freiland-Daten zur Koexistenz von Aeshnidenlarven. In: Entomologische Nachrichten und Berichte 29, S. 73-76.

BRÄU, E. (1990): Libellenvorkommen an Stillgewässern – Abhängigkeit der Artenzahl von Größe und Struktur. In: Berichte der ANL 14, S. 129-140.

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ [Hrsg.] (2008): Daten zur Natur 2008. Landwirtschaftsverlag, Münster, 368 S.

CHAM, S. (2007): Field Guide to the Larvae and Exuviae of British Dragonflies – Volume 1: Dragonflies (Anisoptera). British Dragonfly Society, 80 S.

CHAM, S. (2009): Field Guide to the Larvae and Exuviae of British Dragonflies – Volume 2: Damselflies (Zygoptera). British Dragonfly Society, 76 S.

CHOVANEC, A. & J. WARINGER (2006): Libellen als Bioindikatoren. In: RAAB, R., CHOVANEC, A. & J. PENNERSTORFER (2006): Libellen Österreichs. Umweltbundesamt & Wien, Springer-Verlag, New York, 343 S.

CLAUSNITZER, H.-J. (1980): Hilfsprogramm für gefährdete Libellen. In: Natur und Landschaft 55 (1), S. 12-15.

CLAUSNITZER, H.-J. (1983): Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Libellenbestand eines Teiches. In: Libellula 2(1/2), S. 84-86.

- CLAUSNITZER, V., KALKMAN, V. J., RAM, M., COLLEN, B., BAILLIE, J. E. M., BEDJANIC, M., DARWALL, W. R. T., DIJKSTRA K.-D. B., DOW, R., HAWKING, J., KARUBE, H., MAILIKOVA, E. PAULSON, D., SCHÜTTE, K., SUHLING, F., VILLANUEVA, R. J., VON ELLENRIEDER, N. & K. WILSON (2009): Odonata enter the biodiversity crisis debate; The first global assesment of an insect group. In: *Biological Conservation* 142, S. 1864-1869.
- CLAUSS, G., FINZE, F.-R. & L. PARTZSCH (1999): *Statistik für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner – Grundlagen*. 3. Auflage, Harri Deutsch Verlag, Frankfurt, 477 S.
- CONZE, K.-J. & N. MENKE (2008): Libellen in Nordrhein-Westfalen – Bearbeitungsstand, Inventar und aktuelle Entwicklungen. In: *Natur in NRW*, Nr. 4/2008, S. 27-31.
- CONZE, K.-J. & N. GRÖNHAGEN [Hrsg.] (2011): Rote Liste der gefährdeten Libellen (Odonata) in Nordrhein-Westfalen, 4. Fassung. URL: http://www.lanuv.nrw.de/natur/arten/rote_liste/pdf/RL-NW10-LIBELLEN/RL-NW10-Kleinlibellen.pdf und http://www.lanuv.nrw.de/natur/arten/rote_liste/pdf/RL-NW10-LIBELLEN/RL-NW10-Großlibellen.pdf (Zugriff 14.02.2011).
- CORBET, P. S. (1993): Are odonata useful bioindicators? In: *Libellula* 12 (3/4), S. 91-1202.
- CORBET, P. S. (1999): *Dragonflies. Behaviour and ecology of Odonata*. Cornell University Press, Ithaca, New York, 829 S.
- DETTNER, K. & W. PETERS [Hrsg.] (1999): *Lehrbuch der Entomologie*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm, 921 S.
- DIDION, A. & K. HANDKE (1989): Zum Einfluss der Nutzung und Größe von Weihern und Teichen im Saarbrücker Raum auf die Artenvielfalt der Libellen. In: *Natur und Landschaft* 64, S. 14-17.
- DIJKSTRA, K.-D. B. & R. LEWINGTON [Hrsg.] (2006): *Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe*. British Wildlife Publishing, Gillingham, 320 S.
- DÖLER, H.-P. (1988): Zur Odonatenfauna der Ostalb. Hülben und Weiher als Lebensraum für gefährdete Libellenarten. In: *Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg* 63, S. 211-235.
- DREYER, W. (1986): *Die Libellen. Das umfassende Handbuch zur Biologie und Ökologie aller mitteleuropäischen Arten mit Bestimmungsschlüsseln für Imagines und Larven*. Gerstenberg Verlag, Hildesheim, 219 S.
- DREYER, W. & U. FRANKE (1987): *Die Libellen. Ein Bildbestimmungsschlüssel für alle Libellenarten Mitteleuropas und ihre Larven*. Gerstenberg-Verlag, Hildesheim, 48 S.
- DURWEN, K.J. (1982): Zur Nutzung von Zeigerwerten und artspezifischen Merkmalen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas für Zwecke der Landschaftsökologie und -planung mit Hilfe der EDV – Voraussetzungen, Instrumentarien, Methoden und Möglichkeiten. *Arbeitsbericht Lehrstuhl Landschaftsökologie Münster* 5, 138 S.
- EISLÖFFEL, F. (1989): Verbreitung und Vorkommen der Libellen (Insecta: Odonata) im Regierungsbezirk Koblenz. In: *Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz* 5 (2), S. 303-562.

- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & D. PAULISSEN (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Auflage, Scripta Geobotanica 18, Erich Goltze Verlag, Göttingen, 258 S.
- ENGELMANN, H.-D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. In: Pedobiologia 18, S. 378-380.
- ESCH, A. (2011): Die Libellen der Fließgewässer und ihre Begleitfauna im FFH-Gebiet Kottenforst bei Bonn (Insecta: Odonata). Diplomarbeit Universität Bonn.
- FITTER, R., FITTER, A.H. & M. BLAMEY (2007): Pareys Blumenbuch. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart, 356 S.
- FRÄNZEL, U. (1978): Die Libellenfauna des Kottenforstes bei Bonn. In: Entomologische Zeitschrift 88, Nr. 17, S. 194-196.
- FRÄNZEL, U. (1985): Öko-Ethologische Untersuchungen an *Cordulegaster bidentatus* SELYS, 1843 (Insecta: Odonata) im Bonner Raum. Diplomarbeit Universität Bonn. 136 S.
- GERKEN, B. (1984): Die Sammlung von Libellen-Exuvien – Hinweise zur Methodik der Sammlung und zum Schlüpfort von Libellen. In: Libellula 3 (3/4), S. 59-72.
- GERKEN, B. & K. STERNBERG (1999): Die Exuvien europäischer Libellen – The exuviae of european dragonflies. Arnika & Eisvogel Verlag, Höxter, 355 S.
- GIUB (2011): Geographisches Institut Universität Bonn, Daten der Klimastation Garten.
- GLÄSSER, E. (1978): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 122/123 Köln-Aachen. Selbstverlag, Bonn-Bad Godesberg, 52 S.
- GÜNTHER, A. (2003): Eiablage von *Sympetrum vulgatum* auf ein parkendes Auto (Odonata: Libellulidae). In: Libellula 22 (1/2), S. 19-23.
- GOLEMBOWSKI, U. (1988): Quellbäche des Kottenforstes als Lebensraum gefährdeter Tierarten am Beispiel von *Cordulegaster bidentatus* SELYS (Insecta: Odonata). In: Dechiana: Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande & Westfalens 141, S. 204-208.
- HACHTEL, M. (2003): Libellen. In: BOUILLON, B., DALBECK, L., FUCHS, H., HACHTEL, M. & P. SCHMIDT [Bearb.]: Vegetation, Flora und ausgewählte Tiergruppen im geplanten Naturschutzgebiet „Wälder auf dem Leuscheid“ (Rhein-Sieg-Kreis, NRW) Abschlussbericht. – unveröff. Gutachten im Auftrag des Forstamtes Eitorf, S. 129-159.
- HACHTEL, M., SCHMIDT, P., CHMELA, C. & U. SANDER (2008a): Biodiversitätsbericht 2008: Natur in der Stadt Bonn. – Stadt Bonn, 123 S.
- HACHTEL, M., CHMELA, C., SCHMIDT, P. & U. SANDER (2008b): Bonn Biodiversity Report 2008. Urban Nature in Bonn. – Gutachten im Auftrag der Stadt Bonn, 108 S.
- HACHTEL, M. (Biologische Station Bonn): schriftliche Mitteilung vom 10.02.2011.
- HAPP, N. (1999): Ein Wald macht Geschichte – Vom Bannforst zum Naturpark. In: KREMER, B.P. [Hrsg.]: Der Kottenforst. Eine rheinische Kultur- und Erholungslandschaft. Wienand-Verlag, Köln, S. 15-26.

- HEIDEMANN, H. & R. SEIDENBUSCH (2002): Die Libellenlarven Deutschlands – Handbuch für Exuviensammler. Die Tierwelt Deutschlands 72, Goecke & Evers Verlag, Keltern, 328 S.
- HEITZ, S. (1992): Libellenexuvien – Suchen, Bestimmen, Aufbewahren. In: Naturkundliche Beiträge des DJN 26, S. 37-44.
- HILFERT-RÜPPELL, D. & G. RÜPPELL (2007): Juwelenschwingen – Geheimnisvolle Libellen / Gossamer Wings – Mysterious Dragonflies. Splendens-Verlag, Cremlingen, 168 S.
- HÜBNER, T. (1988): Zur Besiedlung neu geschaffener kleiner Artenschutzgewässer durch Libellen. In: Libellula 7 (3/4), S. 129-145.
- INDEN-LOHMAR, C. (1997): Sukzession, Struktur und Dynamik von Libellenpopulationen an Kleingewässern, unter Berücksichtigung der Ökologie von *Aeshna cyanea* (MÜLLER 1764). Dissertation Universität Bonn, 308 S.
- JÖDICKE, R. (1992): Die Libellen Deutschlands – Eine systematische Liste mit Hinweisen auf aktuelle nomenklatorische Probleme. In: Libellula 11 (3/4), S. 89-112.
- JÖDICKE, R. (1993): Die Bestimmung der Exuvien von *Sympetrum sanguineum* (MÜLL.), *S. striolatum* (CHARP.) und *S. vulgatum* (L.) (Odonata: Libellulidae). In: Opuscula Zoologica Fluminensia, Nr. 115, S. 1-8.
- KIKILLUS, R. & M. WEITZEL (1981): Grundlagenstudien zur Ökologie und Faunistik der Libellen des Rheinlandes. Veränderungstendenzen einer Libellenfauna in belasteten Ökosystemen. Pollichia-Buch 2, Bad Dürkheim, 244 S.
- KNAPP, E., KREBS, A. & H. WILDERMUTH (1983): Libellen. Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen, Nr. 35, 90 S.
- KREMER, B.P. (1999): Zwischen Bucht und Bergen – Naturräumliches zum Kottenforst. In: KREMER, B.P. [Hrsg.]: Der Kottenforst. Eine rheinische Kultur- und Erholungslandschaft. Wienand-Verlag, Köln, S. 7-14.
- KREMER, B.P. [Hrsg.] (2008): Naturführer Bonn und Umgebung. Themen und Tipps für NaTouren in Stadt und Umland. Bouvier-Verlag, Bonn, 352 S.
- LANDECK, I. (2007): Kartieranleitung Libellen für das naturschutzfachliche Monitoring im Naturparadies Grünhaus und im „Revier 55“, 13 S. von Homepage des NABU: http://naturerbe.nabu.de/Downloads_Kartieranleitungen/webanleitung_libellen.pdf.
- LANUV NRW [Hrsg.] (2007): Auswahl an Rechtsnormen zum Thema Naturschutz und Landschaftspflege. URL: <http://www.lanuv.nrw.de/natur/gesetze.htm> (Zugriff: 26.01.2011).
- LE ROI, O. (1908): Beiträge zur Libellen-Fauna der Rheinprovinz. In: Ber. Vers. Bot. Zool. Ver. Rheinl.-Westf. 1907, S. 80-87.
- LE ROI, O. (1915): Die Odonaten der Rheinprovinz. In: Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der preußischen Rheinlande und Westfalens (Bonn) 72 (1917), 2. Hälfte, S. 119-178.
- LEHMANN, G. (1984): Möglichkeiten der Erhebung und Darstellung der Abundanz bei Libellen. In: Libellula 3 (1/2), S. 10-19.

- LENZ, N. (1991): The importance of abiotic and biotic factors for the structure of odonate communities of ponds. In: Faunistisch-Ökologische Mitteilungen 6, S. 175-189.
- MELZER, A. (1996): Konkurrenz und Prädation bei den koexistierenden Aeshnidenlarven *Anax imperator* (LEACH 1815) und *Aeshna cyanea* (MÜLLER 1764) unter Berücksichtigung der Temperatur. Diplomarbeit Universität Bonn.
- MENKE, N. & OLTHOFF, M. (2009): FFH-Monitoring von *Leucorrhinia caudalis* (Zierliche Moosjungfer) in der Ville 2009. Unveröffentlichtes Gutachten i. A. LANUV NRW, 27 S.
- MENKE, N. (AK Libellen NRW): schriftliche Mitteilung vom 12.02.2011.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. 3. Auflage, Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg, 512 S.
- MÜLLER, O. (1990): Mitteleuropäische Anisopterenlarven (Exuvien): Einige Probleme ihrer Determination (Odonata, Anisoptera). In: Deutsche Entomologische Zeitschrift N.F. 37, Heft 1/3, S. 145-187.
- OERTLI, B., JOYCE, D.A., CASTELLA, E., JUGE, R., CAMBIN, D. & J.-B. LACHAVANNE (2002): Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity. In: Biological Conservation 104 (1), S. 59-70.
- OLIAS, M. & K. BURBACH (2005): Libellen (Odonata). In: GÜNTHER, A., NIGMANN, U., ACHTZIGER, R. & H. GRUTTKE [Bearb.]: Analyse der Gefährdungsursachen planungsrelevanter Tiergruppen in Deutschland. Naturschutz und Biologische Vielfalt 21, S. 351-385.
- OTT, J. & W. PIPER (1998): Rote Liste der Libellen (Odonata). In: BINOT, M., BLESS, R., BOYE, P., GRUTTKE H. & P. PRETSCHER: Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Bundesamt für Naturschutz [Hrsg.]: Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz 55, S. 260-263.
- OTT, J. (2000): Die Ausbreitung mediterraner Libellenarten in Deutschland und Europa – die Folge einer Klimaerwärmung? In: NNA-Berichte 13, 2/2000, S. 13-35.
- OTT, J. (2005): Libellen als Indikatoren des Klimawandels – Konsequenzen für Biodiversität und Naturschutz. In: KORN, H., SCHLIEP, R. & STADLER, J. [Red.]: Biodiversität und Klima – Vernetzung der Akteure in Deutschland, BfN-Skript 131, Bonn-Bad Godesberg, S. 64-65.
- OTT, J. (2006): Die Auswirkungen der Klimaänderung auf die Libellenfauna – aktuelle Ergebnisse aus Untersuchungen in Deutschland und Italien. In: KORN H., SCHLIEP R. & STADLER J. [Red.]: Biodiversität und Klima – Vernetzung der Akteure in Deutschland II, BfN-Skript 180, Bonn-Bad Godesberg, S. 45.
- OTT, J. (2008): Libellen als Indikatoren der Klimaänderung – Ergebnisse aus Deutschland und Konsequenzen für den Naturschutz. In: Insecta – Zeitschrift für Entomologie und Naturschutz 11, S. 75-89.
- OTT, J. (2009): Veränderungen der Libellenfauna in Deutschland und Europa aufgrund des Klimawandels und Konsequenzen für den Naturschutz. In: KORN, H., SCHLIEP, R. & J. STADLER [Red.]: Biodiversität und Klima – Vernetzung der Akteure in Deutschland IV. BfN-Skript 246. Bonn-Bad Godesberg, S. 41-42.

- OTT, J. et al. (in Vorb.): Rote Liste und Gesamtartenliste der Libellen (Odonata). Deutschlands. BfN [Hrsg.], unveröffentlicht.
- PRETSCHER, P. (1976): Hinweise zur Gestaltung eines Libellengewässers. In: Natur und Landschaft 51 (9), S. 249-251.
- RAAB, R. (2006): Verbreitung und Ökologie der Libellenarten in Österreich. In: RAAB, R., CHOVANEC, A. & J. PENNERSTORFER (2006): Libellen Österreichs. Umweltbundesamt & Wien, Springer-Verlag, New York, 343 S.
- REICH, M. & K. KUHN (1988): Stand der Libellenerfassung in Bayern und Anwendbarkeit der Ergebnisse in Arten- und Biotopschutzprogrammen. In: Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 79, S. 27-65.
- SCHIEMENZ, H. (1953): Die Libellen unserer Heimat. Urania Verlag, Jena., 154 S.
- SCHLUMPRECHT, H. & I. STUBERT (1989): Nutzung lokaler Vorbilder bei Artenhilfsmaßnahmen – am Beispiel der Neuschaffung von Libellengewässern. In: Natur und Landschaft 64, S. 393-397.
- SCHLÜPMANN, M. (1993): Zur Bedeutung hydrochemischer Parameter stehender Kleingewässer des Hagener Raumes für die Libellenfauna. In: GLANDT, D. [Red.]: Mitteleuropäische Kleingewässer. Ökologie, Schutz, Management. Metelener Schriftenreihe Naturschutz 4, S. 163-164.
- SCHLÜPMANN, M. (2001): Der Plattbauch (*Libellula depressa* LINNAEUS, 1758) – Insekt des Jahres 2001. 13 S. URL: www.umweltamt.hagen.de/umwelttipps/tipps_texte/Plattbauch.pdf (Zugriff 10.01.2011).
- SCHMEIL, O. & J. FITSCHEN (2009): Flora von Deutschland und angrenzender Länder: Ein Buch zum Bestimmen der wild wachsenden und häufig kultivierten Gefäßpflanzen. 94. Auflage, Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg – Wiesbaden, 880 S.
- SCHMIDT, C. & J. HEINRICHS (1999): Rote Liste der gefährdeten Moose (Acanthocrophyta et Bryophyta) in Nordrhein-Westfalen. 2. Fassung. In: WOLFF-STRAUB et al.: Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen. 3. Fassung. - LÖBF-Schriftenreihe 17, S. 173-224.
- SCHMIDT, E. (1964): Biologisch-ökologische Untersuchungen an Hochmoorlibellen (Odonata). Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 169 (3/4), S. 313-386.
- SCHMIDT, E. (1989): Libellen als Bioindikatoren für den praktischen Naturschutz: Prinzipien der Geländearbeit und ökologischen Analyse und ihre theoretische Grundlegung im Konzept der ökologischen Nische. In: Zehn Jahre Rote Liste gefährdeter Tierarten in der Bundesrepublik Deutschland. Situation, Erhaltungszustand, neuere Entwicklungen. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 29, S. 281-289.
- SCHMIDT, E. B. & M. WOIKE (1999): Rote Liste der gefährdeten Libellen (Odonata) in Nordrhein-Westfalen. Stand 1998. In: LÖBF/LAfAO NRW [Hrsg.]: Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen, 3. Fassg. – LÖBF-Schriftenreihe, Recklinghausen 17, S. 507-521.

- SCHMIDT, E. G. (2004): Klimaänderung und Libellenfauna in Nordrhein-Westfalen – divergente Fallbeispiele. In: Entomologie heute 16, S. 71-82.
- SCHÖLMERICH, U. (1999): Naturnaher Waldbau im Kottenforst. - In: KREMER, B.P. [Hrsg.]: Der Kottenforst. Eine rheinische Kultur- und Erholungslandschaft. Wienand-Verlag, Köln, S. 98-99.
- SCHORR, M. (1990): Grundlagen zu einem Artenhilfsprogramm Libellen der Bundesrepublik Deutschland. Ursus Scientific Publishers, Bilthoven, 512 S.
- ST. QUENTIN, D. (1960): Die Odonatenfauna Europas, ihre Zusammensetzung und Herkunft. In: Zoologische Jahrbücher Abteilung Systematik, Geographie und Biologie der Tiere 87: S. 301-316.
- STERNBERG, K. (1994): Eine Güllegrube und eine wassergefüllte Fahrspur als zwei extreme Sekundärbiotope für Libellen. Libellula 13, S. 59-72.
- STERNBERG, K. (1997): Warum eignen sich Sekundärbiotope nur bedingt als Refugium für Libellen (Odonata)? In: Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 71/72, S. 233-243.
- STERNBERG, K. & R. BUCHWALD [Hrsg.] (1999a): Die Libellen Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil, Kleinlibellen (Zygoptera). Ulmer Verlag, Stuttgart, 468 S.
- STERNBERG, K., BUCHWALD, R. [Hrsg.] (1999b): Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2: Großlibellen (Anisoptera), Literatur. Ulmer Verlag, Stuttgart, 712 S.
- WARINGER, J. (2006): Biologie der Libellen. In: RAAB, R., CHOVANEC, A. & J. PENNERSTORFER (2006): Libellen Österreichs. Umweltbundesamt & Wien, Springer-Verlag, New York, 343 S.
- WENDLER, A. & J.-H. NÜSS (1992): Libellen. 3. Auflage, Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, 131 S.
- WILDERMUTH, H. & H. SCHIESS (1983): Die Bedeutung praktischer Naturschutzmaßnahmen für die Libellenfauna in Mitteleuropa. In: Odonatologica 12(4), S. 345-366.
- WILDERMUTH, H. (1991): Libellen und Naturschutz – Standortanalyse und programmatische Gedanken zu Theorie und Praxis im Libellenschutz. In: Libellula 10 (1/2), S. 1-35.
- WILLIGALLA, C. (2007): Zusammensetzung der Libellenfauna der Stadt Mainz im Zeitraum der letzten 30 Jahre (Insecta: Odonata). In: Fauna Flora Rheinland Pfalz 11 (1), S. 175-190.
- WILLIGALLA, C. & T. FARTMANN (2009): Die Libellenfauna der Regenrückhaltebecken der Stadt Mainz (Odonata). In: Libellula 28 (3/4), S. 117–137.
- WILLIGALLA, C. & T. FARTMANN (2010): Libellen-Diversität und -Zönosen in mitteleuropäischen Städten. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 42 (11), S. 341-350.
- ZIMMERMANN, W. (1976): Faunistisch-ökologische Analyse der Odonatenfauna westthüringischer Gewässer (Insecta: Odonata). In: Abhandlungen und Berichte aus dem Museum der Natur Gotha, S. 19-57.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung von Libellen-Larven.....	5
Abbildung 2: Gegenüberstellung der Anteile mit signifikant positiver Entwicklungstendenz bei den Libellenarten unterschiedlicher Gesamtverbreitung	11
Abbildung 3: Landschaften und Naturräume im Umkreis des Kottenforstes	12
Abbildung 4: Temperatur- und Niederschlagsdaten des Untersuchungsjahres	15
Abbildung 5: Temperaturmonatsmittel 2006-2009 im Vergleich zu 2010	16
Abbildung 6: Mittlere Monatsniederschlagssumme 2006-2009 im Vergleich zu 2010	17
Abbildung 7: Mittlere Monatswindgeschwindigkeit 2006-2009 im Vergleich zu 2010	17
Abbildung 8: Lage und Status der Untersuchungsgewässer im Kottenforst.....	20
Abbildung 9: Beispiele für unterschiedliche Gewässertypen.	23
Abbildung 10: Beispiele für Verhaltensweisen der Imagines.....	26
Abbildung 11: Anteile der Familien an den Exuvienfunden im Kottenforst.....	44
Abbildung 12: Vergleich der mittleren Anzahl der gefunden Exuvien bei Biostations- und Altgewässern	45
Abbildung 13: Fundbeispiele für Exuvien und Larven im Gelände	45
Abbildung 14: Anteile von Zygoptera und Anisoptera an der Gesamtlarvenzahl und Zusammensetzung der gefundenen Anisoptera-Larven.....	46
Abbildung 15: Vergleich der mittleren Anzahl der gefunden Larven bei Biostations- und Altgewässern.....	47
Abbildung 16: Darstellung der Artneufunde pro Begehung	50
Abbildung 17: Anzahl der beobachteten Imagines pro Begehung	51
Abbildung 18: Anzahl der gefundenen Exuvien pro Begehung	52
Abbildung 19: Anzahl der nachgewiesenen Imagines zu unterschiedlichen Tageszeiten.....	53
Abbildung 20: Zusammenhang zwischen der Lufttemperatur und der Anzahl der Imagines	53
Abbildung 21: Anzahl der Imagines bei unterschiedlicher Windintensität	54
Abbildung 22: Anzahl der Imagines bei unterschiedlichen Bewölkungsgraden	55
Abbildung 23: Prädation von Libellen durch Spinnen.....	56
Abbildung 24: Mittlere Anzahl der Arten bei verschiedenen Störungsformen	57
Abbildung 25: Mittlere Artenzahl der Leitfähigkeitsklassen.....	58
Abbildung 26: Mittlere Artenzahl bei verschiedenen pH-Bereichen.....	59
Abbildung 27: Zusammenhang zwischen der Gewässerfläche und dessen Artenzahl	60
Abbildung 28: Zusammenhang zwischen dem Gewässerumfang und dessen Artenzahl	60
Abbildung 29: Zusammenhang zwischen der Neigung des Gewässerufers und der mittleren Anzahl der Imaginal-Funde und der mittleren Artenzahl.....	61
Abbildung 30: Zusammenhang zwischen der Form der Uferlinie und der mittleren Anzahl der Imaginal-Funde und der mittleren Artenzahl.....	62
Abbildung 31: Zusammenhang zwischen dem Bodensubstrat der Gewässer und der mittleren Artenzahl.....	63
Abbildung 32: Vorkommen von <i>L. depressa</i> in Abhängigkeit von den Vegetations-Faktoren 1 und 2 der Hauptkomponentenanalyse.....	64
Abbildung 33: Ökologische Zeigerwerte der Gewässer für den Faktor Feuchtigkeit.....	66
Abbildung 34: Ökologische Zeigerwerte der Gewässer für den Faktor Licht	66
Abbildung 35: Ökologische Zeigerwerte der Gewässer für den Faktor Stickstoffgehalt	66
Abbildung 36: Höhen-Heterogenität der Krautschicht der Untersuchungsgewässer.....	67
Abbildung 37: Vergleich der mittleren Heterogenität bei Biostations- und Altgewässern.....	67
Abbildung 38: Geschlechterverhältnis bei Imagines und Exuvien im Untersuchungsgebiet	68

Abbildung 39: Dominanz der im Kottenforst nachgewiesenen Arten	70
Abbildung 40: Verteilung der nachgewiesenen Arten auf die sechs Dominanzklassen	71
Abbildung 41: Stetigkeit der im Kottenforst nachgewiesenen Arten	72
Abbildung 42: Verteilung der nachgewiesenen Arten auf die drei Stetigkeitsklassen	72
Abbildung 43: Dendrogramm der Clusteranalyse auf Basis der RENKONENSchen Zahlen.....	77
Abbildung 44: Verteilung der Diversität im Untersuchungsgebiet.....	79
Abbildung 45: Verteilung der Evenness im Untersuchungsgebiet	79
Abbildung 46: Vergleich der Mittelwerte von Diversität und Evenness bei Biostations- und Altgewässern	80

Titelbild:

Aeshna cyanea kurz nach dem Schlupf (Gewässer 25, 26.06.2010). Foto: Katharina Koch

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Topographische Lage der Untersuchungsgewässer.....	19
Tabelle 2: Kurzbeschreibung der Untersuchungsgewässer.....	21
Tabelle 3: Begehungszeiträume der 5 Begehungen im Untersuchungsgebiet.....	24
Tabelle 4: Schätzwerte zur „Artmächtigkeit“ (nach BRAUN-BLANQUET 1964).....	33
Tabelle 5: Schätzwerte zur „Soziabilität“ (nach BRAUN-BLANQUET 1964).....	33
Tabelle 6: Matrix zur Ermittlung des Multiplikators nach DURWEN (1982).....	34
Tabelle 7: Klassen zur Wiedergabe der Abundanz.....	36
Tabelle 8: Dominanzklassen nach ENGELMANN (1978).....	36
Tabelle 9: Stetigkeitsklassen nach DÖLER (1988).....	37
Tabelle 10: Arten des Kottenforstes und ihr Gefährdungsstatus.....	42
Tabelle 11: Verteilung der Arten auf die Untersuchungsgewässer.....	43
Tabelle 12: Vergleich der Arten 2010 mit Funden aus der Vergangenheit.....	48
Tabelle 13: Vorhersagewahrscheinlichkeit [%] der Arten anhand der Vegetationsdaten.....	64
Tabelle 14: Abundanzklassen der Arten der Kottenforstgewässer.....	69
Tabelle 15: AGRELLScher Index der im Kottenforst vorkommenden Arten.....	74
Tabelle 16: SØRENSEN-Index als Maß für die Artidentität der Gewässer.....	75
Tabelle 17: RENKONENSche Zahl für die Dominanzverhältnisse der Arten.....	76
Tabelle 18: Biodiversitätsmaße für die Gewässer des Kottenforstes.....	78