



# Monitoring Klimawandel und Biodiversität – Konzeption

Schriftenreihe, Heft 25/2013



# Naturschutzfachliches Monitoring Klimawandel und Biodiversität

## Teil 2:

### Weiterentwicklung des Monitoringkonzeptes und Auswertung ausgewählter vorhandener Daten

Martin Wiemers, Martin Musche, Michael Striese, Ingolf Kühn, Marten Winter, Maik Denner

<b>1</b>	<b>Vorbemerkung.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Auswertung ausgewählter vorhandener Naturschutzfachdaten zur Biodiversität unter dem Aspekt Klimawandel.....</b>	<b>11</b>
2.1	Statistische Auswertung ausgewählter Daten – Erarbeitung geeigneter Auswertungsmethoden .....	11
2.1.1	Community Temperature Index (CTI) .....	11
2.1.2	Areal-Index (AI).....	11
2.1.3	Auswertung des Einzelarten-Monitorings (z. B. FFH-Feinmonitoring der Arten).....	11
2.1.4	Auswertung des Biotop- und Lebensraumtypen-Monitorings (z. B. FFH-Feinmonitoring der LRT) .....	12
2.2	Nutzbarkeitsprüfung vorhandener Daten .....	13
2.2.1	Vögel.....	14
2.2.2	Säugetiere .....	16
2.2.3	Amphibien.....	17
2.2.4	Käfer .....	18
2.2.5	Schmetterlinge.....	18
2.2.6	Libellen .....	19
2.2.7	Schrecken.....	21
2.3	Statistische Auswertung ausgewählter Daten .....	21
2.3.1	Community Temperature Index (CTI) .....	21
2.3.2	Areal-Index (AI).....	28
2.3.3	CTI bei Tagfaltern Sachsens – Vergleich mit TMD-Daten .....	28
2.3.4	CTI und Areal-Index bei Libellen.....	31
2.3.5	Interpretation der Steigung des Community Temperature Index (CTI) .....	35
2.3.6	Vögel.....	36
2.3.7	Schlussfolgerungen und Ausblick .....	39
2.4	Einwandernde Arten in Folge einer Klimaerwärmung – eine Evaluierung am Beispiel der Tagfalter.....	40
<b>3</b>	<b>Weiterentwicklung des sächsischen Monitoringkonzeptes Klimawandel und Biodiversität.....</b>	<b>61</b>
3.1	Weiterentwicklung der Liste der Monitoringindikatoren auf Basis der vorliegenden Ergebnisse der ersten Projektphase .....	61
3.1.1	Aktualisierung der Auswahl klimasensitiver Schmetterlinge .....	61
3.1.2	Aktualisierung der Auswahl klimasensitiver Käfer.....	62
3.1.3	Aktualisierung der Auswahl klimasensitiver Pflanzen .....	63
3.1.4	Höhengradienten-Monitoring von Gefäßpflanzen .....	64
3.1.5	Aktualisierung der Auswahl klimasensitiver Biotop- und FFH-Lebensraumtypen .....	65
3.1.6	Klimasensitive Arten versus Indikatorgruppen .....	68
3.2	Monitoring-Aktivitäten des Bundes und anderer Bundesländer .....	69
3.2.1	Biodiversitätsmonitoring in Nordrhein-Westfalen .....	69
3.2.2	Projekt zur Entwicklung von Klimawandel-Biodiversitätsindikatoren des Bundesamtes für Naturschutz.....	71
3.3	Darstellung bestehender sächsischer Monitoring-Programme mit besonderer Relevanz für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität .....	72
3.3.1	FFH-Monitoring .....	72
3.3.2	SPA-Monitoring.....	75
3.3.3	Tagfalter-Monitoring.....	77
3.3.4	Monitoringprogramme auf der Kulisse der Ökologischen Flächenstichprobe .....	78
3.3.5	Forstliches Umweltmonitoring .....	80
3.3.6	Monitoring nach der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).....	82
3.3.7	Naturschutzfachliche Begleitung biodiversitätsbezogener Agrarumweltmaßnahmen des EPLR.....	85
3.4	Vorkommen klimasensitiver Arten auf bestehenden Monitoringflächen – eine flächenbasierte Übersicht.....	86
3.5	Aktuelle Erfassung klimasensitiver Arten in sächsischen Monitoring-Programmen mit Bewertung – eine auf Einzelarten basierende Übersicht .....	90

3.5.1	Vögel.....	91
3.5.2	Säugetiere .....	93
3.5.3	Amphibien.....	94
3.5.4	Reptilien.....	95
3.5.5	Fische und Rundmäuler.....	95
3.5.6	Libellen .....	96
3.5.7	Käfer .....	97
3.5.8	Tagfalter.....	98
3.5.9	Schrecken.....	100
3.5.10	Sonstige Arthropoden .....	100
3.5.11	Weichtiere.....	101
3.5.12	Pflanzen.....	102
3.5.13	Lebensräume.....	109
3.5.14	Fazit zur Integration bestehender Untersuchungsprogramme in ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität .....	110
3.6	Vorschläge für Ergänzungen der sächsischen Monitoring-Programme im Hinblick auf ein Klimawandel-Biodiversitätsmonitoring.....	112
3.6.1	Modul 1: Erhöhung der Erhebungsfrequenzen innerhalb bestehender Erfassungsprogramme.....	115
3.6.2	Modul 2: Einbeziehung zusätzlicher Probeflächen für ausgewählte bereits erfasste Arten .....	116
3.6.3	Modul 3: Einbeziehung zusätzlicher klimasensitiver Arten.....	118
3.6.4	Modul 4: Erhöhung der Stichprobenzahl des Tagfalter-Monitorings durch Auswahl zusätzlicher Monitoringflächen.....	120
3.6.5	Modul 5: Erweiterung der Erfassung von Libellengemeinschaften als Indikatorgruppe .....	121
3.6.6	Modul 6: Erhöhung der Stichprobenzahl des Monitorings häufiger Brutvogelarten (DDA) durch Auswahl zusätzlicher Monitoringflächen.....	121
3.6.7	Modul 7: Monitoring von Pflanzengemeinschaften in ausgewählten klimasensitiven Nicht-FFH-Biototypen .....	122
3.6.8	Modul 8: Erweiterung des HNV-Monitorings für Pflanzengemeinschaften.....	123
3.7	Vorschlag und Erläuterung eines Sets von komplexen Kernindikatoren zum Thema Biodiversität, die in ein themenübergreifendes sächsisches Klimafolgenmonitoring integriert werden können .....	124
3.7.1	Artenzusammensetzung .....	125
3.7.2	Arealveränderungen .....	129
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>133</b>
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>139</b>
<b>6</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>145</b>
6.1	Überarbeitete Artenlisten klimasensitiver Arten .....	150
6.1.1	Schmetterlinge.....	150
6.2	Artenvorkommen in Monitoring-Flächen .....	152
6.2.1	Tagfalter.....	152
6.2.2	Libellen .....	154
6.2.3	Schrecken.....	156
6.2.4	Käfer .....	157
6.2.5	Sonstige Wirbellose .....	158
6.2.6	Säugetiere .....	159
6.2.7	Vögel.....	160
6.2.8	Reptilien.....	160
6.2.9	Amphibien.....	161
6.2.10	Gefäßpflanzen .....	162

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Anzahl Datensätze der landesweiten Brutvogelkartierungen (logarithmische Skala) .....	14
Abbildung 2:	Anzahl Datensätze der Wasservogelkartierung im Zeitraum 1965-2006.....	15
Abbildung 3:	Anzahl sonstiger Datensätze der Zentralen Artdatenbank des LfULG aus Vogelkartierungen im Zeitraum 1887-2009 (logarithmische Skala) .....	15
Abbildung 4:	Anzahl der Datensätze aus Sachsen im DDA-Monitoring häufiger Brutvögel.....	16
Abbildung 5:	Anzahl der Datensätze aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG für Säugetiere im Zeitraum 1800-2010 (logarithmische Skala) .....	17
Abbildung 6:	Anzahl der Datensätze aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG für Amphibien im Zeitraum 1900-2010 (logarithmische Skala) .....	17
Abbildung 7:	Anzahl der Datensätze aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG für Käfer im Zeitraum 1888-2009 (logarithmische Skala) .....	18
Abbildung 8:	Anzahl der Datensätze Tagfalter (Datenbank Rolf Reinhardt) im Zeitraum 1900-2010 (logarithmische Skala) ..	19
Abbildung 9:	Räumliche Verteilung der Tagfalterdaten .....	19
Abbildung 10:	Anzahl der Datensätze aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG für Libellen im Zeitraum 1980-2009 (logarithmische Skala) .....	20
Abbildung 11:	Räumliche Verteilung der Libellendaten .....	20
Abbildung 12:	Anzahl der Datensätze aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG für Schrecken im Zeitraum 1720-2010 (logarithmische Skala) .....	21
Abbildung 13:	Bodennahe Jahresmitteltemperatur in Europa für die Periode 1961-1990 .....	22
Abbildung 14:	Beispiele für Tagfalterarten mit ihrer europäischen/ sächsischen Verbreitung und STI-Werten .....	23
Abbildung 15:	<i>Aglais urticae</i> (Kleiner Fuchs).....	25
Abbildung 16:	CTI der Tagfalter Sachsens (137 Arten – gewichtet nach Individuenzahlen) .....	25
Abbildung 17:	CTI der Tagfalter Sachsens (137 Arten – gewichtet nach der Anzahl an Datensätzen) .....	26
Abbildung 18:	CTI der Tagfalter Sachsens (137 Arten – gewichtet nach der Anzahl an Datensätzen) im Vergleich zum zweijährigen gleitenden Jahrestemperaturmittel.....	26
Abbildung 19:	Entwicklung der CTI-Werte von Tagfaltergilden unterschiedlicher Habitattypen in Sachsen 1975-2010.....	27
Abbildung 20:	Entwicklung des STI-basierten Areal-Index bei Tagfaltern Sachsens im Vergleich zum CTI .....	28
Abbildung 21:	Entwicklung des CTI bei Tagfaltern Sachsens – Vergleich der Ergebnisse aus der Datenbank Tagfalterfauna & aus dem TMD-Monitoring-Programm .....	29
Abbildung 22:	Männchen der Weißlings-Gattung <i>Pieris</i> .....	30
Abbildung 23:	Der <i>Pieris</i> -Komplex im TMD Sachsen. Anzahl gemeldeter Individuen .....	30
Abbildung 24:	Der <i>Pieris</i> -Komplex im TMD Sachsen. Anzahl gemeldeter Datensätze .....	30
Abbildung 25:	Der <i>Pieris</i> -Komplex im TMD Sachsen. Anteil (%) gemeldeter Individuen.....	31
Abbildung 26:	Feuerlibelle (oben) und Südliche Mosaikjungfer (Mitte) als Beispiele südlich verbreiteter, in Sachsen sich ausbreitender Libellen, und Mond-Azurjungfer (unten, sogenanntes „Paarungsrad“) als Beispiel einer im Rückgang befindlichen eurosibirischen, an Moorgewässer angepassten Libellenart .....	32
Abbildung 27:	Entwicklung des CTI bei Libellen Sachsens 1991-2010 .....	33
Abbildung 28:	Entwicklungsdauer sächsischer Libellen .....	33
Abbildung 29:	Entwicklung des Areal-Index bei Libellen Sachsens 1990-2010 im Vergleich zum CTI .....	35
Abbildung 30:	CTI-Werte von Artengemeinschaften der Tagfalter Europas im Vergleich zur örtlichen Jahresmitteltemperatur über alle besiedelten Rasterzellen in Europa .....	36
Abbildung 31:	Entwicklung des CTI bei Vögeln (291 Arten) im Zeitraum 1975-2007 und Vergleich mit der Temperaturentwicklung in Sachsen.....	37
Abbildung 32:	CTI der Vögel Sachsens (140 Arten; Monitoring häufiger Brutvogelarten des DDA) im Zeitraum 2005-2011 ....	38
Abbildung 33:	<i>Cacyreus marshalli</i> (Pelargonien-Bläuling).....	41
Abbildung 34:	Weibchen von <i>Lycaena dispar</i> und Verbreitung der Art (Großer Feuerfalter).....	42
Abbildung 35:	<i>Vanessa vulcania</i> (Kanarischer Admiral) .....	43
Abbildung 36:	Entscheidungs-Diagramm zur Analyse einwandernder Tagfalterarten in Sachsen .....	51
Abbildung 37:	<i>Zerynthia polyxena</i> (Osterluzeifalter) und Verbreitung der Raupenfutterpflanze in Sachsen .....	54

Abbildung 38:	<i>Colias erate</i> (Steppen-Gelbling) und Verbreitung der Art .....	54
Abbildung 39:	<i>Neptis rivularis</i> (Schwarzer Trauerfalter) und modellierte Klimanischen der Art .....	57
Abbildung 40:	Tagfalterarten mit Klimanische in Sachsen ab 2050 (nach SETTELE et al. 2008) .....	58
Abbildung 41:	Potenzielle Einwanderer: Zweibrütiger Würfel-Dickkopffalter <i>Pyrgus armoricanus</i> (links), Kleiner Schlehenzipffalter <i>Satyrium acaciae</i> (Mitte), Kronwicken-Bläuling <i>Plebejus argyrognomon</i> (rechts).....	60
Abbildung 42:	<i>Pontia edusa</i> (Östlicher Reseda-Weißling) und Verbreitung der Art in Sachsen .....	62
Abbildung 43:	FFH-Feinmonitoringflächen für die Entomofauna (Stand: Mai 2010).....	73
Abbildung 44:	FFH-Feinmonitoringflächen für Amphibien (Rotbauchunke, Laubfrosch & Kammmolch) (Stand: März 2010) ...	74
Abbildung 45:	Lage von Vegetationsaufnahmeflächen im FFH-LRT-Monitoring (Stand: Juli 2012).....	75
Abbildung 46:	Dystrophe Stillgewässer (LRT 3160), in denen im Rahmen des FFH-Feinmonitorings Libellengemeinschaften aufgenommen werden (Stand: Mai 2010).....	75
Abbildung 47:	Special Protection Areas (SPA-Gebiete) in Sachsen .....	77
Abbildung 48:	Lage der sächsischen Transekte im Tagfalter-Monitoring Deutschlands (TMD) (Stand 2011).....	78
Abbildung 49:	Flächen der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS) in Sachsen (Stand: Juni 2012) .....	80
Abbildung 50:	Lage der vegetationskundlichen Monitoringflächen und Flächen der Waldzustandserhebung (WZE) im sächsischen Wald.....	82
Abbildung 51:	Stichprobenpunkte biologischer Umweltqualitätskomponenten an Gewässern in Umsetzung der Überwachungspflichten aus der Wasserrahmenrichtlinie .....	84
Abbildung 52:	Lage der Flächen von naturschutzfachlichen Begleituntersuchungen (Detailuntersuchungen) aus dem EPLR .....	86
Abbildung 53:	Schema für ein modularisiertes Konzept zur schrittweisen Einführung und Umsetzung eines Monitorings Biodiversität und Klimawandel.....	115
Abbildung 54:	Bearbeitungsstand des Monitorings häufiger Brutvogelarten .....	122
Abbildungsverzeichnis im Anhang:		
Abbildung 55:	Monitoringflächen mit Tagfaltervorkommen.....	154
Abbildung 56:	Monitoringflächen mit Libellenvorkommen.....	155
Abbildung 57:	Monitoringflächen mit Schreckenvorkommen .....	156
Abbildung 58:	Monitoringflächen mit Käfervorkommen .....	158
Abbildung 59:	Monitoringflächen mit Vorkommen sonstiger Wirbelloser .....	159
Abbildung 60:	Monitoringflächen mit Säugetiervorkommen.....	160
Abbildung 61:	Monitoringflächen mit Reptilienvorkommen .....	161
Abbildung 62:	Monitoringflächen mit Amphibienvorkommen .....	162
Abbildung 63:	Monitoringflächen mit Gefäßpflanzen-Vorkommen.....	164

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Entwicklungsdauer sächsischer Libellenarten.....	33
Tabelle 2:	Korrelationskoeffizienten zwischen einseitigen gleitenden Mitteln der Jahrestemperaturen und dem CTI der Libellen Sachsens im Zeitraum 1991-2010 .....	35
Tabelle 3:	Nicht-modellierte Tagfalterarten der Hochgebirge oder subpolarer Gebiete .....	43
Tabelle 4:	Nicht-modellierte Insel-Endemiten europäischer Tagfalter .....	44
Tabelle 5:	Nicht-modellierte Tagfalterarten mit kleinräumiger Verbreitung im Mittelmeergebiet .....	45
Tabelle 6:	Tagfalterarten der Hochgebirge oder subpolarer Gebiete ohne modellierte Klimanische in Sachsen .....	48
Tabelle 7:	Nicht-mitteleuropäische Tagfalterarten ohne modellierte Klimanische in Sachsen .....	49
Tabelle 8:	Tagfalterarten aus Nachbarländern ohne modellierte Klimanische in Sachsen .....	52
Tabelle 9:	Wanderfalterarten unter den europäischen Tagfaltern ohne modellierte Klimanische in Sachsen .....	52
Tabelle 10:	Nicht-wärmeliebende historisch nachgewiesene Tagfalterarten mit modellierter Klimanische in Sachsen .....	53
Tabelle 11:	Wärmeliebende historisch nachgewiesene Tagfalterarten mit modellierter Klimanische in Sachsen .....	55
Tabelle 12:	Nicht-wärmeliebende Tagfalterarten mit modellierter Klimanische in Sachsen ohne historische Nachweise .....	55
Tabelle 13:	Tagfalterarten mit isolierter modellierter Klimanische in Sachsen .....	56
Tabelle 14:	Tagfalterarten ohne Vorkommen in Mitteleuropa .....	56
Tabelle 15:	Potenzielle Einwanderer: Tagfalterarten mit modellierter Klimanische in Sachsen ab 2080 .....	57
Tabelle 16:	Potenzielle Einwanderer: Tagfalterarten mit modellierter Klimanische in Sachsen ab 2050 .....	59
Tabelle 17:	Potenzielle Einwanderer: Tagfalterarten mit modellierter aktueller Klimanische in Sachsen ohne Vorkommen in den Nachbarregionen .....	59
Tabelle 18:	Potenzielle Einwanderer: Tagfalterarten mit modellierter aktueller Klimanische in Sachsen mit Vorkommen in den Nachbarregionen.....	60
Tabelle 19:	Aktualisierte Artenliste der ausgewählten klimasensitiven sächsischen Käferarten, die für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität vorzugsweise in Frage kommen, mit Bewertungen der Klimasensitivität .....	62
Tabelle 20:	Gefäßpflanzen mit +/- höherer Stetigkeit in den Vegetationsaufnahmen des FFH-LRT-Monitoring .....	64
Tabelle 21:	Erste Vorschlagsliste von Pflanzenarten für ein Höhengradienten-Monitoring im Bergland .....	65
Tabelle 22:	Ausgewählte sächsische klimasensitive FFH-Lebensraumtypen und andere klimasensitive Biotoptypen mit negativer Reaktion auf Klimaerwärmung.....	66
Tabelle 23:	Ausgewählte sächsische klimasensitive FFH-Lebensraumtypen mit positiver Reaktion auf Klimaerwärmung .....	67
Tabelle 24:	Anzahlen ausgewerteter Datensätze der ausgewählten klimasensitiven Arten und deren Erfassungsgenauigkeit in den entsprechenden Artdatenbanken .....	87
Tabelle 25:	Anzahl der Monitoringflächen (FFH, ÖFS) mit Daten der ausgewählten klimasensitiven Arten .....	88
Tabelle 26:	Anzahl der ausgewählten klimasensitiven Arten in den Monitoring-Flächen (FFH, ÖFS) .....	88
Tabelle 27:	Zuordnung der Makrogeochoren nach HAASE & MANNSFELD (2002) zu verschiedenen Untereinheiten des Heidelandes, Lössgebirges und Berglandes .....	90
Tabelle 28:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Vogelarten .....	91
Tabelle 29:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Säugetierarten .....	93
Tabelle 30:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Amphibienarten.....	94
Tabelle 31:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Reptilienarten .....	95
Tabelle 32:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Fische und Rundmäuler.....	95
Tabelle 33:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Libellenarten .....	96
Tabelle 34:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Käferarten .....	97
Tabelle 35:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Tagfalterarten .....	98
Tabelle 36:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Schreckenarten.....	100
Tabelle 37:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven sonstigen Arthropoden.....	100
Tabelle 38:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Schnecken und Muscheln.....	101
Tabelle 39:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Gefäßpflanzen .....	102
Tabelle 40:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Flechtenarten .....	106
Tabelle 41:	Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Moosarten.....	108

Tabelle 42:	Anzahl Monitoringflächen und Vegetationsaufnahmen in ausgewählten klimasensitiven FFH-Lebensraumtypen und sonstigen klimasensitiven Biotoptypen .....	109
Tabelle 43:	Übersicht zur Abdeckung der für ein Monitoring ausgewählten klimasensitiven Arten, FFH-Lebensraumtypen und sonstigen Biotoptypen durch bestehende Monitoring-Programme .....	112
Tabelle 44:	Erhöhung der Erhebungsfrequenzen für ausgewählte klimasensitive Arten in bestehenden Monitoring-Programmen .....	116
Tabelle 45:	Anzahl und Lage zusätzlicher Stichprobenflächen für bereits in sächsischen Monitoring-Programmen erfasste klimasensitive Arten .....	117
Tabelle 46:	Zusätzliche klimasensitive Arten für ein erweitertes Einzelartenmonitoring .....	119
Tabelle 47:	Anzahl der ÖFS-Flächen und TMD-Transekte in sächsischen Naturräumen.....	120

Tabellenverzeichnis im Anhang:

Tabelle 48:	Abundanzänderungen von Tagfalterarten in Sachsen und Korrelationen mit CTI- und Temperaturänderungen .....	145
Tabelle 49:	In Sachsen aktuell sicher bodenständige Tagfalterarten .....	148
Tabelle 50:	Artenliste der ausgewählten klimasensitiven sächsischen Schmetterlingsarten, welche für das Monitoring Klimawandel und Biodiversität vorzugsweise in Frage kommen, mit Bewertungen der Klimasensitivität .....	150
Tabelle 51:	Vorkommen von Tagfaltern in Monitoringflächen .....	152
Tabelle 52:	Vorkommen von Libellen in Monitoringflächen.....	155
Tabelle 53:	Vorkommen von Schrecken in Monitoringflächen .....	156
Tabelle 54:	Vorkommen von Käfern in Monitoringflächen .....	157
Tabelle 55:	Vorkommen von sonstigen Wirbellosen in Monitoringflächen .....	158
Tabelle 56:	Vorkommen von Säugetieren in Monitoringflächen.....	159
Tabelle 57:	Vorkommen von Reptilien in Monitoringflächen .....	160
Tabelle 58:	Vorkommen von Amphibien in Monitoringflächen .....	161
Tabelle 59:	Vorkommen von ausgesuchten klimasensitiven Gefäßpflanzen in Monitoringflächen .....	162

## Abkürzungsverzeichnis

AI	Areal-Index
AuW	Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung
BAMBU	Business As Might Be Usual
BfN	Bundesamt für Naturschutz
CTI	Community Temperature Index
DBF	Dauerbeobachtungsfläche
DDA	Dachverband Deutscher Avifaunisten
EPLR	Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum im Freistaat Sachsen 2007-2013
FFH	Fauna-Flora-Habitat (Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen)
FuE	Forschung und Entwicklung
GRAS	Growth Applied Strategy
HNV	High Nature Value
IS SaND	Informationssystem Sächsische Natura 2000-Datenbank (Datenbank am LfULG mit allen bedeutsamen Daten zu FFH und teilweise insgesamt zu Natura 2000)
Kor	Korrelationskoeffizient nach Pearson
LANUV NRW	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LRT	Lebensraumtyp(en)
LTV	Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen
MTB	Messtischblatt (TK 25)
NRW	Nordrhein-Westfalen
ÖFS	Ökologische Flächenstichprobe
SBS	Staatsbetrieb Sachsenforst
SEDG	Sustainable Europe Development Goal
SMUL	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
SPA	Special Protection Area
STI	Species Temperature Index
TK 25	Topografische Karte 1:25000
TMD	Tagfalter-Monitoring Deutschland
UFZ	Helmholtz Zentrum für Umweltforschung
unpub.	unpubliziert („graue“ Literatur, Werkvertragsberichte etc.)
VRL	Vogelschutzrichtlinie der Europäischen Union
vsl.	voraussichtlich
WRRL	Wasserrahmen-Richtlinie der Europäischen Union

# 1 Vorbemerkung

Die vorliegende Schriftenreihe stellt den Teil 2 des Gesamtprojektes Monitoring Klimawandel und Biodiversität dar. Das zugrunde liegende FuE-Vorhaben „Naturschutzfachliches Monitoring Klimawandel und Biodiversität – Weiterentwicklung der Konzeption und Auswertung ausgewählter vorhandener Daten“ wurde vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) beim Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) beauftragt. Dieses ist Teil eines dreistufigen Plans zur Erarbeitung und schrittweisen Umsetzung eines Monitoringkonzeptes zur Erfassung und Auswertung der Auswirkungen des Klimawandels auf die natürliche biologische Vielfalt in Sachsen, welches die folgenden Meilensteine beinhaltet:

1. Vorhaben zur Identifizierung klimasensitiver Arten und Lebensräume und Entwurf eines ersten Monitoringkonzeptes Klimawandel und Biodiversität (1. Projektphase mit Beginn 2009, vgl. Heft 24/2013 der Schriftenreihe des LfULG)
2. FuE-Vorhaben zur weiteren Qualifizierung und inhaltlich-räumlichen Präzisierung des Monitoringkonzeptes sowie zur Auswertung von ausgewählten vorhandenen naturschutzfachlichen Daten (dieses Heft)
3. Schrittweise Etablierung und Durchführung des Monitorings Klimawandel und Biodiversität

In dieser Arbeit werden die Ergebnisse der zweiten Phase zur Konzipierung eines Monitorings zur Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität dargestellt, die folgende Ziele hat:

- Erarbeitung eines praxisreifen Konzeptes für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität, welches mit realistischem finanziellen und personellen Aufwand durchführbar ist
- detaillierte Prüfung, welche Synergien das zu entwickelnde Klimafolgenmonitoring mit bereits laufenden abiotischen und biotischen Monitoring-Programmen Sachsens aufweist und inwieweit das Monitoring durch diese laufenden Programme (insbes. Natura 2000-Monitoring) realisiert werden kann; dementsprechend Aufzeigen und Schließen der bestehenden Lücken
- vertiefte Abstimmung mit und Einordnung in entsprechende Initiativen zum Klimafolgenmonitoring auf Bundes- und Länderebene
- Vorschlag und Erläuterung eines Sets von komplexen Kernindikatoren für das übergreifende Klimafolgenmonitoring Sachsen, Bereich Natur und Landschaft (Biodiversität)
- Auswertung bereits vorhandener naturschutzfachlicher Daten im Zusammenhang mit weiteren Daten im Hinblick auf mögliche Aussagen zu schon nachweisbaren Folgen des Klimawandels für Flora, Fauna und Biotope mit folgenden Teilzielen:
  - Prüfung der Nutzbarkeit bereits vorhandener Daten für ein Klimafolgenmonitoring
  - Darstellung bereits nachweisbarer Folgen des Klimawandels auf die Biodiversität, soweit dies auf Grundlage der bestehenden Informationen möglich ist
  - Weiterentwicklung und Überprüfung der Methoden, mit denen sich die Einflüsse des Klimawandels von anderen Einflussfaktoren (z. B. Landnutzungsänderungen) trennen lassen

# 2 Auswertung ausgewählter vorhandener Naturschutzfachdaten zur Biodiversität unter dem Aspekt Klimawandel

## 2.1 Statistische Auswertung ausgewählter Daten – Erarbeitung geeigneter Auswertungsmethoden

Pflanzen- und Tierarten reagieren auf Klimaveränderungen je nach ihrer Sensitivität mit Änderungen ihrer Populationsgrößen und mit Arealverschiebungen. Solche Veränderungen treten aber auch aufgrund natürlicher Klimaschwankungen auf und sind zudem in komplexer Weise abhängig von biotischen Wechselwirkungen sowie von nutzungsbedingten Veränderungen der Lebensräume. Bei einzelnen Arten ist es daher in den meisten Fällen sehr schwierig bis unmöglich, den Einfluss des Klimawandels auf Populations- und Arealveränderungen sicher nachzuweisen. Eine Alternative hierzu bieten in den letzten Jahren neu entwickelte Indikatoren, die auf Artengemeinschaften anstelle von Einzelarten basieren. Hierbei hat sich insbesondere der Community Temperature Index (CTI) als robuster Indikator erwiesen, der durch Temperaturänderungen bedingte Verschiebungen in Artengemeinschaften widerspiegelt (DEVICTOR et al. 2008; SWAAY et al. 2010b; DEVICTOR et al. 2012). Zur Abbildung klimatisch induzierter Arealveränderungen wurde im Rahmen dieses Projektes zudem der neue Areal-Index (AI) entwickelt.

### 2.1.1 Community Temperature Index (CTI)

Der *Community Temperature Index* (CTI) wurde von DEVICTOR et al. (2008) entwickelt, um den Einfluss von Klimaveränderungen auf Vögel zu untersuchen. Der CTI berechnet sich aus den *Species Temperature Indices* (STI) einer Artengemeinschaft, die jeweils die mittlere Temperatur eines Verbreitungsgebietes darstellen. Inzwischen wurde der CTI nicht nur bei Vögeln, sondern auch bei Tagfaltern erfolgreich eingesetzt (SWAAY et al. 2010b). In beiden Studien zeigte sich eine deutliche Korrelation des CTI mit Klimaschwankungen. Allerdings kann der CTI auch durch großflächige Landschaftsveränderungen beeinflusst werden. So wurde z. B. in den Mittelmeerländern durch großflächige regionale Aufgabe der Landnutzung und nachfolgende Wiederbewaldung ein Absinken des CTI bei Waldvögeln beobachtet (CLAVERO et al. 2011). Unseres Erachtens eignet sich der CTI dennoch als ein übergreifender klimasensitiver Bioindikator für ein Klimafolgenmonitoring. Daher wurden die vorhandenen Daten insbesondere im Hinblick auf eine mögliche Auswertung des CTI genauer geprüft. Die eingehenden Auswertungen ergaben, dass neben dem Vorliegen von STI-Werten für alle Arten der Artengruppe eine Grundvoraussetzung Zeitreihen von mindestens etwa 1000 Datensätzen pro Jahr sind. Liegen diese nicht vor, sind die Ergebnisse statistisch nicht robust genug und lassen keine auswertbaren Aussagen zu. Erste sachsenspezifische Auswertungen wurden im Rahmen dieses FuE-Vorhabens bei Vögeln, Tagfaltern und Libellen durchgeführt. Detaillierte Angaben zur Berechnung des CTI finden sich im Kapitel 3.7.1.

### 2.1.2 Areal-Index (AI)

Der neu entwickelte *Areal-Index* (AI) stellt das Verhältnis der Areale wärmeadaptierter zu kälteadaptierten Arten dar. Eine Veränderung dieses Index deutet somit auf temperaturbedingte Arealveränderungen hin, wobei ein Anstieg des Index als Reaktion der Artengemeinschaften auf Erwärmung, ein Absinken dagegen als Reaktion auf Abkühlung interpretiert werden kann. Erste Auswertungen wurden bei Tagfaltern und Libellen durchgeführt. Details zur Berechnung sind im Kapitel 3.7.2 aufgeführt.

### 2.1.3 Auswertung des Einzelarten-Monitorings (z. B. FFH-Feinmonitoring der Arten)

- Das Einzelartenmonitoring dient im Wesentlichen dazu, Aussagen zur Populationsentwicklung klimasensitiver Arten zu treffen. Die mittelfristige Analyse von Bestandstrends setzt jedoch voraus, dass die Populationen einem möglichst engen Erfassungsrhythmus unterliegen. Veränderungen der Bestände klimasensitiver Arten können nur als Indiz für die Auswirkungen des Klimawandels dienen. Idealerweise sollten sie in Verbindung mit anderen Indikatoren (z. B. den komplexen Indikatoren Community Temperature Index und Areal-Index) interpretiert werden.
- Arealveränderungen lassen sich mit einem Einzelartenansatz nur bedingt nachvollziehen. Insbesondere Arealerweiterungen können mit einem statischen Flächenansatz, der auf einem bestimmten festen Stichprobennetz basiert, nur unzureichend er-

fasst werden. Dagegen können Arealverluste klimasensitiver Arten dokumentiert werden, vorausgesetzt, die aktuellen Areale sind durch die Stichprobenverteilung gut abgedeckt.

#### 2.1.4 Auswertung des Biotop- und Lebensraumtypen-Monitorings (z. B. FFH-Feinmonitoring der LRT)

Biotop- und FFH-Lebensraumtypen sind durch charakteristische Ausprägungen der Vegetation gekennzeichnet. Gängige Kriterien zur Bewertung des Erhaltungszustands von FFH-Lebensraumtypen umfassen das lebensraumtypische Arteninventar, typische Strukturen und Beeinträchtigungen. Vor allem Veränderungen der letzten beiden Parameter lassen zwar eine Bewertung des Erhaltungszustandes zu, sind aber für die Abbildung von Klimawandeleffekten nur bedingt geeignet, weil sie aufgrund ihrer umfassenden Zielsetzung möglichst alle wichtigen Einwirkungen berücksichtigen sollen. Damit werden sie aktuell meist sehr stark durch die Landnutzung beeinflusst (inklusive Pflegemaßnahmen des Naturschutzes). Deswegen setzte hier ein Schritt der vorliegenden Auswertung an.

Allerdings gibt es Möglichkeiten, den Einfluss des Klimawandels auf Artengemeinschaften mit Hilfe von Indikatoren zu erfassen, die auf der Basis der biologischen Eigenschaften der in einem Lebensraumtyp oder in Biotoptypen vorkommenden Arten berechnet werden. Die Indikatoren bilden die Reaktionen (z. B. Verschiebung in Abundanz oder Verschwinden und Neuauftreten von Arten) ganzer Artgemeinschaften ab (s. Kapitel 2.1.1). In diesem Zusammenhang wären für Pflanzen Indikatoren, basierend auf Ellenberg-Zeigerwerten, für Temperatur und Feuchte möglich, wenngleich diese auch Veränderungen mit lokalen Ursachen anzeigen und damit unter Umständen in keinem Zusammenhang mit Veränderungen klimatischer Parameter stehen (LÖFFLER 2010). Eine generelle Nutzung der Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (2001) als Indikation von Klimaveränderungen ist komplex und schwierig:

- Die Feuchtezahlen (F) nach Ellenberg spiegeln sehr gut Beziehungen der Pflanzen zum Wasserfaktor wider. Veränderungen im hydrologischen Regime können somit durch die Feuchtezahl indiziert werden. Jedoch ist bei Veränderungen im Wasserregime immer zu bedenken, dass in den allermeisten bisherigen Fällen nicht klimatisch bedingte Faktoren, sondern der direkte menschliche Einfluss diese Veränderungen (z. B. Trockenlegung) herbeiführen. In Zukunft könnte hier aber der Einfluss des Klimawandels in Landschaften, für die eine zunehmende Trockenheit (Abnahme der Klimatischen Wasserbilanz) projiziert wird, deutlich ansteigen.
- Hinsichtlich der Temperaturzahl (T) ist die Situation schwieriger und komplexer. Die von Ellenberg entwickelte Temperaturzahl basiert im Wesentlichen auf dem Vorkommen der Arten im Gesamtareal und auf den Vorkommen in den einzelnen Höhenstufen. Dabei wurde im Wesentlichen nicht auf die durchschnittlichen Jahrestemperaturen abgestellt oder zwischen Sommer- und Wintertemperaturen unterschieden. Oft wurden im Wesentlichen die Temperaturen der Vegetationsperiode berücksichtigt. Demnach haben Arten aus Regionen mit hohen Sommertemperaturen hohe Temperaturzeigerwerte, ungeachtet der Temperaturverhältnisse im Winter. Typische Beispiele hierfür sind kontinentale Arten, die mit hohen Sommertemperaturen auskommen. Hierzu zählen Arten wie *Chenopodium strictum* (Gestreifter Gänsefuß; T 7 = Wärmezeiger, im nördlichen Mitteleuropa nur in relativ warmen Tieflagen), *Scabiosa ochroleuca* (Gelbe Skabiose; T 7) oder kontinentale *Stipa*-Arten (T-Zahlen zwischen 7 und 8). Sie haben relativ hohe Temperaturzahlen, müssen aber sehr kalte Winter ertragen. Sie überleben dann als Samen (einjährige Arten) oder sind entsprechend kälteresistent. Durch wärmere Sommer würden die Arten gefördert. Teilweise brauchen sie aber den Kälteimpuls des kontinentalen Winters. Obwohl sie hohe Temperaturzeigerwerte haben, müssen sie daher nicht von der generellen Klimaerwärmung profitieren.
- Parallel hierzu haben Arten atlantischer Regionen höhere Ansprüche an die Wintertemperaturen. Sie brauchen die milderen atlantischen Winter, um zu überleben, weil sie über eine nur eingeschränkte Frostresistenz verfügen. Weil im atlantischen Bereich die Sommertemperaturen eher moderat sind, haben diese Arten relativ niedrige Temperaturzeigerwerte erhalten. Hierzu gehören Arten wie *Ilex aquifolium* (Europäische Stechpalme; T 5 = Mäßigwärmezeiger, von tiefen bis in montane Lagen, Schwergewicht in submontan-temperaten Bereichen) und *Hedera helix* (Efeu; T 5) und viele Ginster-Arten (Temperaturzahlen um 5). Diese Arten werden durch mildere Winter, wie sie durch den Klimawandel zu erwarten sind, gefördert. Empirische Daten bestätigen diesen Trend. Das bedeutet insgesamt, die Temperaturzahl ist nicht oder nur sehr bedingt als Indikator für den Einfluss des Klimawandels auf die Artverbreitung geeignet.
- Die Verwendung der Kontinentalitätszahl (K) ist ebenso wie die Temperaturzahl für die Indikation der Klimaveränderungen kritisch zu sehen. Atlantische Arten profitieren von wärmeren Wintern und breiten sich demzufolge weiter nach Osten und Nordosten aus. Beispiele hierfür sind viele immergrüne Arten. Sie haben Kontinentalitätswerte um K 2. Kontinental verbreitete Arten können von wärmeren Sommern in Mitteleuropa profitieren und genauso durch den Klimawandel gefördert werden.

Weil es sich oft um Arten gestörter Standorte handelt und diese in der anthropogenen Landschaft Mitteleuropas meist reichlich vorhanden sind, können sich Arten mit hohen Kontinentalitätszahlen im Zuge des Klimawandels ausbreiten. Das bedeutet, dass nicht direkt aus einem niedrigen oder hohen Kontinentalitätswert auf den Erfolg oder Nichterfolg einer Art im erwarteten Klimawandel geschlussfolgert werden kann.

Neben den Zeigerwerten lassen sich mit Hilfe von Vegetationsaufnahmen einzelner Monitoringflächen bis hin zur Gesamtheit aller Monitoringflächen eines LRT aus dem Vergleich der mittleren Deckungswerte sowie der Stetigkeiten klimasensitiver Arten ggf. weitere Rückschlüsse auf Klimawandeleffekte ziehen. Sich mit der Zeitachse ändernde Stetigkeiten und Dominanzwerte von Arten in vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen können einen gerichteten Vegetationswandel in LRT belegen. Ob diese Änderungen auf klimatischen und/oder anderen Standortänderungen beruhen, ist jeweils zu analysieren.

Begleitend (aber nicht als vordefiniertes Projektziel) ist ein Pflanzenindikator basierend auf den Arealdiagnosen (Arealformeln) nach MEUSEL et al. (1965; 1978) und MEUSEL & JÄGER (1992) in der letzten Entwicklungs- und Testphase. Der Indikator bildet, quasi komplementär zum STI (siehe Kapitel 2.1.1), die Klimatische der Einzelarten basierend auf den Arealinformationen ab. Der Index kann aufgrund der Zweiteilung in der Evaluierung der Arealformel dabei unterscheiden (im Gegensatz zu den summativen Ellenberg-Werten), in welchem Maße (quantitativ) Pflanzenarten eher durch kontinental oder ozeanisch geprägte Klimacharakteristika beeinflusst werden. Die Betrachtung des ozeanischen Aspektes der Arealformel liefert Aussagen, inwieweit die Arten durch wintertypische Klimate beeinflusst werden, wohingegen der kontinentale Aspekt Aussagen über den klimatischen Einfluss der Sommerklimate auf die Arten gibt. Aufgrund der Komplexität sind die endgültige Formel, deren Aussagekraft und bestimmte Probleme, die damit einhergehen noch nicht an Beispieldatensätzen geprüft worden. So spielen z. B. die klimatischen Bedingungen für nicht-überwinternde annuelle Therophyten kaum eine Rolle, d. h. dass ein möglicher Indikatorwert, der sich für solche Arten ergibt, keine Aussagekraft hat bzw. zu Fehlinterpretationen führen könnte. Generell wäre mit diesem Indikator eine CTI-ähnliche Auswertung für Pflanzengemeinschaften von Vegetationsaufnahmen, aber auch der Artenlisten, die beim LRT-Feinmonitoring aufgenommen werden und zu deren Vertretern man Arealformeln hat, möglich. Eine Einbindung von Abundanzdaten ist prinzipiell ebenfalls möglich. Dieser noch in Entwicklung befindliche Pflanzen-Indikator könnte nach erfolgreicher Validierung und Publikation in das System der sächsischen Kernindikatoren für ein Klimafolgenmonitoring im Bereich Biodiversität aufgenommen werden.

Eine weitere Möglichkeit, Klimawandeleffekte auf Biotop- und Lebensraumtypen zu untersuchen, besteht in der Analyse von Veränderungen der Artenzusammensetzung anderer taxonomischer Gruppen als die der Gefäßpflanzen. Naheliegend wären hierfür Berechnungen des Community Temperature Index (CTI, siehe Kapitel 2.1.1) für Tagfalter und Libellen. Im Falle des FFH-Lebensraumtyps 3160 „Dystrophe Stillgewässer“ könnte eine Berechnung des CTI für die Libellengemeinschaft bereits vorgenommen werden, weil diese als Bewertungskriterium für den Erhaltungszustand regelmäßig erfasst wird.

## 2.2 Nutzbarkeitsprüfung vorhandener Daten

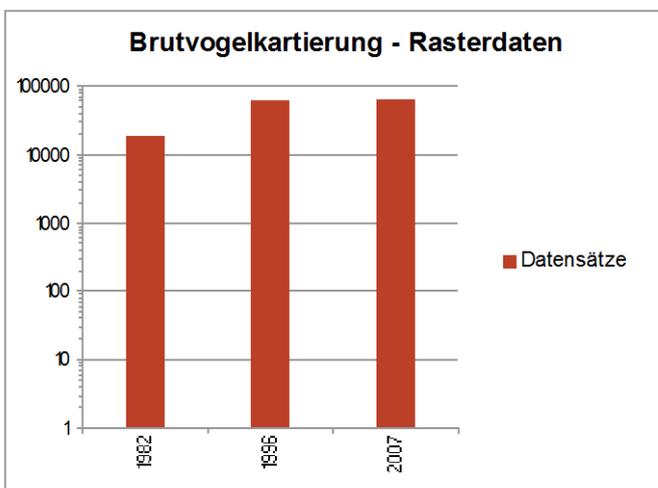
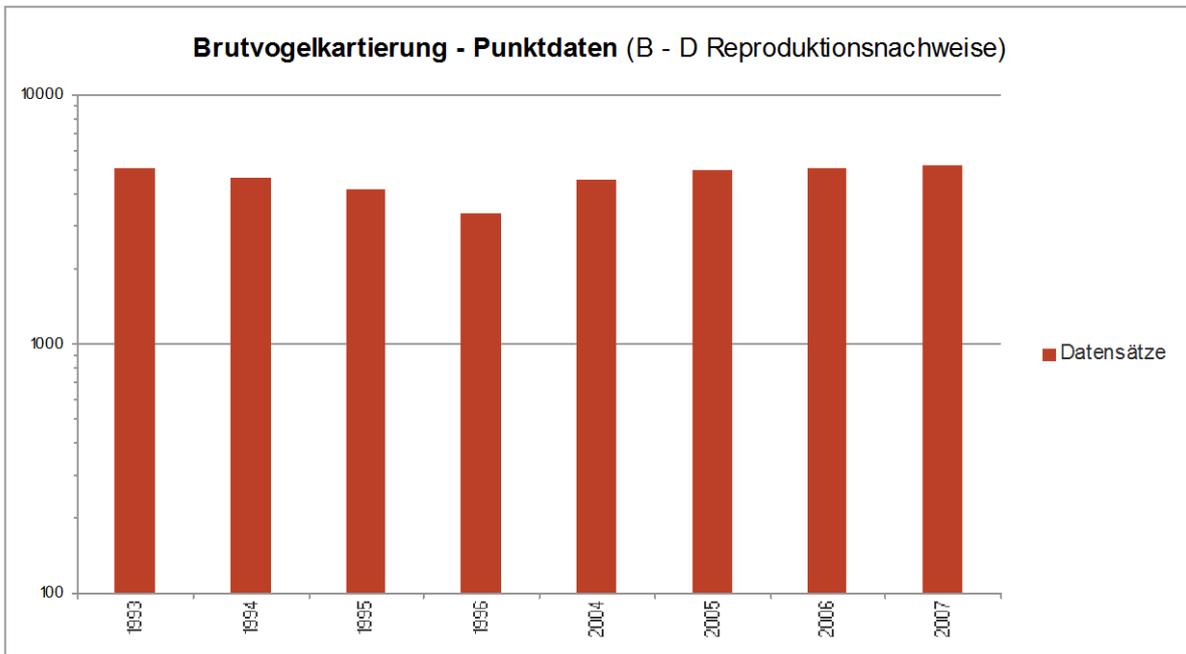
In den folgenden Kapiteln werden vorhandene Naturschutz-Daten (unterschiedliche für das Projekt zur Verfügung gestellte Datenstände, bei Artdaten meist bis 2009 oder 2010) auf mögliche Auswertungen für die Berechnung von Community Temperature Indices (CTI) überprüft.

Bei den folgenden Abbildungen in Diagrammform mit der Anzahl von Datensätzen pro Jahr aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG ist zu beachten, dass neuere Abfragen insbesondere für die zuletzt dargestellten Jahre zu anderen Ergebnissen kommen können. Das liegt daran, dass Artdaten, die auch in großem Umfang von ehrenamtlich tätigen Artspezialisten stammen, z. T. erst mit einiger Verzögerung digital verfügbar werden und in die Zentrale Artdatenbank einfließen können. Aus diesem Grund wurden auch die Jahre 2011 und 2012 zumeist nicht mit ausgewertet, weil deren Datenstand zur Projektlaufzeit noch nicht repräsentativ war. Die Diagramme dienen also lediglich dazu, den ungefähren Umfang der verfügbaren Artdaten abzuschätzen und hinsichtlich deren Eignung für die Berechnung komplexer Indices wie dem CTI zu prüfen (Zeiträume mit >1.000 Datensätzen pro Jahr). Benötigte aktuelle Informationen zur genauen Anzahl der Datensätze einer Art oder Artengruppe in der Zentralen Artdatenbank des LfULG sollten anlassbezogen jeweils neu abgefragt werden, weil sich der Datenbestand (z. T. auch für zurückliegende Jahre) laufend erhöht.

## 2.2.1 Vögel

Bei den Vögeln lagen für das FuE-Vorhaben die STI-Werte für alle sächsischen Vogelarten vor. Die Vogeldaten des LfULG setzen sich aus den Daten der Brutvogelkartierungen, der Wasservogelzählungen und sonstigen Vogeldaten zusammen.

Die Brutvogelkartierung wird in mehrjährigen Abständen durchgeführt. Für Sachsen können bisher drei Kartierungsdurchgänge zur Ermittlung landesweiter Informationen zum **Brutvogelbestand** unterschieden werden: 1978-1982 (Rasterkartierung der Brutvögel in Ostdeutschland), 1993-1996 und 2004-2007 (Abbildung 1). Vollständige Daten aus dem dritten Kartierungsdurchgang 2004-2007 standen für das FuE-Vorhaben noch nicht zur Verfügung. Sie wurden zwar in Abbildung 1 nachgearbeitet, konnten aber bei den CTI-Berechnungen (s. Kapitel 2.3.6) nicht mehr berücksichtigt werden. Die drei Kartierungsdurchgänge spiegeln sich in den Datensatzzahlen der Abbildung 1 wie erwartet wider. „Punktgenaue“<sup>1</sup> Datensätze mit Anzahl >1.000 (geeignet für CTI-Berechnungen) liegen für den 2. und 3. Kartierungsdurchgang vor (Jahre 1993-1996 und 2004-2007). Umfangreichere Rasterdaten<sup>2</sup> liegen aus den Jahren 1982, 1996 und 2007 vor. Dabei ist zu beachten, dass sich diese Rasterdaten jeweils auf die o. g. drei Kartierungsdurchgänge verteilen und auch nur in diesem Kontext ausgewertet werden sollten. Die Rasterdaten von 1982 repräsentieren also Erfassungen von 1978 bis 1982 usw.



**Abbildung 1: Anzahl Datensätze der landesweiten Brutvogelkartierungen**

(logarithmische Skala, dargestellt sind nur Jahre, aus denen Angaben existieren, Werte von „1“ sind wegen der logarithmischen Skala nicht sichtbar, dies trifft für die folgenden Diagramme zu)

oberes Diagramm: Punktdaten, unteres Diagramm: Rasterdaten; bei den Punktdaten sind Jahre mit Datensatzzahlen <100 weggelassen; B - D Nachweise bedeutet: Reproduktion möglich (B), wahrscheinlich (C), sicher (D); Datensätze weiterer, nicht landesweiter Brutvogelerfassungen sind in Abbildung 3 eingeflossen

<sup>1</sup> punktgenaue Informationen zum Artvorkommen, Toleranzangabe meist „genau bis 100 m“ oder „genau 100-500 m“

<sup>2</sup> Rasterinformation auf Basis der TK 25 zum Artvorkommen, meist Daten TK 25-Quadrant

Aus der **Wasservogelzählung** liegen seit 1986 umfangreichere Datensätze (>1.000) vor (s. Abbildung 2). In der für das FuE-Vorhaben nutzbaren Datenbank fehlten allerdings noch Daten aus den Jahren 2007-2010.

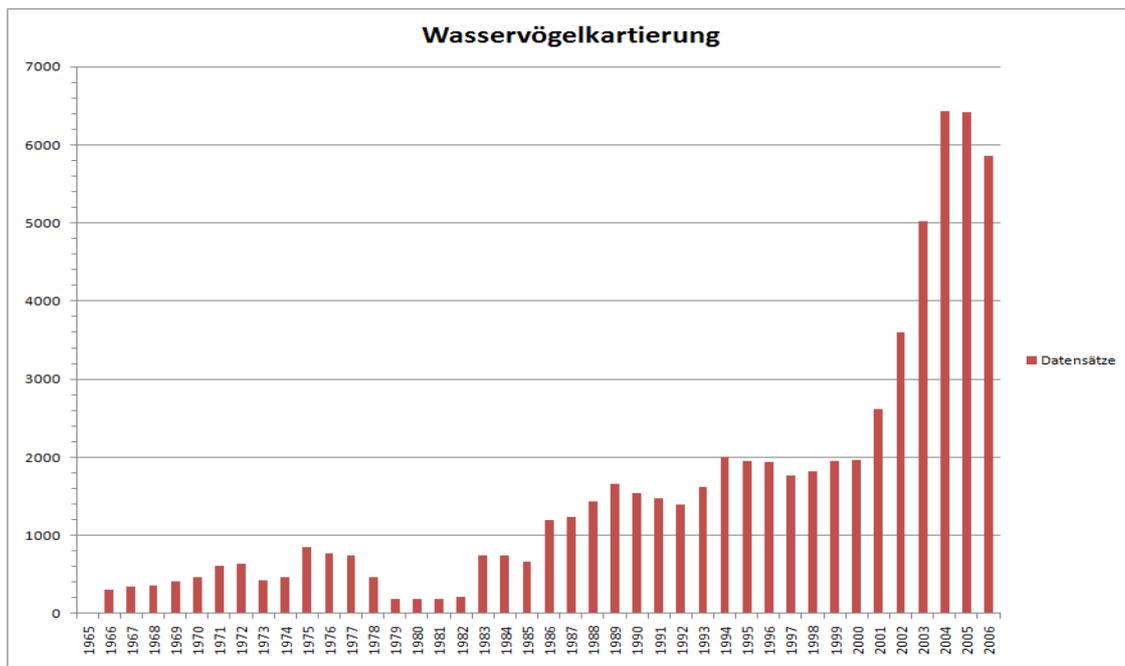


Abbildung 2: Anzahl Datensätze der Wasservogelkartierung im Zeitraum 1965-2006

**Weitere Vogeldaten** liegen seit den 1980er-Jahren mit einem Umfang von über 1.000 Datensätzen und seit den 1990er-Jahren mit über 10.000 Datensätzen vor (Abbildung 3). Diese sind allerdings äußerst heterogen, weil sie viele Zufallsbeobachtungen enthalten und keiner systematischen Brutvogelerfassung entstammen. Sie sind deshalb nach fachlicher Einschätzung der Arbeitsgruppe Ornithologie des LfULG für Auswertungen nur eingeschränkt geeignet.

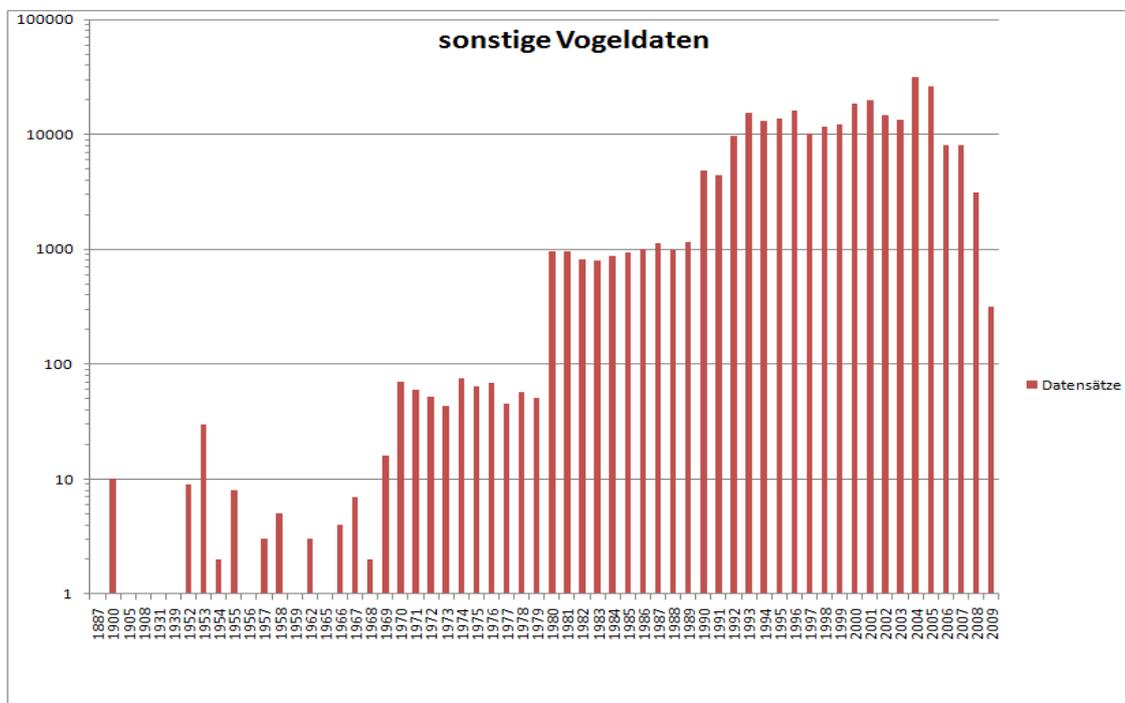


Abbildung 3: Anzahl sonstiger Datensätze der Zentralen Artdatenbank des LfULG aus Vogelkartierungen im Zeitraum 1887-2009 (logarithmische Skala)

Systematisch erfasst werden hingegen die Daten des DDA-Monitorings häufiger Brutvögel (s. a. Kapitel 3.3.4 und 3.5.1). Diese sind für CTI-Auswertungen sehr gut geeignet, liegen aber erst seit wenigen Jahren vor (Abbildung 4).

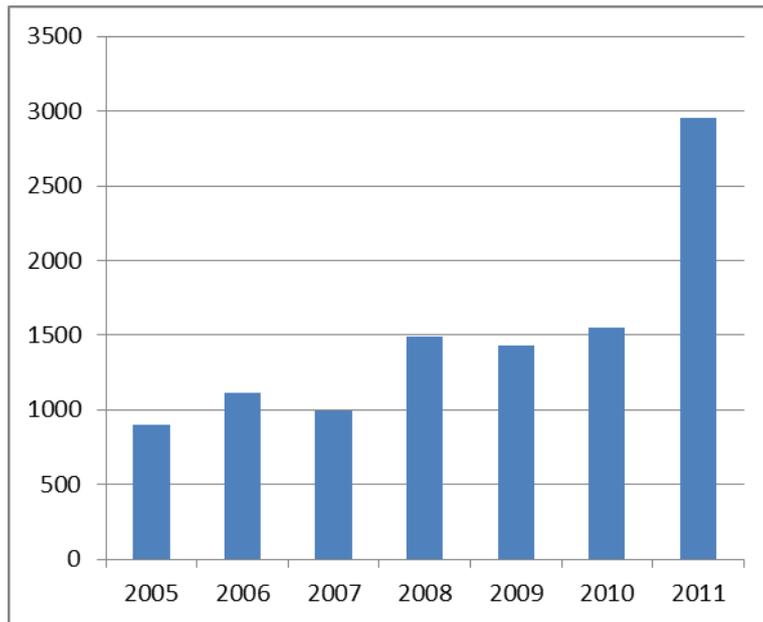
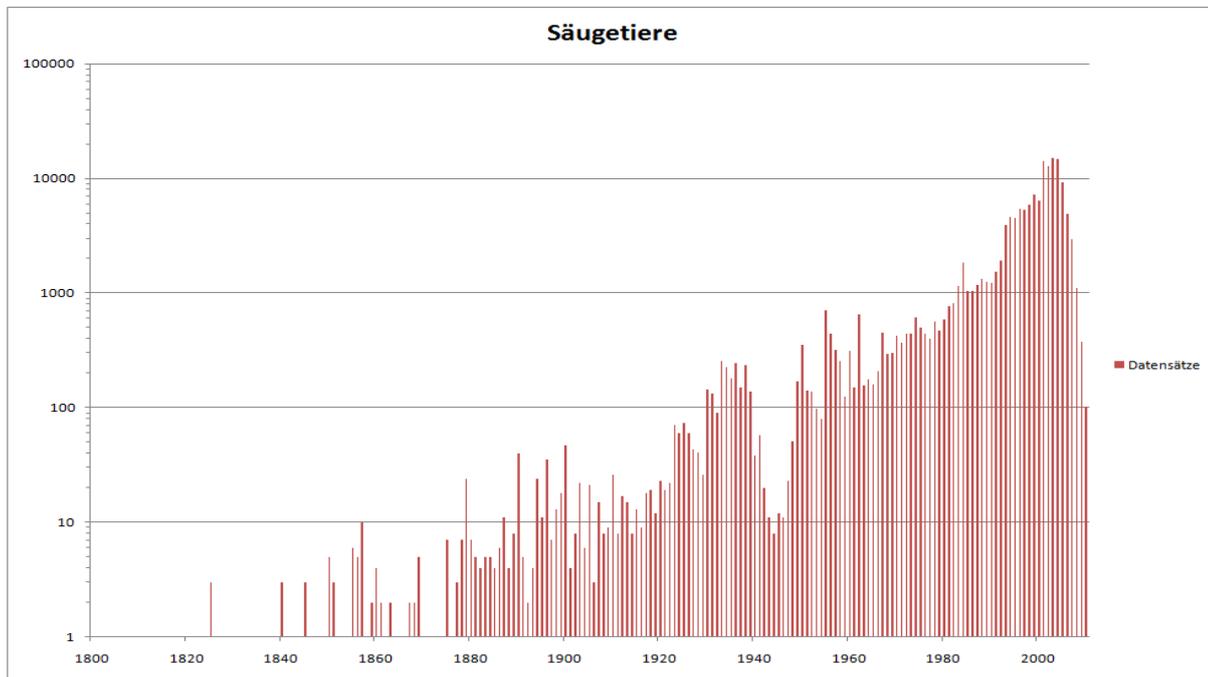


Abbildung 4: Anzahl der Datensätze aus Sachsen im DDA-Monitoring häufiger Brutvögel

### 2.2.2 Säugetiere

Wenngleich die Säugetierdaten bis ins 19. Jahrhundert zurückreichen, liegen umfangreichere Datensätze (>1.000 Nachweise/Einträge pro Jahr) erst seit den 1990er-Jahren vor (Abbildung 5). Allerdings gibt es derzeit noch keine STI für diese Gruppe. Eine Berechnung der STI wäre anhand publizierter europäischer Verbreitungskarten möglich, obwohl diese im Gegensatz zu den Vögeln und Tagfaltern nicht auf einer Rasterkartierung beruhen. Die Klimasensitivität dieser Gruppe ist aber (u. a. aufgrund ihrer vergleichsweise breiten Klimanische bedingt durch ihre Homiothermie<sup>3</sup> und der in den meisten Fällen guten Aus- und Verbreitungseigenschaften) relativ gering (SCHLUMPRECHT et al. 2010).

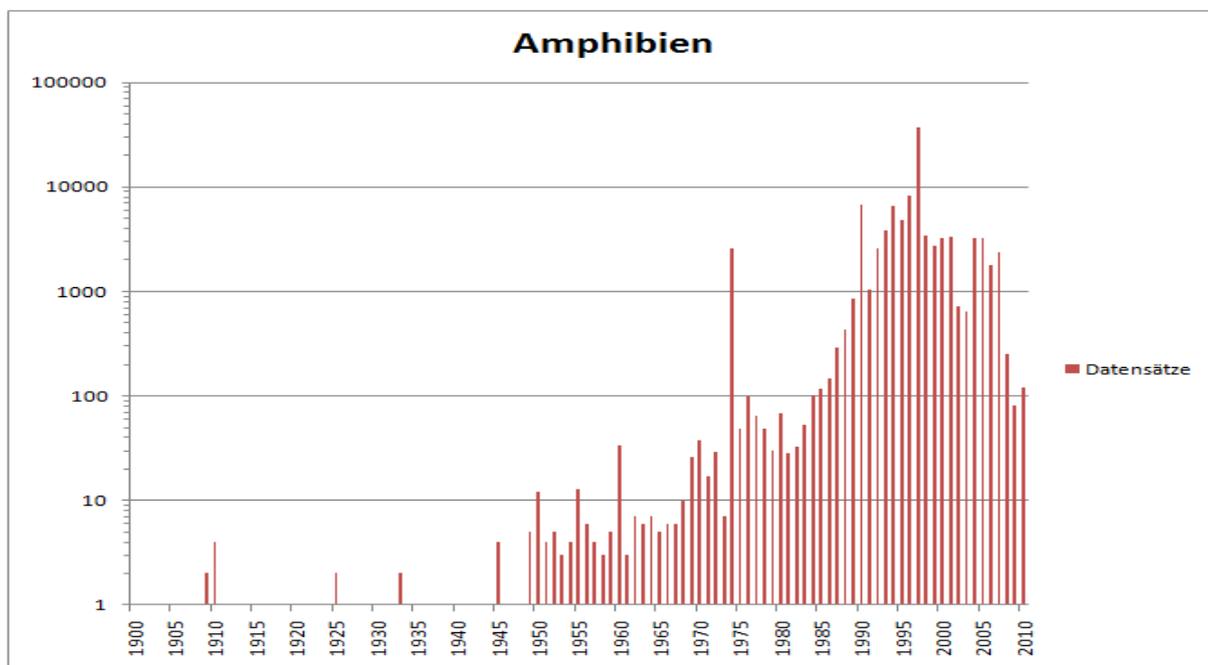
<sup>3</sup> Homiotherme (gleichwarme) Tiere regulieren ihre Körpertemperatur selbst und sind somit in ihrer Aktivität nicht von der Außentemperatur abhängig.



**Abbildung 5: Anzahl der Datensätze aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG für Säugetiere im Zeitraum 1800-2010 (logarithmische Skala, Punkt- und Rasterdaten)**

### 2.2.3 Amphibien

Für die Amphibien ist die Datenlage mit denen der Säugetiere vergleichbar. Erst seit den 1990er-Jahren (bis zum Jahr 2007) liegen umfangreichere Datensätze vor (Abbildung 6). STI-Werte gibt es derzeit keine. Das ist bedauerlich, weil bestimmte Amphibienarten auf Klimaerwärmung recht empfindlich zu reagieren scheinen (ARAUJO et al. 2006). Die Berechnung von STI-Werten wäre aber möglich. Die dafür erforderlichen europaweiten Verbreitungsdaten liegen am Umweltforschungszentrum in Datenbankform bereits vor.



**Abbildung 6: Anzahl der Datensätze aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG für Amphibien im Zeitraum 1900-2010 (logarithmische Skala, Punkt- und Rasterdaten)**

### 2.2.4 Käfer

Die Anzahl der Datenpunkte bei den Käfern (Coleoptera) ist eher als gering zu betrachten – lediglich aus dem letzten Jahrzehnt liegen umfangreichere Daten vor (Abbildung 7). Weil es von den meisten Käferarten keine europäischen Verbreitungskarten gibt, sind Berechnungen der STI-Werte derzeit nur in wenigen Fällen möglich.

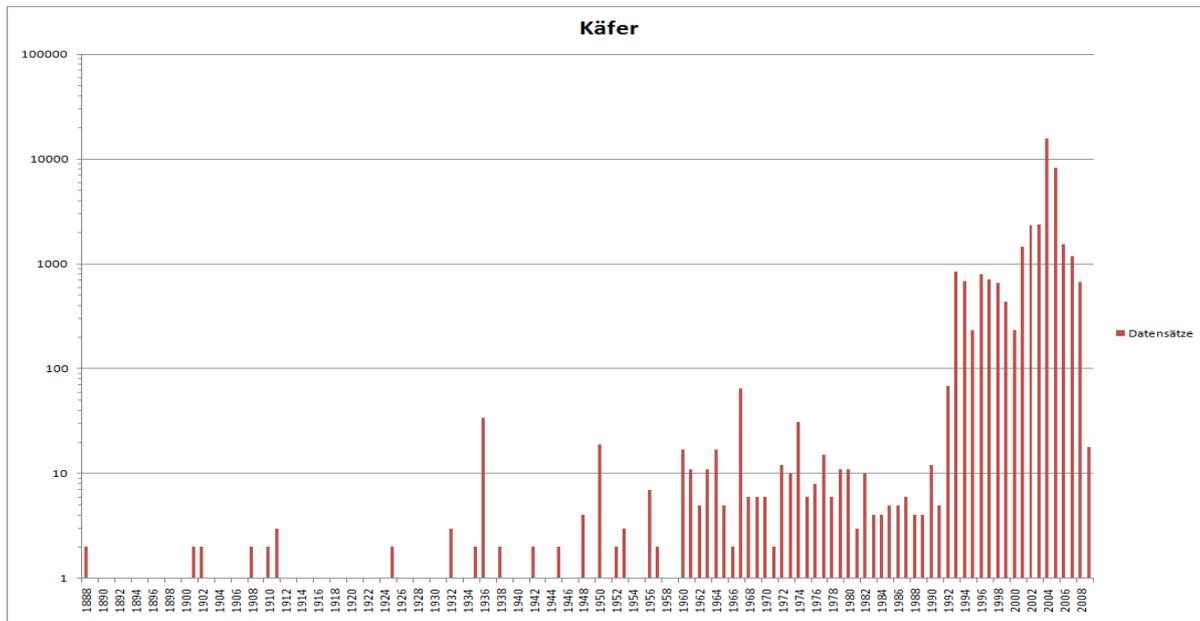
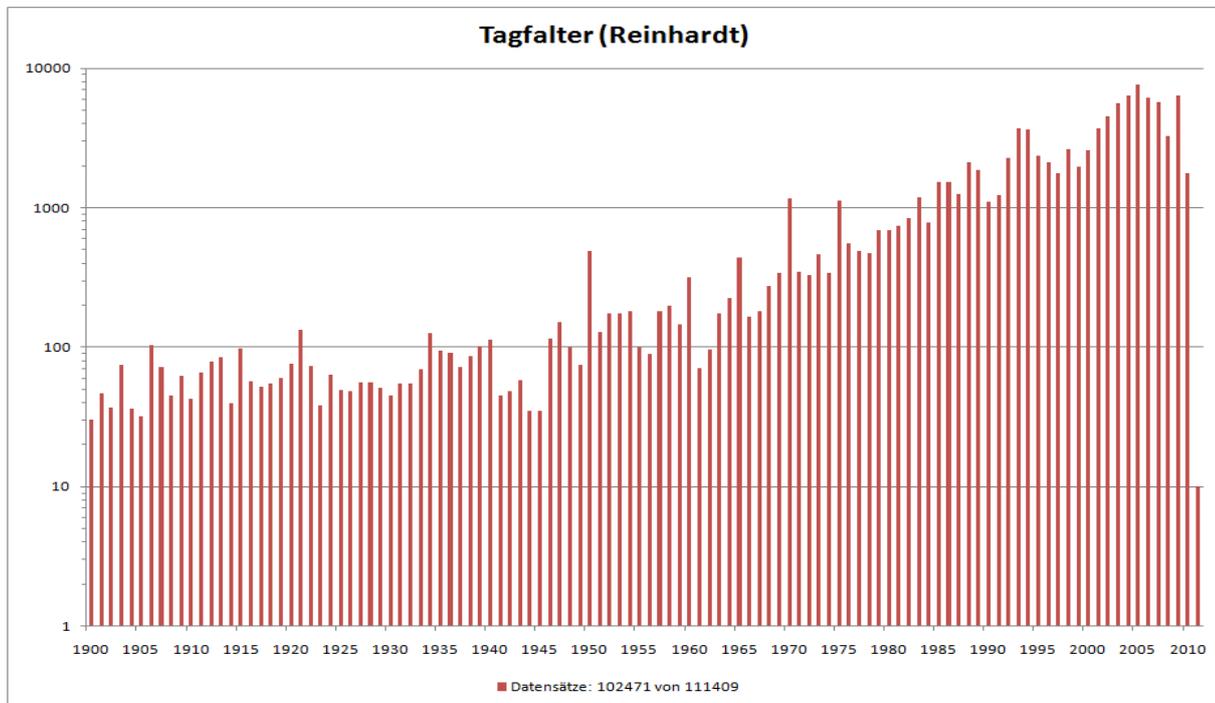


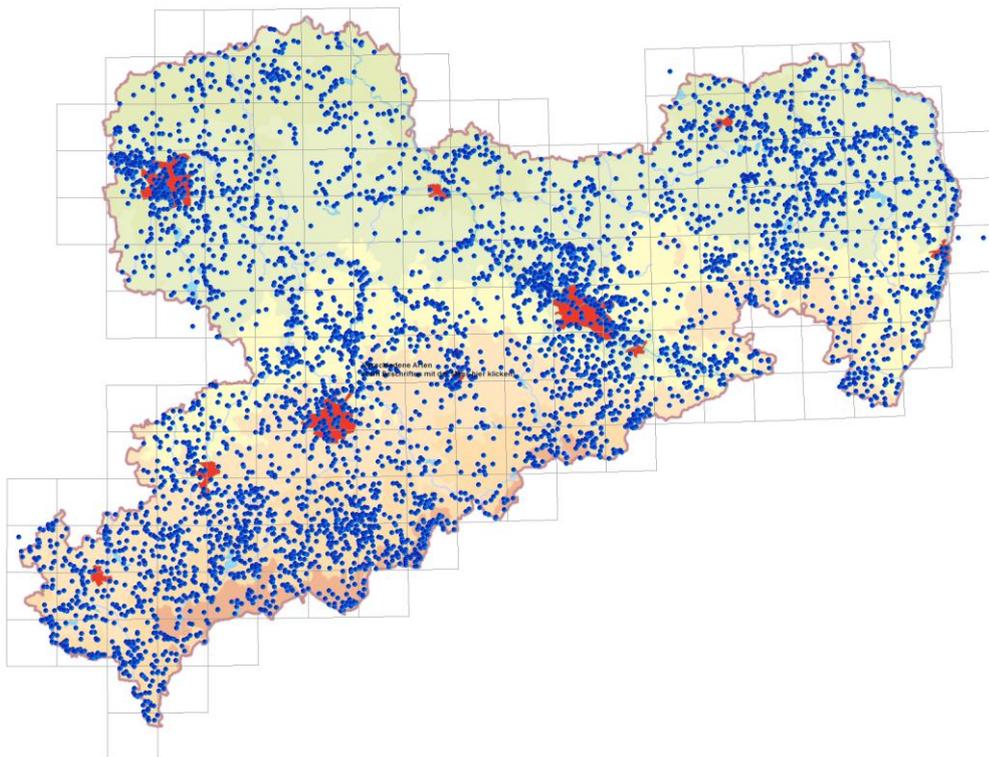
Abbildung 7: Anzahl der Datensätze aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG für Käfer im Zeitraum 1888-2009 (logarithmische Skala, Punkt- und Rasterdaten)

### 2.2.5 Schmetterlinge

Die Zentrale Artdatenbank des LfULG war hinsichtlich der Schmetterlings-Daten zum Zeitpunkt der Auswertungen im Rahmen des FuE-Vorhabens noch unvollständig und enthielt lediglich aus dem letzten Jahrzehnt umfangreichere Datensätze. Die im Projekt „Tagfalter von Sachsen“ erstellte Datenbank von Rolf Reinhardt war wesentlich umfangreicher und enthält bereits seit den 1980er-Jahren (und bis 2009) mehr als 1.000 Datensätze pro Jahr (Abbildung 8). Auch die räumliche Abdeckung ist gut (Abbildung 9). Diese Datenbank stand den Autoren für die weiteren Auswertungen uneingeschränkt zur Verfügung. Neben den STI für alle europäischen Arten, die auf den Jahresmitteltemperaturen beruhen, sind am UFZ auch Indices für zwölf weitere Klimavariablen (z. B. Wachstumsgradtage, Jahresniederschlagssummen oder Bodenwassergehalt) berechnet worden, die für weitere Auswertungen verwendet werden können (SCHWEIGER et al. in press).



**Abbildung 8: Anzahl der Datensätze Tagfalter (Datenbank Rolf Reinhardt) im Zeitraum 1900-2010 (logarithmische Skala, Punkt- und Rasterdaten)**

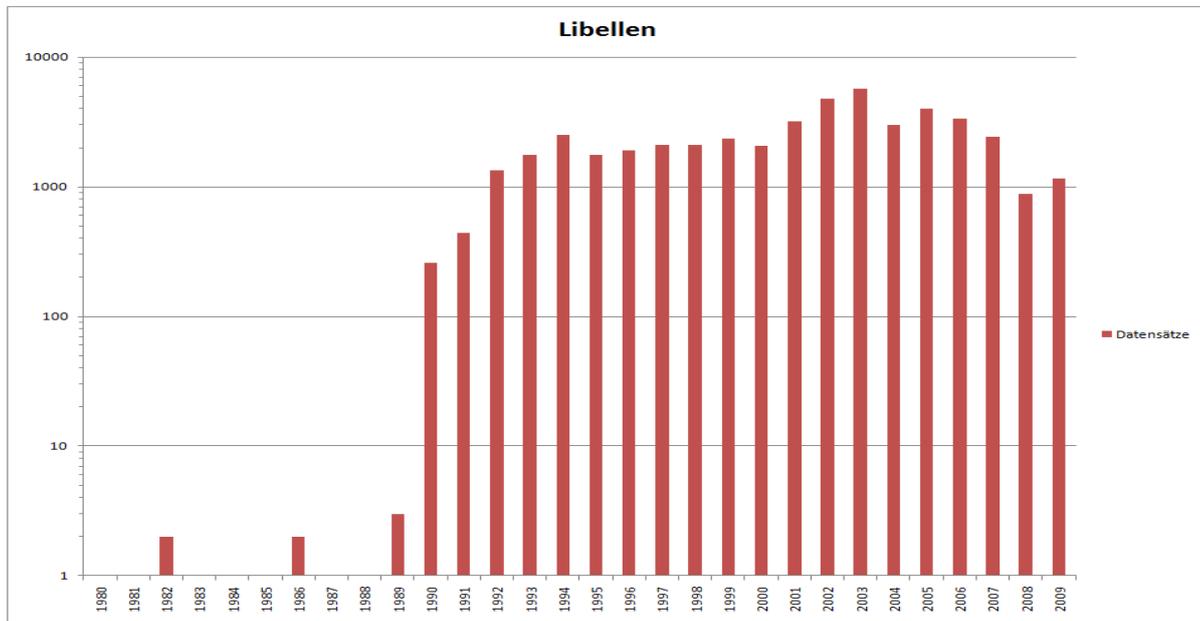


**Abbildung 9: Räumliche Verteilung der Tagfalterdaten**

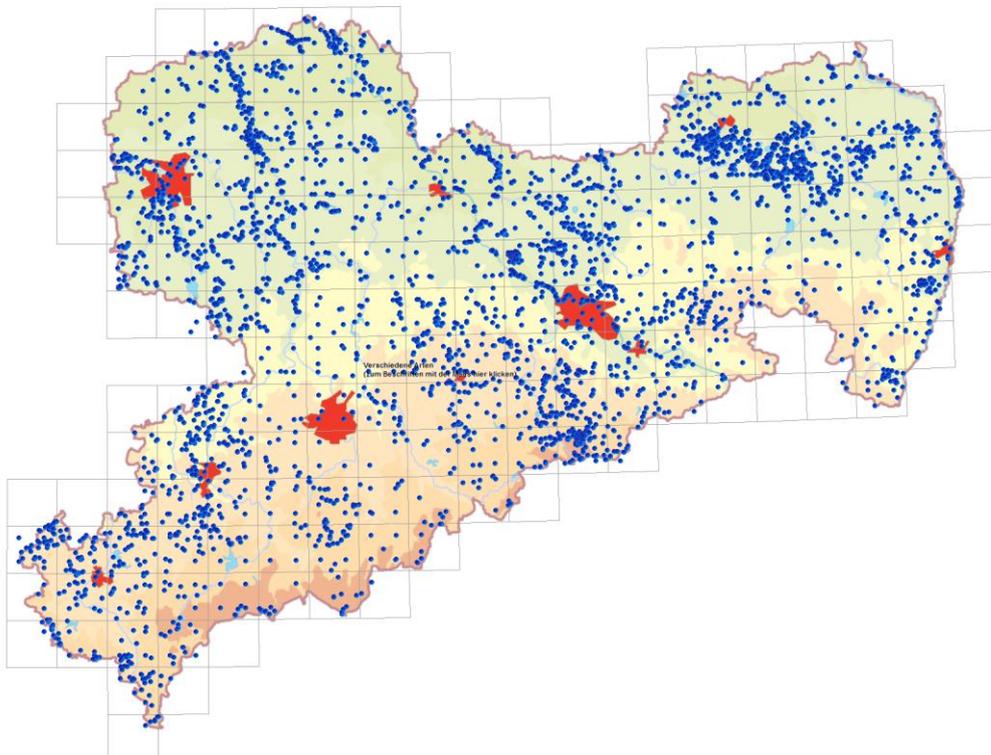
### 2.2.6 Libellen

Bei den Libellen (Odonata) enthält die Zentrale Artdatenbank des LfULG umfangreiche und zahlenmäßig über die Jahre homogen verteilte Datensätze seit Anfang der 1990er-Jahre (Abbildung 10). Auch die räumliche Verteilung der Daten ist gut, wengleich das Bergland unterrepräsentiert ist (Abbildung 11). STI-Werte sind bisher zwar noch nicht publiziert, wurden aber im Berichtszeitraum anhand von Rasterkarten berechnet, die von der Universität Marburg zur Verfügung gestellt wurden. Unter

den Insekten erscheint diese Gruppe neben den Tagfaltern für CTI-Auswertungen am besten geeignet, zumal es sich bei den Libellen im Gegensatz zu den (im Larvalstadium) herbivoren Tagfaltern um räuberische Insekten mit (als Larve) aquatischer Lebensweise handelt. Sie erscheinen somit geeignet, um Effekte des Klimawandels auf eine andere funktionelle Gruppe im Ökosystem abzubilden.



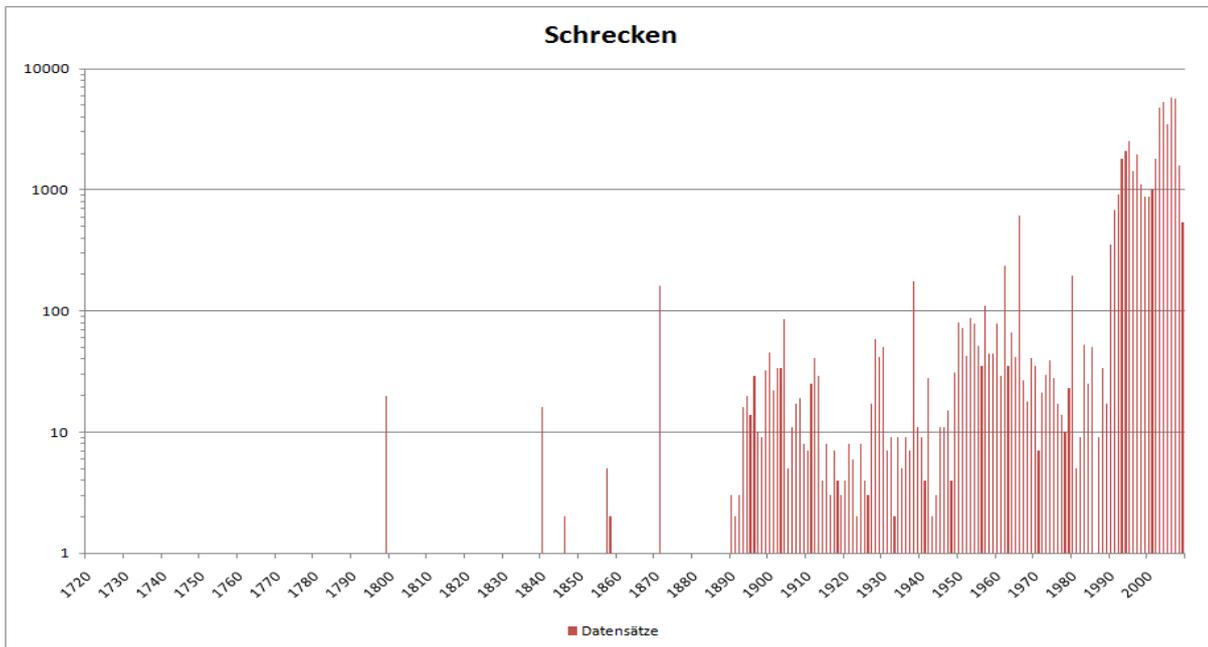
**Abbildung 10: Anzahl der Datensätze aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG für Libellen im Zeitraum 1980-2009 (logarithmische Skala, Punkt- und Rasterdaten)**



**Abbildung 11: Räumliche Verteilung der Libellendaten**

### 2.2.7 Schrecken

Bei den Schrecken (Orthoptera) liegen seit Mitte der 1990er-Jahre umfangreichere Datensätze vor (Abbildung 12). Allerdings gibt es für die meisten Schrecken noch keine STI-Werte, sodass CTI-Auswertungen derzeit nicht möglich sind. Für die Berechnung von STI-Werten liegen noch keine Rasterverbreitungskarten für ganz Europa vor; allerdings könnten diese hilfsweise auch mit Hilfe vorliegender schematischer Verbreitungskarten (z. B. aus MAAS et al. 2002) berechnet werden.



**Abbildung 12: Anzahl der Datensätze aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG für Schrecken im Zeitraum 1720-2010 (logarithmische Skala, Punkt- und Rasterdaten)**

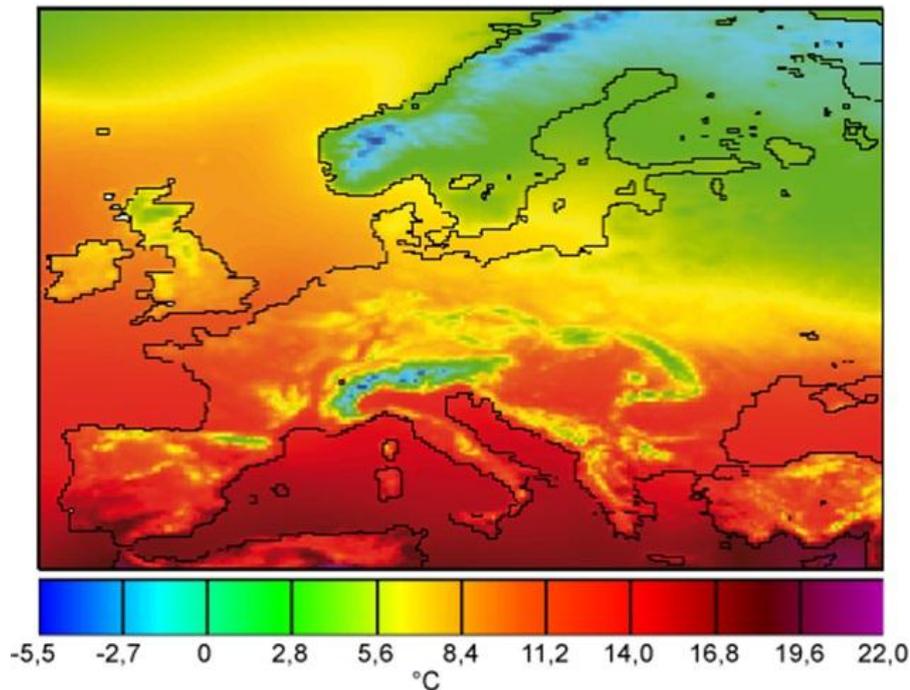
Das Diagramm reicht bis 1720 zurück, weil ab diesem Zeitraum einzelne Datensätze vorliegen. Allerdings sind sehr geringe Datensatzzahlen aufgrund der logarithmischen Darstellung nicht sichtbar. Dies trifft auch für andere Diagramme weiter oben zu.

## 2.3 Statistische Auswertung ausgewählter Daten

### 2.3.1 Community Temperature Index (CTI)

Der Community Temperature Index (CTI) berechnet sich als arithmetisches Mittel der nach ihrer Häufigkeit gewichteten Species Temperature Indices (STI) einer Artengemeinschaft in einer Zeiteinheit.

Hierbei stellen die STI-Werte das arithmetische Mittel aus den Mitteltemperaturen eines gerasterten Verbreitungsareals innerhalb einer Referenzperiode dar (DEVICTOR et al. 2008), s. a. Abbildung 13. Der Indikator erlaubt eine Vergleichbarkeit zwischen sehr unterschiedlichen Regionen und ist robust in Bezug auf Artenauswahl und Datenqualität, benötigt aber eine ausreichend gute Datenmenge, die Untersetzung durch STI-Werte für alle analysierten Arten (bislang nur für Vögel, Tagfalter und Libellen vorhanden) sowie die Beachtung der Generationslänge (s. a. Kapitel 3.7.1).



**Abbildung 13: Bodennahe Jahresmitteltemperatur in Europa für die Periode 1961-1990**

(Quelle: Dieter Kasang, Hamburger Bildungsserver, nach Daten von LAUTENSCHLAGER, 2006: Climate Simulation with CLM, Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate)

Die klimarelevante Aussagekraft des CTI wurde bereits bei Vögeln und Tagfaltern nachgewiesen. Im Vergleich zu anderen Methoden zeigte der CTI die größte Sensitivität für klimatisch bedingte Populationsveränderungen.

Besonders geeignet ist der CTI für wechselwarme Organismen mit hoher Temperaturabhängigkeit wie Insekten.

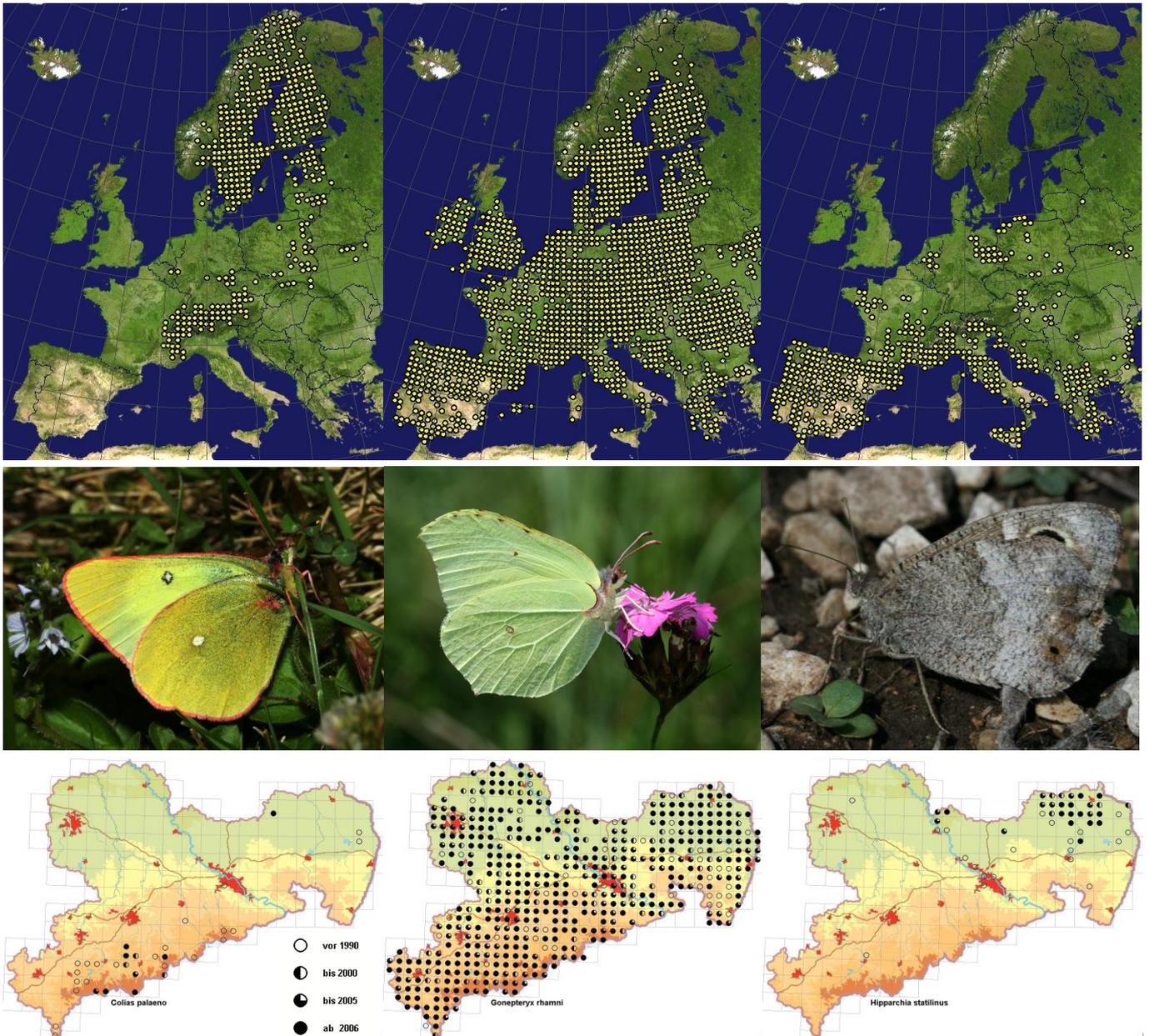
Diese sind sehr klimasensitiv und reagieren auch aufgrund ihrer vergleichsweise kurzen Generationszyklen schneller auf Klimaänderungen als die meisten Wirbeltiere. Die Anwendung des Indikators erfordert relativ große und möglichst regelmäßige Datenerhebungen mit möglichst mindestens jährlichen Erfassungsintervallen (z. B. Monitoring-Programme). CTI-Berechnungen sind von den zugrunde gelegten Verbreitungsarealen abhängig, deren Abgrenzung mit verschiedenen Problemen behaftet sein kann (z. B. Migration, Extinktion<sup>4</sup>) und durch großflächige Änderungen in der Landnutzung beeinflusst wird.

Für alle Tagfalter Sachsens liegen die *Species Temperature Indices* (STI) auf der Basis ihrer europäischen Verbreitung nach KUDRNA (2002) vor. Optimal wären zwar STI-Werte auf der Grundlage der Gesamtverbreitung der Arten, aber weil Sachsen in Mitteleuropa liegt und kaum eine der hier vorkommenden Arten ein größeres Areal in außereuropäischen Gebieten mit stark abweichenden Jahresmitteltemperaturen besitzt (wie beispielsweise afrotropische<sup>5</sup> Arten), lässt sich dieser Fehler vernachlässigen.

Abbildung 14 zeigt Beispiele sächsischer Tagfalterarten mit den zugehörigen Verbreitungskarten.

<sup>4</sup> Aussterben

<sup>5</sup> Arten mit Verbreitung in der Afrotropis, einer faunengeografischen Region, die Afrika südlich der Sahara umfasst.



**Abbildung 14: Beispiele für Tagfalterarten mit ihrer europäischen/sächsischen Verbreitung und STI-Werten**

(Fotos: M. Wiemers)

**links:** Hochmoor-Gelbling (*Colias palaeno*), STI = 3,62. Diese boreoalpine Art ist in Europa von Skandinavien über die baltischen Staaten und Polen bis in die Alpen verbreitet und kommt in Sachsen nur noch in wenigen Hochmooren v. a. im Erzgebirge vor. Sie hat den niedrigsten STI-Wert aller sächsischen Tagfalterarten.

**Mitte:** Zitronenfalter (*Gonepteryx rhamni*), STI = 8,81. Diese paläarktische Art kommt fast in ganz Europa mit Ausnahme des nördlichen Skandinaviens vor und ist in Sachsen vom Tiefland bis in die Gebirgslagen weit verbreitet und häufig. Ihr STI-Wert entspricht dem Mittelwert aller sächsischen Tagfalterarten.

**rechts:** Eisenfarbiger Samtfalter (*Hipparchia statilinus*), STI = 11,82. Dieser mediterrane Augenfalter ist vornehmlich im Mittelmeergebiet verbreitet und kommt in Mitteleuropa nur in wenigen isolierten Populationen auf extrem trockenen und nährstoffarmen Standorten im Tiefland vor. In Sachsen ist die Art heute auf Sandflächen in der Oberlausitz und Nordsachsens beschränkt. Ihr STI-Wert ist der höchste aller sächsischen Tagfalterarten.

Quelle für Verbreitungskarten Sachsen: Zentrale Artdatenbank des LfULG, Stand 14.02.2013

Aufgrund der Datenlage (s. 2.2.5) wurden die Berechnungen des CTI der Tagfalter Sachsens für die Periode 1975-2010 durchgeführt und zwar sowohl gewichtet nach Individuenzahlen (Abbildung 16) als auch nach der Anzahl der Datensätze (Abbildung 17).

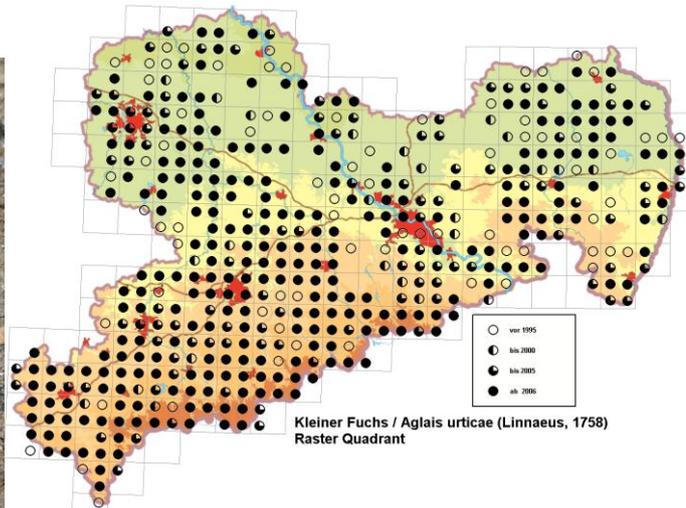
Die Gewichtung nach Datensätzen erschien sinnvoller, weil für fast die Hälfte der Datensätze (47.407 von 111.408 = 43 %) keine Individuenzahlen vorliegen, insbesondere für die älteren Jahrgänge. Für die Berechnungen mit Gewichtung nach Individuenzahlen wurde in diesen Fällen der Wert „1“ eingesetzt. In beiden Fällen ergab sich eine signifikante Korrelation mit den Mittelwerten der Jahresmitteltemperaturen für das Land Sachsen. Dies bedeutet, dass in wärmeren Jahren die Populationsgrößen wärmeliebender Arten im Vergleich zu kälteadaptierten Arten ansteigen. Allerdings war die Korrelation auf der Basis der Gewichtung nach Datensätzen ( $Kor=0.55$ ,  $p<0.01^{**}$ ) stärker als auf der Basis der Gewichtung nach Individuenzahlen ( $Kor=0.40$ ,  $p=0.016^{**}$ ). Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass die unvollständigen Angaben bei den Individuenzahlen zu Verzerrungen führen, die die Korrelation beeinträchtigen. Noch etwas besser ( $Kor=0.63$ ,  $p<0.001$ ) ist die Korrelation mit dem gleitenden Mittel der Jahrestemperaturen des aktuellen und vergangenen Jahres. Das erklärt sich daraus, dass zahlreiche Tagfalterarten nur eine Generation im Jahr haben, deren Populationsstärke (wie auch diejenige der ersten Generation multivoltiner<sup>6</sup> Arten) stärker von den Temperaturen des Vorjahres abhängt als von denen des aktuellen Jahres.

Die Regressionsgerade für die Jahresmitteltemperatur im Land Sachsen weist für den genannten Zeitraum eine Steigung von  $2,9 \times 10^{-2} \text{ °C pro Jahr}$  auf. Auch der CTI steigt in diesem Zeitraum an, allerdings mit  $1,6 \times 10^{-2} \text{ °C}$  (Basis: Individuenzahlen) bzw.  $4,6 \times 10^{-3} \text{ °C}$  (Basis: Datensätze) pro Jahr deutlich geringer. Ähnliche Ergebnisse liegen auch aus anderen Regionen Europas vor (SWAAY et al. 2010b). Für den Zeitraum 1990-2009 ergab sich für Europa ein mittlerer Anstieg des CTI um  $5,5 \times 10^{-3} \text{ °C pro Jahr}$ , wohingegen die Jahresmitteltemperatur in diesem Zeitraum zehnmal so stark – um  $5,5 \times 10^{-2} \text{ °C pro Jahr}$  – anstieg. Der Temperaturanstieg für denselben Zeitraum im Land Sachsen war mit  $3,0 \times 10^{-2} \text{ °C pro Jahr}$  etwas geringer, der Anstieg des CTI dagegen mit  $7,3 \times 10^{-3} \text{ °C}$  etwas höher.

Von den sächsischen Tagfalterarten unterstützt bei 62 Arten die Populationsentwicklung (Basis: Anzahl der Datensätze) den CTI-Trend, wobei sich der Anteil kälteadaptierter Arten (mit abnehmendem Trend) und derjenige wärmeadaptierter Arten (mit zunehmendem Trend) die Waage hält. Der Einfluss der einzelnen Arten auf den Anstieg des CTI ist allerdings sehr ungleichmäßig verteilt. Folgende fünf Arten besitzen einen besonders starken Einfluss auf diesen Anstieg: An erster Stelle steht hier *Aglais urticae* (Kleiner Fuchs; Abbildung 15), dann folgen *Maniola jurtina* (Großes Ochsenauge), *Boloria aquilonaris* (Hochmoor-Perlmutterfalter), *Pieris rapae* (Kleiner Kohlweißling) und *Colias crocea* (Wander-Gelbling = Postillon). Zwei dieser Arten (*A. urticae* und *B. aquilonaris*) haben im Zeitraum 1975-2010 zugenommen, die drei anderen abgenommen. Auf der anderen Seite verläuft die Populationsentwicklung bei 56 Arten gegenläufig, aber der Einfluss dieser Arten auf den CTI-Trend ist in der Summe nur etwa halb so groß. Der mit Abstand stärkste gegenläufige Trend findet sich bei *Lasiommata megera* (Mauerfuchs), einer wärmeadaptierten Art, die dennoch stark abgenommen hat.

Tabelle 48 im Anhang zeigt die Populationsentwicklung der einzelnen Tagfalterarten und deren Korrelation mit dem CTI und der Temperatur. *Aglais urticae* hat im Zeitraum 1975-2010 die stärkste relative Abundanzabnahme zu verzeichnen, die mit dem Trend von CTI und Temperatur stark negativ korreliert. Eine noch etwas stärkere Korrelation mit dem CTI weist die negative Populationsentwicklung von *Boloria selene* (Braunscheckiger Perlmutterfalter) und *Polyommatus amandus* (Vogelwicken-Bläuling), sowie die positive von *Colias crocea* (Wander-Gelbling) auf. Die stärkste Korrelation mit dem Verlauf der Mitteltemperatur besteht dagegen bei *Polyommatus icarus* (Hauhechel-Bläuling; positiv) bzw. *Aglais io* (Tagpfauenauge; negativ). Betrachtet man die Korrelationen mit den beiden geglätteten Mitteln der Mitteltemperaturen über zwei oder mehr Jahre, so zeigt hingegen *Aglais urticae* die stärkste (negative) und *Melitaea cinxia* (Wegerich-Schneckenfalter) die stärkste positive Korrelation. Die beste Korrelation mit dem Verlauf des CTI (unter Subtraktion des allgemeinen Trends) besteht bei *Pontia edusa* (Östlicher Reseda-Weißling).

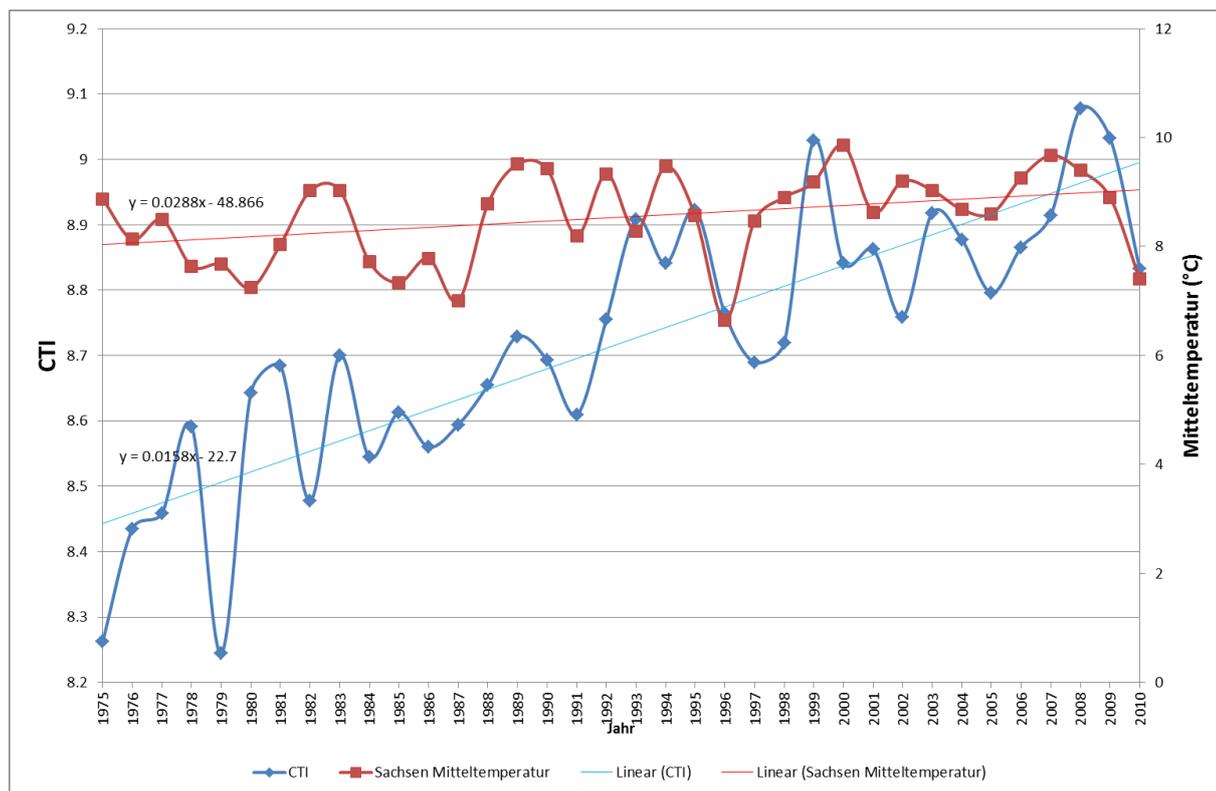
<sup>6</sup> Arten mit mehreren Generationen pro Jahr



**Abbildung 15: *Aglais urticae* (Kleiner Fuchs) (Foto: M. Wiemers)**

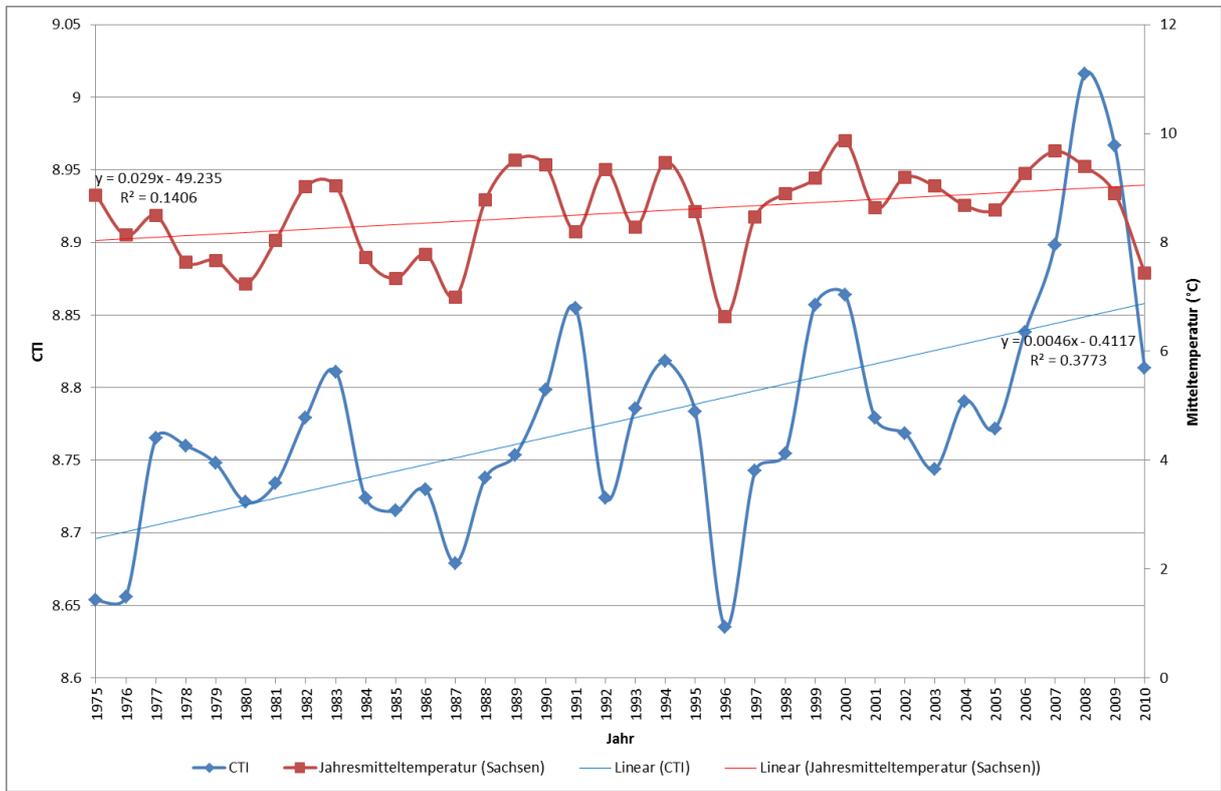
Der Kleine Fuchs ist eine der häufigsten Tagfalterarten Mitteleuropas, der zudem aufgrund seiner nitrophilen Raupennahrungspflanze (Brennnesseln) von der Eutrophierung der Landschaft profitiert. In den letzten Jahren verzeichnet die Art dennoch starke Bestandsrückgänge, was klimatische Gründe haben könnte.

rechts: Verbreitung in Sachsen (Quelle: Zentrale Artdatenbank des LfULG, Stand 05.02.2013); Verbreitungslücken sind erfassungsbedingt – die Art kommt in Sachsen wahrscheinlich in allen TK 25-Quadranten vor.

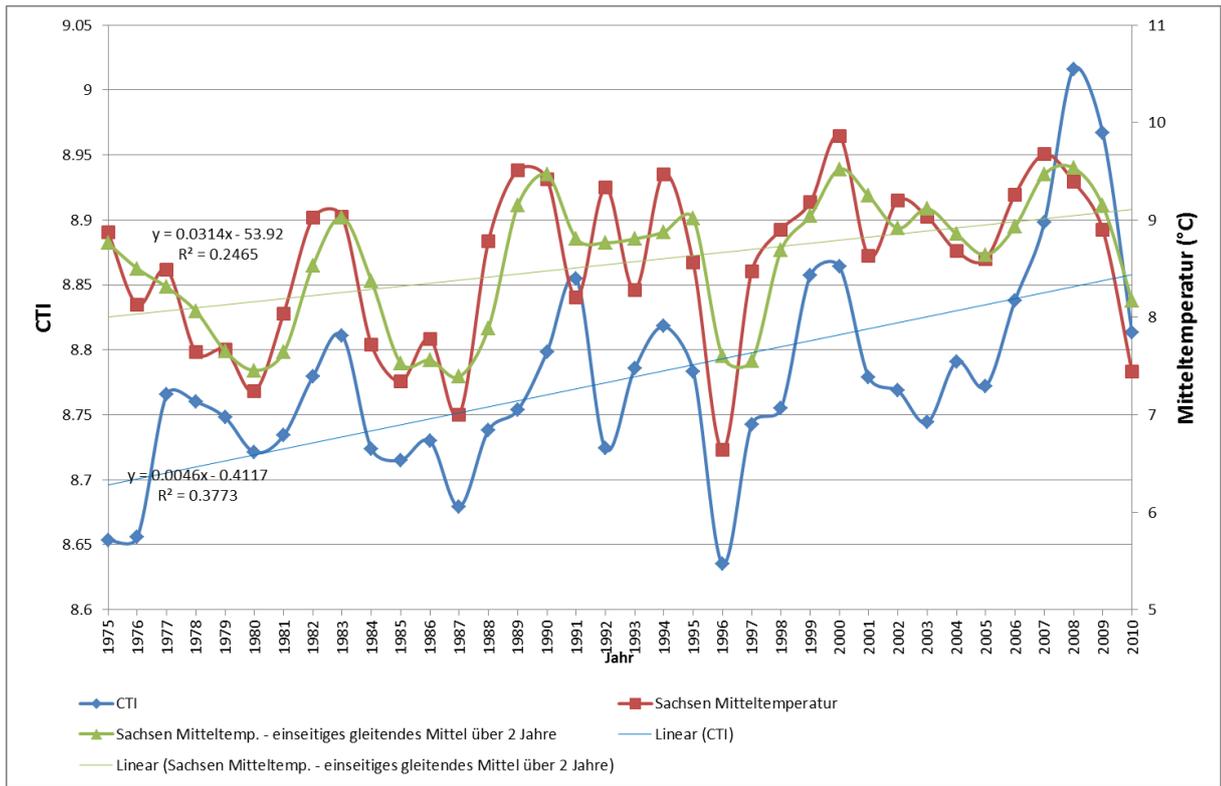


**Abbildung 16: CTI der Tagfalter Sachsens (137 Arten – gewichtet nach Individuenzahlen)**

(Beachte: verschiedene Skalen für CTI und Temperatur)

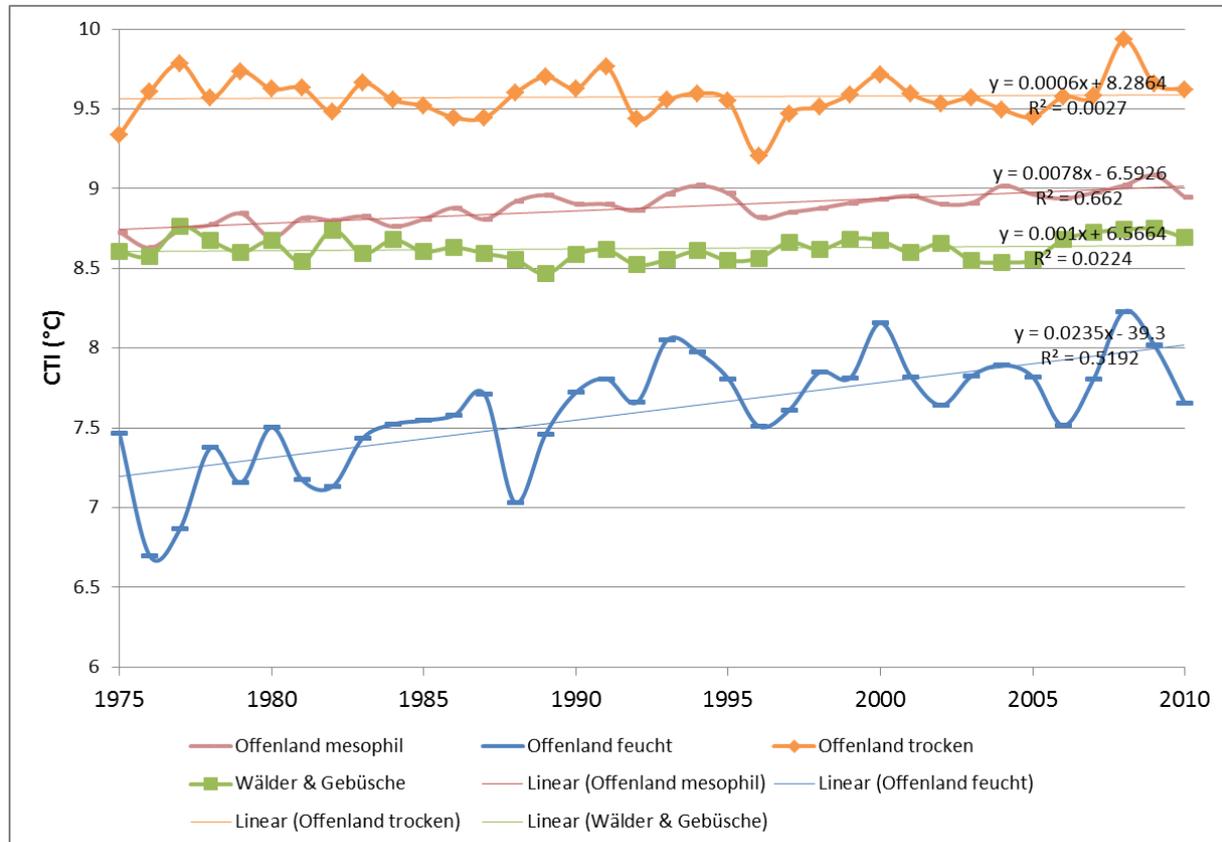


**Abbildung 17: CTI der Tagfalter Sachsens (137 Arten – gewichtet nach der Anzahl an Datensätzen)**  
 (Beachte: verschiedene Skalen für CTI und Temperatur)



**Abbildung 18: CTI der Tagfalter Sachsens (137 Arten – gewichtet nach der Anzahl an Datensätzen) im Vergleich zum zweijährigen gleitenden Jahrestemperaturmittel**  
 (Beachte: verschiedene Skalen für CTI und Temperatur)

Der Anstieg des CTI ist in Artengilden<sup>7</sup> verschiedener Habitattypen unterschiedlich stark ausgeprägt (Abbildung 19). Tagfalterarten der Wälder und Gebüsche sowie xerothermophile Arten trockener Offenlandstandorte zeigen quasi keinen Trend. Ein positiver Trend ist bei den mesophilen Offenlandarten zu verzeichnen (CTI-Anstieg:  $7,8 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$  pro Jahr). Der CTI-Anstieg der mesophilen Offenlandarten liegt über dem Durchschnitt aller sächsischen Arten ( $4,6 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$  pro Jahr, vgl. Abbildung 17) und nahe dem gemäß Temperaturentwicklung zu erwartenden Anstieg ( $9,5 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$  pro Jahr; s. Kapitel 2.3.5). Einen noch stärkeren Anstieg des CTI unter den Offenlandarten besitzt die Artengilde der hygrophilen Arten ( $2,35 \times 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}$  pro Jahr; Abbildung 19). Weiterhin zeigt sich, dass Tagfalterarten der Wälder und Gebüsche einen wesentlich geringeren Anstieg des CTI zu verzeichnen haben als Offenlandarten ( $1,0 \times 10^{-3}$  im Vergleich zu  $7,2 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$  pro Jahr).



**Abbildung 19: Entwicklung der CTI-Werte von Tagfaltergilden unterschiedlicher Habitattypen in Sachsen 1975-2010**

Dass Artengemeinschaften der Wälder (in Bezug auf den CTI) verzögert oder geringer auf Auswirkungen des Klimawandels reagieren als Offenlandarten, verdeutlichen auch andere Untersuchungen, z. B. TRAUTMANN in BARTZ et al. (2013, unpubliziert) vergleichend für Vogelarten der Wälder und Agrarlandschaft. Wahrscheinlich kann das Waldinnenklima die Auswirkungen des Klimawandels in gewissen Grenzen abpuffern.

Ein erwarteter Anstieg des CTI der Artengilde xerothermophiler Arten trockener Offenlandstandorte wird durch die Berechnungsergebnisse nicht widerspiegelt. Dafür könnten zwei Ursachen maßgeblich sein. Die verfügbaren Habitate dieser Arten sind räumlich eng begrenzt, zumindest die Trocken- und Magerrasen (weniger die trockenen Ruderalstandorte). Die Wahrscheinlichkeit zur Einwanderung südlich verbreiteter, bisher in Sachsen nicht nachgewiesener wärmeliebender Arten ist ebenfalls begrenzt (vgl. die ausführliche Analyse zu diesem Thema im Kapitel 2.4).

<sup>7</sup> In den Gilden sind jeweils diejenigen Arten gelistet, die dort ihr Schwerpunkthabitat besitzen, wobei allen Tagfalterarten jeweils ein Schwerpunkthabitat zugeordnet wurde. Die Zuordnung erfolgte auf der Grundlage von Literaturangaben (insbesondere REINHARDT et al. 2007) und eigenen Kenntnissen. Beispielsarten aus den betreffenden Gilden sind (vgl. auch Abbildung 14 und Abbildung 15): mesophiles Offenland: Kleiner Fuchs (*Aglais urticae*), hygrophiles Offenland: Hochmoor-Gelbling (*Colias palaeno*), xerothermophiles Offenland: Eisenfarbener Samtfalter (*Hipparchia statilinus*), Wälder und Gebüsche: Waldbrettspiel (*Pararge aegeria*)

### 2.3.2 Areal-Index (AI)

Der Areal-Index (AI) ist ein Maß für das Verhältnis der Areale wärmeadaptierter zu kälteadaptierten Arten einer Artengruppe in einer Region. Wärmeadaptierte Arten beschränken sich in Sachsen aufgrund ihrer Temperatursprüche auf wärmebegünstigte Standorte der Tieflagen, kälteadaptierte Arten meist nur auf Gebirgslagen und Moorgebiete. Berücksichtigt werden solche Arten, die in Mitteleuropa ihre nördliche oder südliche Verbreitungsgrenze besitzen. Details zur Berechnung dieses Indikators finden sich in Kapitel 3.7.2. Wenn möglich, sollte der STI-basierte gewichtete Areal-Index verwendet werden, weil dieser objektiver und genauer ist als der manuell berechnete AI.

Wenn der Areal-Index (AI) wie im Falle der Tagfalter in der Abbildung 20 über die Zeitachse ansteigt, dann haben sich die Areale (beurteilt bspw. anhand der besiedelten MTB) wärmeadaptierter Arten ausgeweitet oder die Areale kälteadaptierter Arten verkleinert oder beides. Veränderungen von Arealgrenzen durch Klimaveränderung sind bei verschiedenen Organismengruppen (z. B. Vögel, Tagfalter, Libellen, Gefäßpflanzen) bereits gut dokumentiert, insbesondere am Nordrand ihrer Verbreitung (z. B. in Großbritannien und Finnland), und entlang von Höhengradienten. Die Auswertung der sächsischen Tagfalterdaten hat zudem eine deutliche Korrelation des AI mit der Jahresmitteltemperatur erwiesen, s. Kapitel 3.7.2.

Der positive Trend des Areal-Index für die Periode 1975-2010 korreliert mit dem positiven Trend des CTI in der gleichen Periode (s. Kapitel 2.1.1). Beim STI-basierten Areal-Index beträgt der Anstieg der Regressionsgeraden  $1,2 \times 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}$  (Abbildung 20). Dessen sehr hohe Korrelation mit dem CTI ( $\text{Kor}=0.93$ ) bestätigt den starken Zusammenhang zwischen klimabedingten Populationschwankungen und Arealveränderungen sowie die Eignung der STI-basierten Berechnungsmethode.

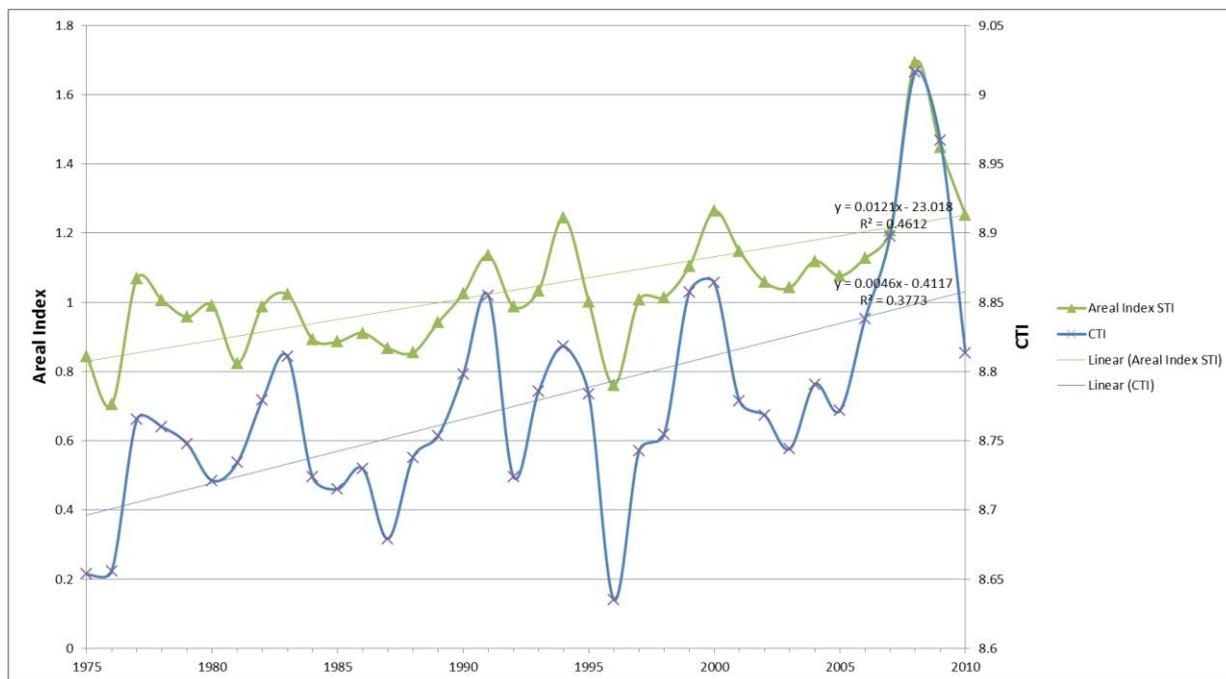
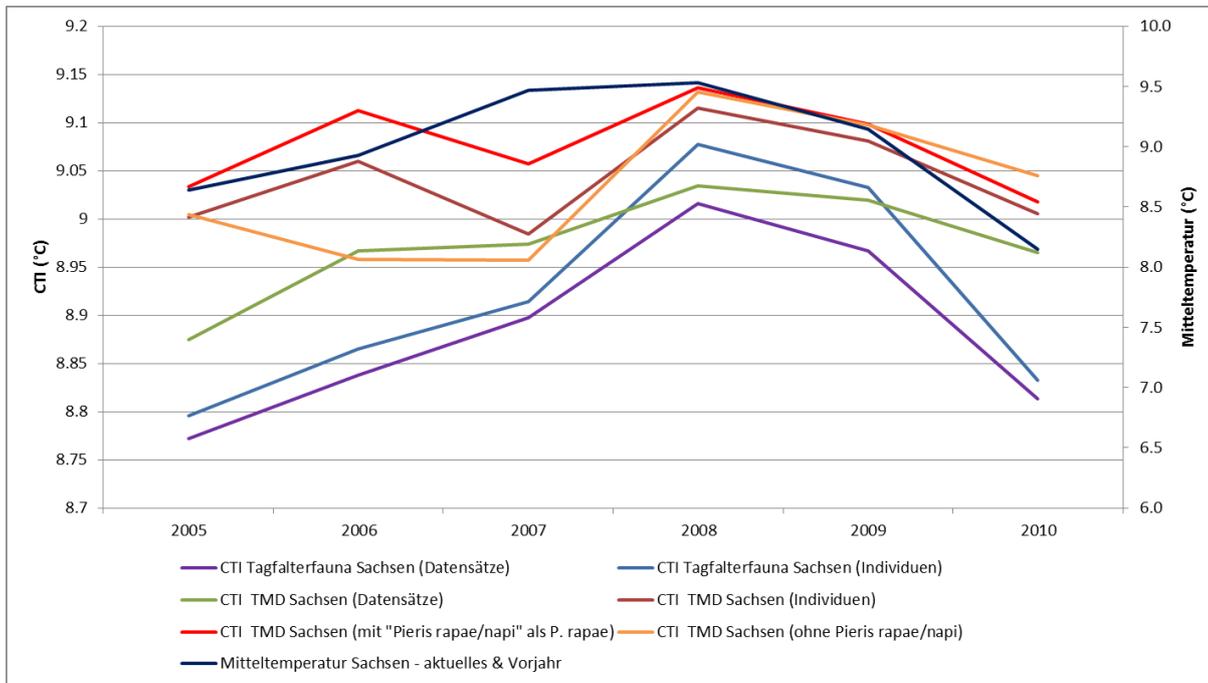


Abbildung 20: Entwicklung des STI-basierten Areal-Index bei Tagfaltern Sachsens im Vergleich zum CTI (Beachte: verschiedene Skalen für CTI und AI)

### 2.3.3 CTI bei Tagfaltern Sachsens – Vergleich mit TMD-Daten

Die obigen Berechnungen des CTI für die Tagfalter Sachsens erfolgten mit Daten aus der Datenbank Tagfalterfauna von Rolf Reinhardt, die nicht aus standardisierten Monitoring-Programmen stammen. Nur damit war eine Analyse über einen längeren Zeitraum möglich. Mit dem Tagfalter-Monitoring Deutschlands (TMD) existiert aber seit 2005 auch ein in den Methoden standardisiertes Monitoring-Programm, s. Kapitel 3.3.3. Erstmals wurden jetzt die sächsischen Daten aus diesem Programm entsprechend ausgewertet (Abbildung 21).



**Abbildung 21: Entwicklung des CTI bei Tagfaltern Sachsens – Vergleich der Ergebnisse aus der Datenbank Tagfalterfauna und aus dem TMD-Monitoring-Programm**

(Beachte: verschiedene Skalen für CTI und Temperatur)

Die Gewichtung der Daten erfolgte hierbei entweder nach Individuenzahlen oder nach der Anzahl der Datensätze (= Anzahl der gemeldeten Transektabschnitte pro Art). Im Gegensatz zu den Daten aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG, bei denen in diesem Zeitraum kaum ein Unterschied zwischen den Gewichtungen nach Anzahl der Datensätze bzw. Individuen besteht, ergibt sich im TMD-Monitoring-Datensatz ein auffällig anderer Verlauf des CTI-Werts im Jahr 2007 („Einknick“) für die Gewichtung nach Individuenzahlen. Der Grund hierfür ist vermutlich, dass der häufige Kleine Kohlweißling (*Pieris rapae*) (Abbildung 22), eine *Pieris*-Art mit relativ hohem STI-Wert, im Jahr 2007 ein besonders gutes Flugjahr hatte, aber in diesem Jahr nicht repräsentativ erfasst wurde. Indizien dafür sind die vergleichsweise geringe Zahl erfasster *Pieris*-Individuen (Weißlinge) im Jahr 2007 (Abbildung 23) im Vergleich zur Anzahl der Datensätze (Abbildung 24) und die höhere Quote unbestimmter *Pieris*-Individuen in diesem Jahr (Abbildung 25). Die Bedeutung der korrekten Erfassung und Bestimmung dieses Artkomplexes zeigt sich in den großen Unterschieden der CTI-Werte, wenn alle unbestimmten *Pieris*-Falter als *Pieris rapae* (Kleiner Kohlweißling) gewertet bzw. der gesamte Komplex aus der Analyse entfernt wird (Abbildung 21). Im Jahre 2009 wurde ein ähnlicher Effekt dagegen nicht beobachtet, möglicherweise aufgrund der gestiegenen Erfahrung der Transektzähler.

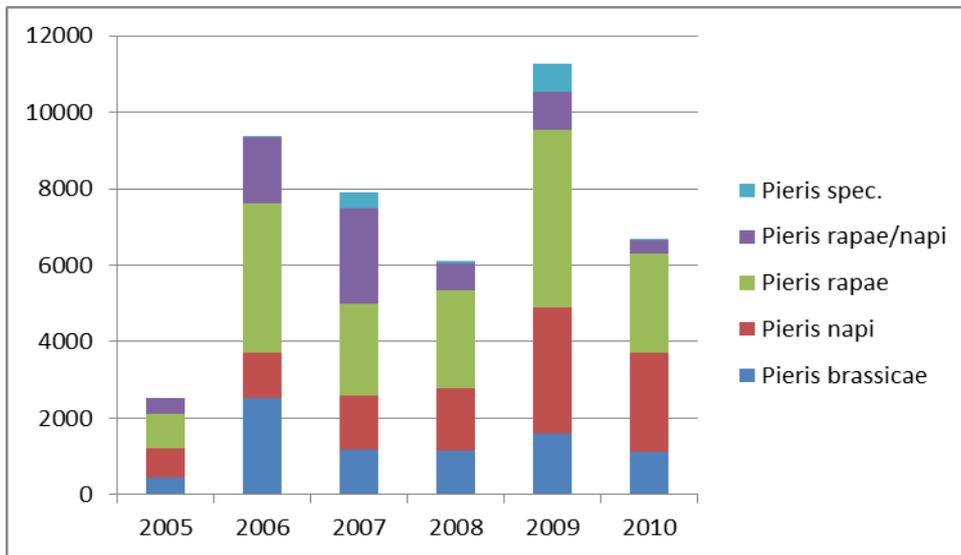
Abgesehen davon zeigt die TMD-Kurve einen ähnlichen Verlauf wie die CTI-Kurven der Tagfalter-Daten aus der Datenbank Rolf Reinhardt, allerdings liegen die CTI-Werte der TMD-Daten im Mittel um etwa 0,1°C darüber. Dies erklärt sich wohl aus der Tatsache, dass die TMD-Transekte fast ausschließlich in den relativ warmen Tieflandregionen liegen und damit für Gesamtsachsen derzeit nicht repräsentativ erscheinen.

Obwohl die auf unterschiedlichen Datengrundlagen basierenden Ergebnisse einander sehr ähnlich sind, bieten die Daten aus dem TMD für den betrachteten Raum eine bessere Berechnungsgrundlage, weil sie mit Hilfe einer standardisierten Methode gewonnen werden. Voraussetzung ist jedoch eine hohe Kontinuität der Erfassungen und die Gewährleistung der räumliche Repräsentativität. Faunistische Datensätze, sofern sie einen bestimmten Mindestumfang aufweisen, sind ebenfalls für zeitliche Analysen des CTI geeignet. Allerdings ist davon auszugehen, dass schwankende Bearbeitungsintensitäten, unterschiedliche Nachweismethoden und die Fokussierung auf bestimmte Arten oder Gebiete das Ergebnis beeinflussen können. Fehlbestimmungen spielen nur dann eine Rolle, wenn sie häufige Arten betreffen, die sich in ihren STI-Werten stark unterscheiden und die Häufigkeitsverhältnisse dieser Arten dadurch stark beeinflusst werden. Dies muss bei der Auswertung der Daten berücksichtigt werden. Einzelne Fehlbestimmungen sind dagegen für die Ergebnisse ohne Belang.



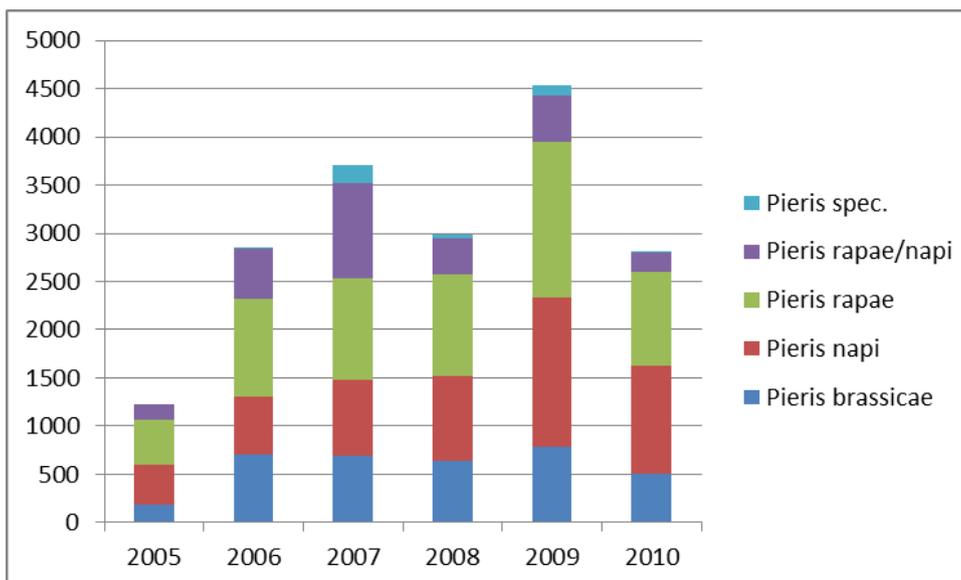
**Abbildung 22: Männchen der Weißlings-Gattung *Pieris*** (Fotos: M. Wiemers)

Kleiner Kohlweißling (*Pieris rapae*; links), Grünader-Weißling (*Pieris napi*) in der Frühjahrs- und Sommergeneration (Mitte und rechts). Deutlich ist die große Ähnlichkeit beider Arten in der Sommergeneration. Wenngleich beide Arten weit verbreitet sind und oft zusammen beobachtet werden, ist der Grünader-Weißling weniger wärmeliebend und besiedelt vorzugsweise Waldgebiete, während die beiden anderen *Pieris*-Arten Offenland bevorzugen.



**Abbildung 23: Der *Pieris*-Komplex im TMD Sachsen. Anzahl gemeldeter Individuen**

*Pieris brassicae*: Großer Kohlweißling, *Pieris rapae*: Kleiner Kohlweißling, *Pieris napi*: Grünader-Weißling



**Abbildung 24: Der *Pieris*-Komplex im TMD Sachsen. Anzahl gemeldeter Datensätze**

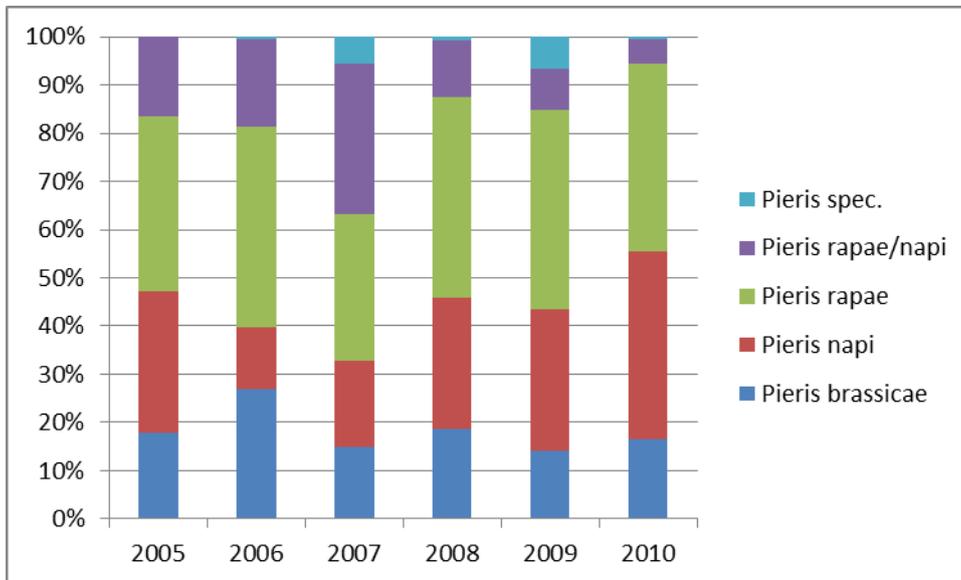


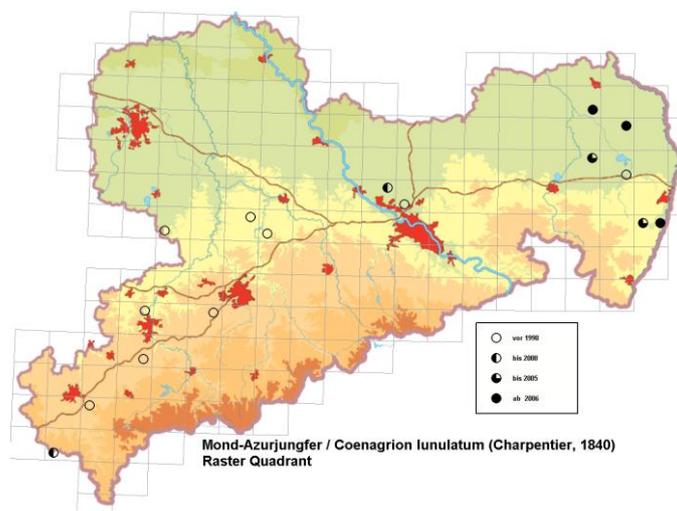
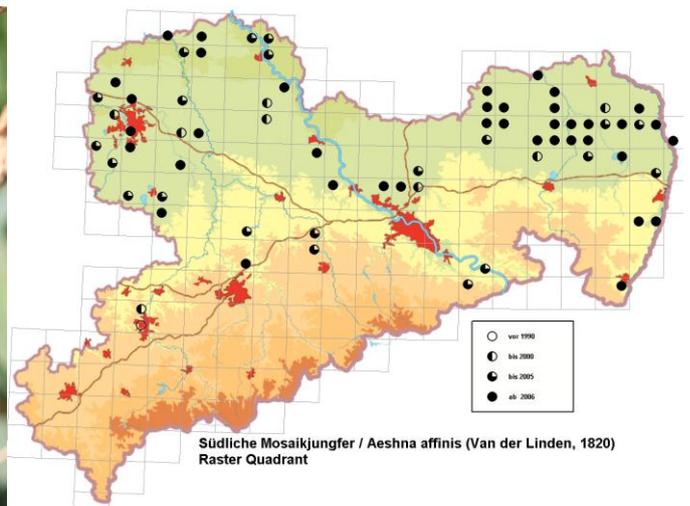
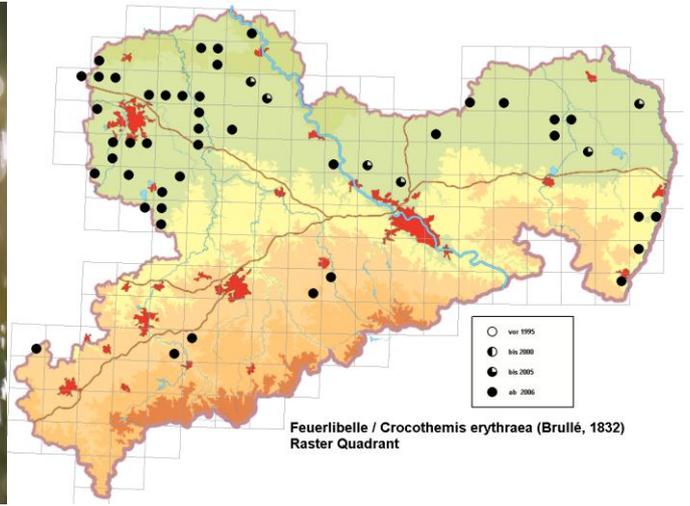
Abbildung 25: Der *Pieris*-Komplex im TMD Sachsen. Anteil (%) gemeldeter Individuen

### 2.3.4 CTI und Areal-Index bei Libellen

Im Berichtszeitraum wurden mit Hilfe der Verbreitungskarten aus ASKEW (1988) und DIJKSTRA & LEWINGTON (2006) und ihrer Übertragung in Worldmap (WILLIAMS 2000) erstmals Species Temperature Indices (STI) für die Libellen Europas berechnet (SCHWEIGER et al. unpubliziert), wodurch eine Analyse der Entwicklung des Community Temperature Index (CTI) auch für diese Tiergruppe ermöglicht wurde. Abbildung 27 zeigt den Verlauf des CTI für die Libellen Sachsens für den Zeitraum 1991-2010, aus dem ausreichend Daten vorlagen, mit einem deutlichen Anstieg des CTI von  $0,9 \times 10^{-2} \text{ °C}$  pro Jahr.

Dies weist darauf hin, dass in den Libellengemeinschaften Sachsens zunehmend wärmeadaptierte Arten dominieren. Der Kurvenverlauf zeigt allerdings auch starke Schwankungen, die – anders als bei den Tagfaltern – nicht mit den Jahresmitteltemperaturen des Flugjahres korrelieren. Zurückzuführen ist dies auf die größtenteils mehrjährige Entwicklungsdauer der Libellen mit einer Generationslänge von bis zu fünf Jahren (BROCKHAUS & FISCHER 2005) (Abbildung 28).

Dieses Ergebnis bestätigt die Aussage von BROCKHAUS & FISCHER (2005), wonach seit 1990 der Anteil mediterraner Libellenarten in Sachsen zugenommen hat. Beispiele für neu aufgetretene und in Ausbreitung begriffene Arten sind z. B. die Feuerlibelle (*Crocothemis erythraea*), die Schabrackenlibelle (*Anax ephippiger*), der Südliche Blaupfeil (*Orthetrum brunneum*), die Südliche Mosaikjungfer (*Aeshna affinis*) und die Frühe Heidelibelle (*Sympetrum fonscolombii*), während kälteadaptierte Arten wie die Arktische Smaragdlibelle (*Somatochlora arctica*), die Mond-Azurjungfer (*Coenagrion lunulatum*), die Alpen-Smaragdlibelle (*Somatochlora alpestris*), die Hochmoor-Mosaikjungfer (*Aeshna subarctica*) oder die Zwerglibelle (*Nehalennia speciosa*) im Rückgang begriffen sind (vgl. Abbildung 26; s. auch Heft 24/2013 der Schriftenreihe des LfULG, Tabelle 17 und Kapitel 7.9.1).



**Abbildung 26: Feuerlibelle (oben) und Südliche Mosaikjungfer (Mitte) als Beispiele südlich verbreiteter, in Sachsen sich ausbreitender Libellen, und Mond-Azurjungfer (unten, sogenanntes „Paarungsrad“) als Beispiel einer im Rückgang befindlichen eurosibirischen, an Moorgewässer angepassten Libellenart (Fotos: H. Blischke)**

Die mit abgedruckten sächsischen Verbreitungskarten dieser Arten (Daten der Zentralen Artdatenbank des LfULG, Stand 06.02.2013) verdeutlichen zahlreiche neuere Nachweise (2006 und jünger) bei der Feuerlibelle und der Südlichen Mosaikjungfer, während bei der Mond-Azurjungfer die älteren Nachweise (vor 1990) überwiegen und Neunachweise bzw. Vorkommensbestätigungen mittlerweile selten geworden sind.

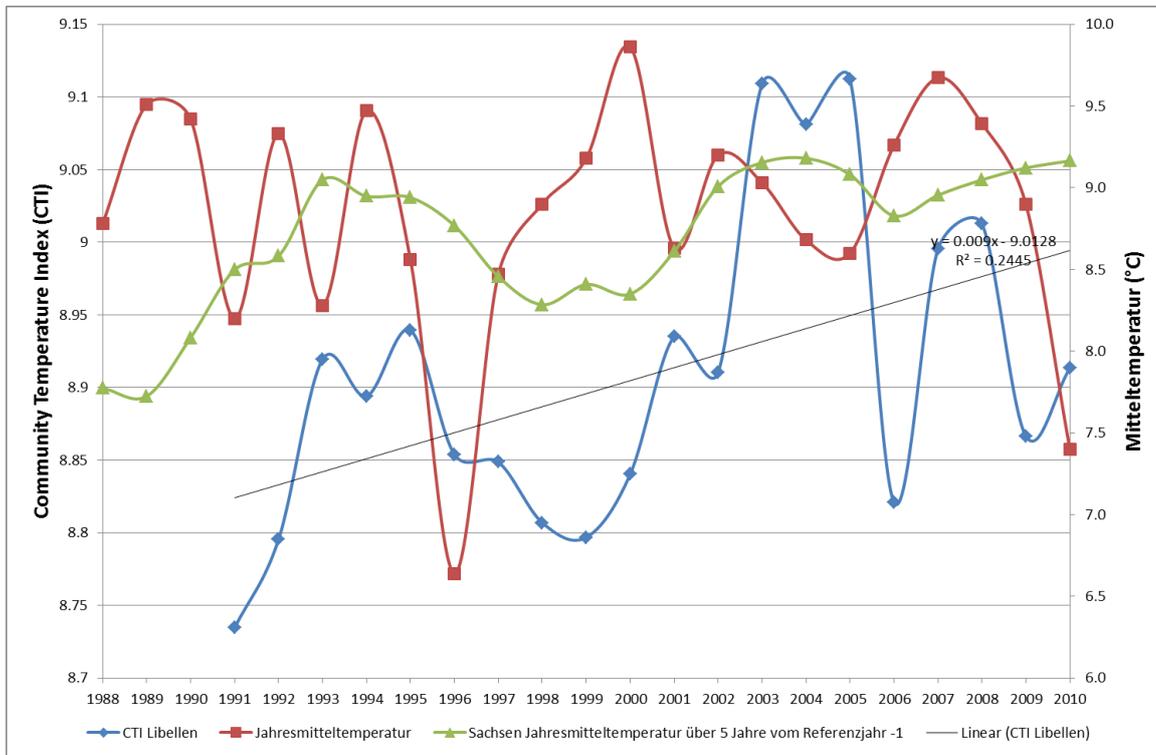


Abbildung 27: Entwicklung des CTI bei Libellen Sachsens 1991-2010

(Beachte: verschiedene Skalen für CTI und Temperatur)

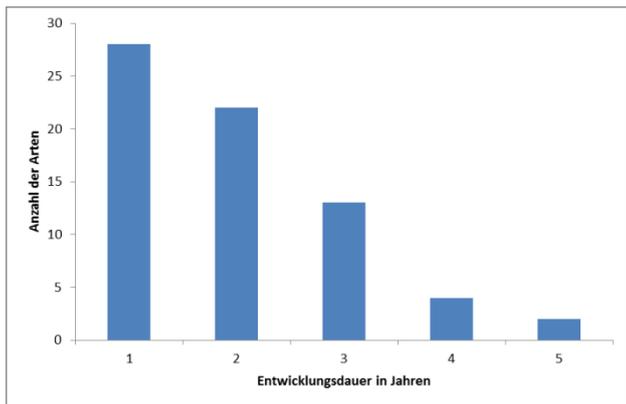


Abbildung 28: Entwicklungsdauer sächsischer Libellen

Tabelle 1: Entwicklungsdauer sächsischer Libellenarten

Art (wiss.)	Art (dt.)	Dauer der Larvalentwicklung in Jahren	
		Minimal	Maximal
<i>Aeshna affinis</i>	Südliche Mosaikjungfer	1.0	1.0
<i>Aeshna cyanea</i>	Blaugrüne Mosaikjungfer	1.0	2.0
<i>Aeshna grandis</i>	Braune Mosaikjungfer	2.0	3.0
<i>Aeshna isoceles</i>	Keilflecklibelle	1.0	2.0
<i>Aeshna juncea</i>	Torf-Mosaikjungfer	2.0	4.0
<i>Aeshna mixta</i>	Herbst-Mosaikjungfer	0.3	0.5
<i>Aeshna subarctica</i>	Hochmoor-Mosaikjungfer	3.0	4.0
<i>Anax ephippiger</i>	Schabrackenlibelle	0.2	0.3
<i>Anax imperator</i>	Große Königslibelle	1.0	2.0
<i>Anax parthenope</i>	Kleine Königslibelle	1.0	2.0
<i>Brachytron pratense</i>	Kleine Mosaikjungfer	2.0	3.0
<i>Calopteryx splendens</i>	Gebänderte Prachtlibelle	1.0	2.0
<i>Calopteryx virgo</i>	Blaufügel-Prachtlibelle	1.0	2.0

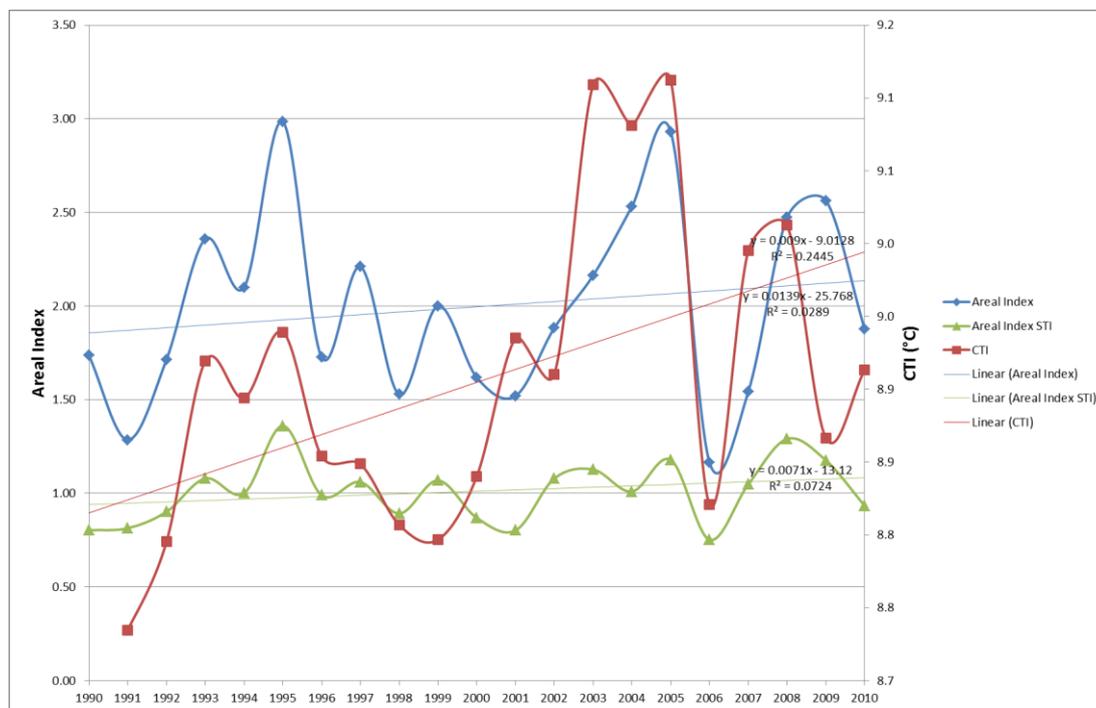
Art (wiss.)	Art (dt.)	Dauer der Larvalentwicklung in Jahren	
		Minimal	Maximal
<i>Coenagrion armatum</i>	Hauben-Azurjungfer	1.0	4.0
<i>Coenagrion hastulatum</i>	Speer-Azurjungfer	1.0	2.0
<i>Coenagrion lunulatum</i>	Mond-Azurjungfer	1.0	1.0
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Helm-Azurjungfer	1.0	1.0
<i>Coenagrion ornatum</i>	Vogel-Azurjungfer	1.0	2.0
<i>Coenagrion puella</i>	Hufeisen-Azurjungfer	1.0	1.0
<i>Coenagrion pulchellum</i>	Fledermaus-Azurjungfer	1.0	2.0
<i>Cordulegaster bidentata</i>	Gestreifte Quelljungfer	4.0	6.0
<i>Cordulegaster boltonii</i>	Zweiggestreifte Quelljungfer	4.0	5.0
<i>Cordulia aenea</i>	Gemeine Smaragdlibelle	2.0	3.0
<i>Crocothemis erythraea</i>	Feuerlibelle	1.0	1.0
<i>Enallagma cyathigerum</i>	Becher-Azurjungfer	0.5	2.0
<i>Epitheca bimaculata</i>	Zweifleck	2.0	3.0
<i>Erythromma lindenii</i>	Pokal-Azurjungfer	1.0	1.0
<i>Erythromma najas</i>	Großes Granatauge	1.0	1.0
<i>Erythromma viridulum</i>	Kleines Granatauge	1.0	1.0
<i>Gomphus flavipes</i>	Asiatische Keiljungfer	2.0	4.0
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	Gemeine Keiljungfer	2.0	4.0
<i>Ischnura elegans</i>	Große Pechlibelle	0.5	1.0
<i>Ischnura pumilio</i>	Kleine Pechlibelle	0.5	1.0
<i>Lestes barbarus</i>	Südliche Binsenjungfer	0.1	0.2
<i>Lestes dryas</i>	Glänzende Binsenjungfer	0.3	0.5
<i>Lestes sponsa</i>	Gemeine Binsenjungfer	0.3	0.5
<i>Lestes virans</i>	Kleine Binsenjungfer	0.3	0.5
<i>Lestes viridis</i>	Große Binsenjungfer	0.3	0.5
<i>Leucorrhinia albifrons</i>	Östliche Moosjungfer	2.0	2.0
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	Zierliche Moosjungfer	2.0	2.0
<i>Leucorrhinia dubia</i>	Kleine Moosjungfer	2.0	4.0
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	Große Moosjungfer	2.0	3.0
<i>Leucorrhinia rubicunda</i>	Nordische Moosjungfer	2.0	2.0
<i>Libellula depressa</i>	Plattbauch	1.0	2.0
<i>Libellula fulva</i>	Spitzenfleck	2.0	2.0
<i>Libellula quadrimaculata</i>	Vierfleck	1.0	2.0
<i>Nehalennia speciosa</i>	Zwerglibelle	1.0	1.0
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	Kleine Zangenlibelle	3.0	3.0
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Grüne Keiljungfer	3.0	4.0
<i>Orthetrum brunneum</i>	Südlicher Blaupfeil	1.0	2.0
<i>Orthetrum cancellatum</i>	Großer Blaupfeil	1.0	3.0
<i>Orthetrum coerulescens</i>	Kleiner Blaupfeil	1.0	2.0
<i>Platycnemis pennipes</i>	Gemeine Federlibelle	1.0	2.0
<i>Pyrhosoma nymphula</i>	Frühe Adonislibelle	1.0	3.0
<i>Somatochlora alpestris</i>	Alpen-Smaragdlibelle	2.0	5.0
<i>Somatochlora arctica</i>	Arktische Smaragdlibelle	2.0	5.0
<i>Somatochlora flavomaculata</i>	Gefleckte Smaragdlibelle	3.0	3.0
<i>Somatochlora metallica</i>	Glänzende Smaragdlibelle	2.0	3.0
<i>Sympecma fusca</i>	Gemeine Winterlibelle	0.2	0.3
<i>Sympecma paedisca</i>	Sibirische Winterlibelle	0.2	0.3
<i>Sympetrum danae</i>	Schwarze Heidelibelle	0.2	0.5
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	Sumpf-Heidelibelle	0.5	0.5
<i>Sympetrum flaveolum</i>	Gefleckte Heidelibelle	0.5	0.5
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Frühe Heidelibelle	0.1	0.3
<i>Sympetrum meridionale</i>	Südliche Heidelibelle	1.0	1.0
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	Gebänderte Heidelibelle	0.1	0.2
<i>Sympetrum sanguineum</i>	Blutrote Heidelibelle	1.0	1.0
<i>Sympetrum striolatum</i>	Große Heidelibelle	1.0	1.3
<i>Sympetrum vulgatum</i>	Gemeine Heidelibelle	0.3	0.3

Berücksichtigt man die mehrjährige Entwicklungsdauer vieler Libellenarten durch Berechnung eines gleitenden einseitigen Temperaturmittels über mehrere Jahre und Variation des Referenzjahres, so ergibt sich die beste und hochsignifikante Korrelation (0,73,  $p=0,0006$ ) mit dem Verlauf des CTI bei Verwendung eines fünfjährigen gleitenden Mittels der fünf Jahre vor dem jeweiligen Flugjahr (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Korrelationskoeffizienten zwischen einseitigen gleitenden Mitteln der Jahrestemperaturen und dem CTI der Libellen Sachsens im Zeitraum 1991-2010 (signifikante Korrelationen entsprechend gekennzeichnet)**

		Referenzjahr				
		0	-1	-2		
gleitendes Mittel über Anzahl Jahre	1	0.07	0.27	0.07		
	2	0.22	0.23	0.25		
	3	0.23	0.35	0.43		
	4	0.35	<b>0.52</b>	<b>0.62</b>	*	**
	5	<b>0.54</b>	*	<b>0.73</b>	***	**
	6	<b>0.72</b>	***	<b>0.71</b>	***	*
	7	<b>0.70</b>	***	<b>0.59</b>	*	
	8	<b>0.61</b>	*			

Der in Kapitel 2.1.2 vorgestellte Areal-Index wurde auch für die Libellen Sachsens berechnet (Abbildung 29). Auch dieser Index weist für den Zeitraum 1990-2010 eine deutliche Steigung von  $1,39 \times 10^{-2}$  (manuelle Berechnung) bzw.  $0,7 \times 10^{-2}$  (STI-basierte Berechnung, s. Kapitel 2.3.2) auf.



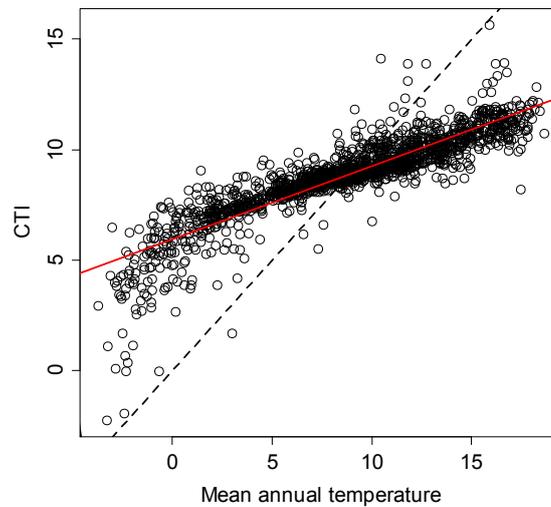
**Abbildung 29: Entwicklung des Areal-Index bei Libellen Sachsens 1990-2010 im Vergleich zum CTI** (Beachte: verschiedene Skalen für CTI und AI)

### 2.3.5 Interpretation der Steigung des Community Temperature Index (CTI)

Sowohl bei Tagfaltern als auch bei Libellen Sachsens zeigt der CTI eine deutliche Steigung.

Es stellt sich hierbei aber die Frage, ob der Rückgang kälteadaptierter Arten durch Zunahme wärmeadaptierter Arten ausgeglichen wird und damit diese Steigung des CTI eine vollständige Anpassung an die Klimaerwärmung anzeigt. Bisherige Untersuchungen bei Vögeln und Tagfaltern haben gezeigt, dass dies nicht der Fall ist, was z. B. durch Ausbreitungsschwierigkeiten bedingt sein kann (DEVICTOR et al. 2008; DEVICTOR et al. 2012). Das in diesen Studien verwendete Verfahren eines großräumigen Vergleichs beider Werte ist in einem vergleichsweise kleinen Gebiet wie dem Land Sachsen hingegen nicht

anwendbar. Ein Vergleich der Jahresmitteltemperaturen jeder Rasterzelle mit den korrespondierenden CTI-Werten ihrer Tagfaltermgemeinschaften über das gesamte europäische Verbreitungsgebiet zeigt im Temperaturbereich über 0°C aber einen quasi-linearen Zusammenhang mit einer Steigung von 0,33 (Abbildung 30), die als Eichung zur Interpretation der Steigung des CTI bei Tagfaltern Sachsens verwendet werden kann.



**Abbildung 30: CTI-Werte von Artengemeinschaften der Tagfalter Europas im Vergleich zur örtlichen Jahresmitteltemperatur über alle besiedelten Rasterzellen in Europa**

Der Temperaturanstieg in Sachsen im Zeitraum 1975-2010 betrug im Mittel  $2,9 \times 10^{-2}$  °C pro Jahr, was einem CTI-Anstieg von  $9,5 \times 10^{-3}$  entsprechen würde ( $0,029 \times 0,33$ ). Der tatsächliche Anstieg des CTI im selben Zeitraum war mit  $4,6 \times 10^{-3}$  (bei Gewichtung nach Datensätzen) jedoch deutlich niedriger. DEVICTOR et al. (2012) stellten bei Tagfaltern in Europa einen CTI-Anstieg von  $9,3 \times 10^{-3}$  im Zeitraum 1990-2008 bei einem gleichzeitigen Temperaturanstieg von  $5,5 \times 10^{-2}$  fest. Im selben Zeitraum betrug der CTI-Anstieg in Sachsen  $5,8 \times 10^{-3}$  bei einem Temperaturanstieg von  $3,5 \times 10^{-2}$ .

Daraus kann geschlossen werden, dass sich die Tagfaltermgemeinschaften Sachsens zwar durch eine relative Zunahme wärmeadaptierter Arten im Vergleich zu kälteadaptierten Arten verändert haben, aber nicht in dem Maße, wie dies durch die Temperaturveränderung zu erwarten gewesen wäre.

Dies liegt vermutlich insbesondere an einer zu geringen Zuwanderung südlicher Arten. Bei mobilen Arten wie Tagfaltern spielt hierbei die Habitatverfügbarkeit eine wichtige Rolle, denn die meisten wärmeliebenden Arten sind auf extensiv bewirtschaftete Flächen (z. B. Trockenrasen) angewiesen, die in der modernen Agrarlandschaft nur noch sehr isolierte Vorkommen besitzen.

### 2.3.6 Vögel

Für CTI-Berechnungen standen STI-Werte für sämtliche Vögel Sachsens zur Verfügung. Diese beruhen (wie bei den Tagfaltern) auf der europäischen Verbreitung der Arten, die Verbreitungskarten entstammen HAGEMEIJER & BLAIR (1997). Die Berechnungen erfolgten analog den Tagfaltern für die Zeitperiode 1975-2010 und zwar sowohl für die Gesamtdaten als auch getrennt für die Wasservogelzählungen und das Datenset der „Sonstigen Vögel“ (Abbildung 31).

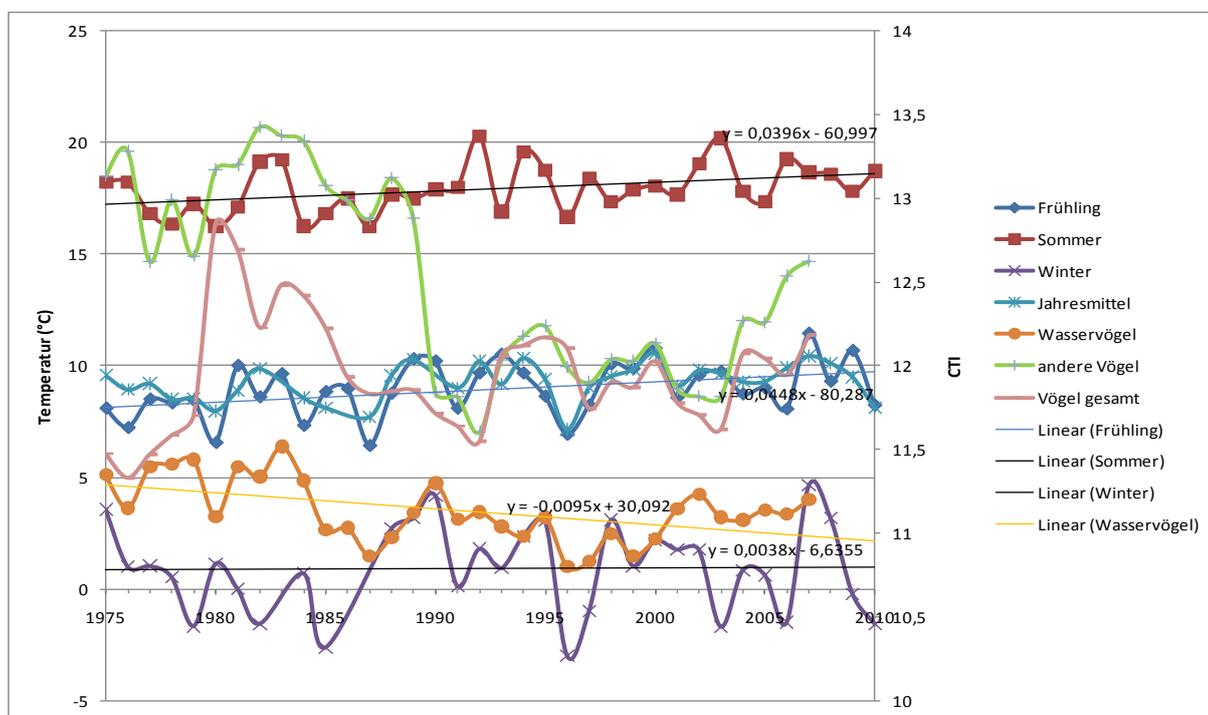
Der CTI für das Gesamtdatenset und für die sonstigen Vögel weist extreme Schwankungen auf, die nicht mit den Temperaturverläufen korrelieren.

Der Grund dafür liegt vermutlich in der Heterogenität der Daten, sowohl zeitlich (Brutvögel, s. o.) als auch in der Art der Kartierung (sonstige Vögel). Weil Vogelpopulationen möglicherweise weniger auf Jahresmitteltemperaturen als auf saisonale Temperaturschwankungen reagieren (MØLLER et al. 2006), wurde nicht nur auf Korrelationen mit der Jahresmitteltemperatur, sondern auch auf Korrelationen mit Monats- und Jahreszeitmitteln im gleichen Jahr sowie im Vorjahr getestet. Keine der Korrelationen erwies sich jedoch als signifikant. Homogener, vor allem aufgrund des systematischen Monitorings, ist das Datenset der Wasservögel. Der CTI für die Wasservögel weist dementsprechend auch keine extremen Schwankungen auf,

zeigt jedoch mit einer Steigung von  $-0,95 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$  pro Jahr einen gegenläufigen Trend im Vergleich zum sächsischen Jahresmittel der Temperatur ( $2,9 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$ ) wie auch den saisonalen Mittelwerten (Frühjahr:  $4,5 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$ , Sommer:  $4,0 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$ , Herbst:  $3,0 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$ , Winter:  $0,4 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$  pro Jahr). Es stellt sich aber die Frage, ob dieser Trend bei den Wasservögeln als für Vögel repräsentativ angesehen werden kann, zumal es sich bei einem großen Anteil der Wasservogelarten nicht um Brutnachweise, sondern um den Nachweis von Durchzüglern handelt. Der CTI wurde ursprünglich für Brutvögel in Frankreich entwickelt (DEVICTOR et al. 2008). Im Zeitraum 1989-2006 ergab sich dort ein Anstieg des CTI um  $0,6 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$ . Im Vergleich dazu stieg die Jahresmitteltemperatur im selben Gebiet und Zeitraum um  $6,8 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$ .

Die sächsischen **Daten der Brutvogelkartierungen** wurden in dieser Arbeit nicht separat ausgewertet, weil die umfangreichen Daten des 3. Kartierungsdurchganges 2004-2007 noch nicht verfügbar waren. Inzwischen sind diese aber in der Zentralen Artendatenbank des LfULG enthalten. Folgende Auswertungen bieten sich an (vgl. Kapitel 2.2.1) und sollten für die nächste Aktualisierung des Indikatorensets Biodiversität für das sächsische Klimafolgenmonitoring (vgl. Kapitel 3.7) durchgerechnet werden:

- Berechnung des CTI mit den Punktdaten der Brutvogelkartierungen separat für die Jahre 1993, 1994, 1995, 1996, 2004, 2005, 2006 und 2007 sowie Vergleich und Korrelation mit den entsprechenden sächsischen Jahresmittelwerten der Lufttemperatur für diese Einzeljahre
- Berechnung des CTI mit den Rasterdaten der Brutvogelkartierungen für die Zeiträume 1978-1982, 1993-1996 und 2004-2007 sowie Vergleich und Korrelation mit den entsprechenden sächsischen Mittelwerten der Lufttemperatur für diese Zeiträume



**Abbildung 31: Entwicklung des CTI bei Vögeln (291 Arten) im Zeitraum 1975-2007 und Vergleich mit der Temperaturentwicklung in Sachsen**

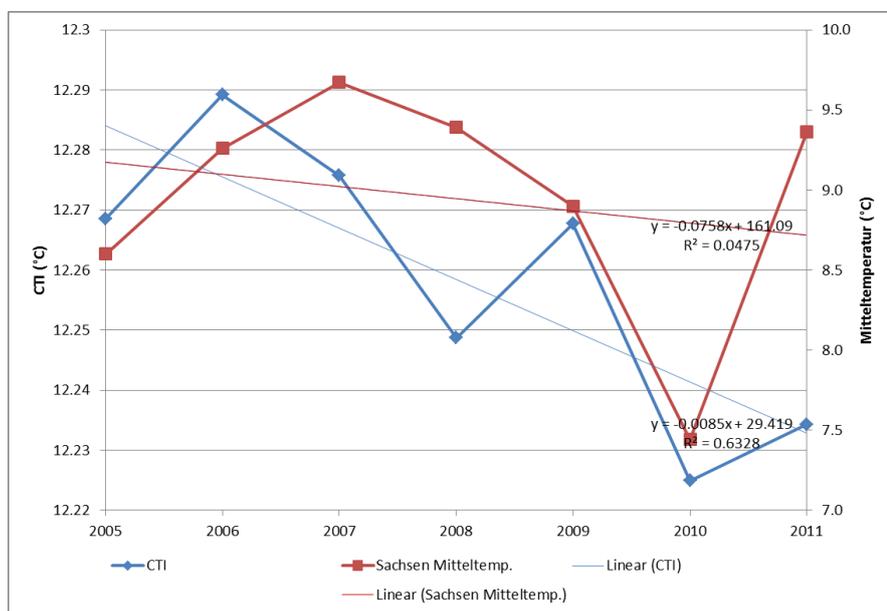
(Beachte: verschiedene Skalen für CTI und Temperatur)

Aus den Daten des Monitorings häufiger Brutvogelarten des DDA, die für die Jahre 2005-2011 vorlagen, ergibt sich eine Steigung des CTI von  $-8,5 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$  pro Jahr. Die Jahresmittel der Temperatur in Sachsen (Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes, DWD) weisen im selben Zeitraum eine Steigung von  $-7,58 \times 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}$  pro Jahr auf. Zwischen den Jahresmitteln der Temperatur und den CTI-Werten gibt es zwar eine positive Korrelation (0.52), die aber nicht signifikant ist ( $p = 0.23$ ). Allgemein ist ein Zeitraum von sieben Jahren zu kurz, um gerichtete Temperaturentwicklungen (Klimatrends) zu ermitteln. Dafür sind mindestens 10-, besser sogar 30-jährige Zeitreihen erforderlich (vgl. z. B. Abbildung 31). Dies erklärt den leicht negativen Trend der Temperaturentwicklung im Zeitraum 2005-2011 in Sachsen. So war 2010 bezüglich der Mitteltemperatur ein vergleichsweise kaltes Jahr in Sachsen. Die Mitteltemperatur lag mit  $7,45 \text{ }^\circ\text{C}$  über  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  niedriger als im Jahr 2007, das mit  $9,68 \text{ }^\circ\text{C}$  überdurchschnittlich

warm gewesen ist. Die Mitteltemperatur der internationalen klimatologischen Referenzperiode 1961-1990 liegt in Sachsen bei 8,12 °C.

Analog zu den Aussagen zur Temperaturentwicklung ist der siebenjährige Auswertungszeitraum ebenfalls zu kurz, um einen verlässlichen Trend für den CTI der Brutvogelarten (DDA-Monitoringdaten) abzuleiten. Es wird empfohlen, die Entwicklung des CTI auf Basis der Daten aus dem Monitoring häufiger Brutvogelarten des DDA kontinuierlich weiter zu verfolgen, um zu untersuchen, ob sich der angedeutete negative Trend (fallender CTI) fortsetzt.

Die Schwankungen des CTI in Abbildung 32 zeigen, dass sich die Zusammensetzung der Brutvogelgemeinschaft über die Zeit ändert. Verglichen mit Tagfaltern und Libellen ist die Schwankungsbreite der CTI-Werte erheblich geringer (Vögel: ca. 0,07 °C im betrachteten Zeitraum). Das dürfte darauf zurückzuführen sein, dass Vögel als homoiotherme<sup>8</sup> Organismen unempfindlicher auf Temperaturveränderungen reagieren. Ob eine solche geringfügige Veränderung klimatisch bedingt ist, kann anhand einer so kurzen Zeitreihe jedoch nicht beurteilt werden. Die geringeren Schwankungen des CTI bei den Vögeln sind vermutlich auch durch die im Vergleich zu Insekten geringeren Populationsschwankungen bedingt, verursacht z. B. durch die längere Lebensdauer und geringere Fertilität (Eizahl pro Gelege: wenige Eier bei Vögeln, aber 100-1.000 Eier bei Tagfaltern).



**Abbildung 32: CTI der Vögel Sachsens (140 Arten; Monitoring häufiger Brutvogelarten des DDA) im Zeitraum 2005-2011**  
(Beachte: verschiedene Skalen für CTI und Temperatur)

Dass der CTI grundsätzlich geeignet ist, bei der Artengruppe der Vögel Reaktionen auf Klimaveränderungen (Temperaturentwicklungen) aufzuzeigen, verdeutlichen die Arbeiten von DEVICTOR et al. (2008) und für Deutschland von TRAUTMANN in BARTZ et al. (2013, unpubliziert). In dem bis 2014 laufenden Forschungsvorhaben des BfN mit dem Titel „Indikatorensystem zur Darstellung direkter und indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt“ (FKZ 3511 82 044) wird u. a. ein Indikator „Community Temperature Index für Vögel“ vorgeschlagen. Erste vorläufige Auswertungen mit Daten aus dem Monitoring häufiger Vogelarten (1990-2010) für Deutschland weisen eine hochsignifikante Zunahme des CTI sowohl unter Verwendung eines Artensets von 44 als auch von 100 Arten nach (Zunahme beim 100 Arten-Set von 12,08 °C 1990 auf 12,27 °C 2010). Interessanterweise konnte analog zu Sachsen mit den seit 2005 verfügbaren Daten aus dem DDA-Monitoring häufiger Brutvögel bei deutschlandweiter Auswertung ebenfalls noch kein signifikanter Trend aufgezeigt werden (TRAUTMANN in BARTZ et al. (2013, unpubliziert).

<sup>8</sup> Homoiotherme (gleichwarme) Tiere regulieren ihre Körpertemperatur selbst und sind somit in ihrer Aktivität nicht von der Außentemperatur abhängig.

### 2.3.7 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die bisherigen Analysen zeigen an, dass sowohl Tagfalter als auch Libellen (Libellen mit Verzögerung aufgrund der meist längeren Generationsdauer, vgl. Kapitel 2.3.4) bereits auf Klimaveränderungen reagieren. Als relativ robuster Indikator ermöglicht der CTI Auswertungen selbst mit heterogenen Daten, allerdings nur in einem begrenzten Ausmaß. Für weitergehende Auswertungen, z. B. welche Klimakomponenten für bestimmte Arten oder Artengruppen entscheidend sind, werden qualitativ hochwertige Datensets mit repräsentativem Stichprobendesign benötigt, die derzeit noch nicht vorliegen. Solche Datensets können mit einem systematischen Klimafolgenmonitoring Biodiversität, wie es in den Grundzügen in diesem FuE-Projekt methodisch entwickelt und vorgestellt wird, kontinuierlich erhoben werden (vgl. Kapitel 3, insbesondere 3.6). Erste Ansätze dazu bestehen aber bereits (wie z. B. das Monitoring häufiger Brutvogelarten des DDA oder das TMD) und sollten unterstützt und weiter ausgebaut werden. Eine Einbindung von Ehrenamtlern in das Klimawandel-Biodiversitäts-Monitoring wird empfohlen, allerdings bedarf es hier nicht nur finanzieller Unterstützung bei der Erfassung, sondern nach den Erfahrungen im TMD auch qualifizierter Betreuung bei der Speicherung und Qualitätskontrolle der Daten sowie professioneller Unterstützung bei der Datenauswertung.

**Komplexe Indikatoren wie der CTI**, die eine ganze klimasensitive Artengruppe in die Auswertung einbeziehen, ermöglichen gesichertere Trendaussagen als Analysen auf Basis einzelner Arten. Voraussetzung ist, dass ausreichend lange Zeiträume (empfohlen werden mindestens zehn Jahre, besser aber noch länger) und ausreichend große und räumlich repräsentative Datensets (empfohlen jährlich mindestens 1.000 Datensätze verteilt über Sachsen) für die Auswertung zur Verfügung stehen. Diesbezüglich sind insbesondere die Artdaten für Tagfalter und Libellen aus den Artverbreitungsdatenbanken bzw. aus dem TMD-Monitoring (Tagfalter) geeignet. Für die Artengruppe der Vögel wurden CTI-Berechnungen ebenfalls durchgeführt. Jedoch erwiesen sich die für Sachsen verfügbaren Verbreitungsdaten aus den Brutvogelkartierungen (Daten des aktuellen 3. Durchgangs standen noch nicht zur Verfügung) und sonstigen Erfassungen aufgrund der stark schwankenden Erfassungsintensität als weniger geeignet. Aufgrund der in Zukunft vorliegenden umfangreichen Datensätze zu Pflanzenarten im FFH-Feinmonitoring der LRT ist diese Artengruppe nach weiteren Vorarbeiten (s. Kapitel 2.1.4) dringend zu prüfen. Die systematischen und zeitlich gleichmäßiger vorliegenden DDA-Monitoringdaten stellen für gesicherte Trendaussagen eine noch zu kurze Zeitreihe dar. Für andere Tierartengruppen liegen die notwendigen STI-Werte noch nicht vor.

Auswertungen auf Einzelartbasis wurden aufgrund der damit verbundenen Unsicherheiten nicht in die Veröffentlichung übernommen.

Für die im ersten Berichtsteil (Heft 24/2013 der Schriftenreihe) ausgewählten klimasensitiven Arten sind zukünftig solche Auswertungen denkbar, wenn für diese Arten Daten aus Monitoring-Programmen über einen längeren Zeitraum und von mindestens 30 Stichprobenflächen (bei Erfassung im Totalzensus<sup>9</sup> auch weniger) verfügbar werden, was derzeit noch nicht der Fall ist. Einzelartbetrachtungen zum Thema Reaktion auf Klimaveränderungen durch Auswertung der Artverbreitungsdaten der Zentralen Artdatenbank des LfULG (Ausnahme: systematische Monitoringdaten) werden von den Autoren nicht empfohlen bzw. sind mit Vorsicht zu interpretieren. Hierfür sind die Unsicherheiten relativ groß. Zum Beispiel können unterschiedliche Erfassungsintensitäten, wie sie u. a. zur Vorbereitung von Verbreitungsatlantiken vorkommen, die reale Populationsentwicklung überprägen und eine Zunahme oder Arealerweiterung vortäuschen (weil intensiver und auch an sonst wenig beachteten Orten kartiert wird). In Jahren mit geringer Kartierintensität könnte dann fälschlicherweise ein Rückgang der Art vermutet werden.

Empfohlen wird jedoch, die Neueinwanderung von Arten nach Sachsen zu analysieren.

Bei manchen wärmeliebenden südlich verbreiteten Arten wird angenommen oder auch schon beobachtet (z. B. Feuerlibelle), dass sie sich nach Norden ausbreiten. Dafür wird als hauptsächliche Ursache die Temperaturerhöhung infolge des Klimawandels gesehen. Am Beispiel der Tagfalter wurden potenziell mögliche Einwanderer nach Sachsen ermittelt (s. Kapitel 2.4). Mit Hilfe der Zentralen Artdatenbank sowie unter Einbeziehung von Artexperten und von Monitoring-Programmen sollte die Einwanderung und Ausbreitung ausgewählter klimasensitiver Arten unterschiedlicher Artengruppen nach Sachsen verfolgt

<sup>9</sup> Aufgrund geringer Vorkommenshäufigkeit und Verbreitung werden alle bekannten Vorkommen dieser seltenen Arten oder LRT in ein Monitoring einbezogen.

werden (z. B. Erstnachweisjahr, Jahr der ersten nachweisbaren Reproduktion, Dokumentation der räumlichen und zeitlichen Ausbreitungsdynamik).

Die vorliegenden naturschutzfachlichen Daten sind geeignet, erste Auswertungen zur Thematik Klimawandel und Biodiversität vorzunehmen. Die vorgeschlagenen komplexen Klimawandel-Biodiversitätsindikatoren Community Temperature Index (CTI) und Areal-Index (AI) lassen sich mit den verfügbaren und in Zukunft erwartbaren Daten aus Monitoring-Programmen und Artkartierungen (zumeist auf ehrenamtlicher Basis, z. T. Kartierungsprojekte) berechnen. Allerdings zeigt sich auch deutlich, dass genauere Analysen und gesicherte Aussagen erst durch ein systematisches Monitoring Klimawandel und Biodiversität erzielbar sein werden. Hierfür sind längere Zeitreihen bei vorhandenen Monitoring-Programmen (DDA, TMD, FFH-Monitoring) sowie eine Erweiterung/Anpassung der Monitoring-Programme um/an Aspekte des Klimawandels erforderlich (z. B. Verdichtung der Erhebungsfrequenzen auf ausgewählten Probeflächen, Einbeziehung klimasensitiver Arten).

## 2.4 Einwandernde Arten in Folge einer Klimaerwärmung – eine Evaluierung am Beispiel der Tagfalter

**Bei der Auswahl zu untersuchender Arten für ein Klimawandel-Monitoring ist zu bedenken, dass durch den Klimawandel mit der Einwanderung von derzeit nicht bodenständigen Arten gerechnet werden muss**, die bei einem Einzelarten-Monitoring nicht bzw. nur durch entsprechende Anpassungen erfasst werden können, wohingegen diese bei einem Artengruppen-Monitoring automatisch mit erfasst werden. An dieser Stelle soll in exemplarischer Weise für die Tagfalter eine Analyse vorgenommen werden, mit welchen Neueinwanderern in Sachsen zu rechnen ist. Die Tagfalter wurden insbesondere deshalb ausgewählt, weil es sich um eine artenreiche und klimasensitive Artengruppe handelt, bei der die Datenlage auch im Hinblick auf Änderungen ihrer Verbreitung im Rahmen zu erwartender Klimaveränderungen verhältnismäßig gut ist.

Die Analyse möglicher potenzieller Einwanderer infolge des Klimawandels am Beispiel der Tagfalter dient nicht zuletzt der Methodenentwicklung für diese wichtige Fragestellung. Unter den zuwandernden Arten diverser Artengruppen könnten sich auch Arten befinden, die wirtschaftliche Schäden in der Land- und Forstwirtschaft oder im Gartenbau sowie Gesundheitsgefahren verursachen. Ebenso kann mit einer Zuwanderung sich zukünftig möglicherweise invasiv verhaltender Arten gerechnet werden, welche ein zusätzlicher Gefährdungsfaktor für die heimische Biodiversität sein können. Es erscheint sinnvoll, die Wahrscheinlichkeit des zukünftigen Auftretens solcher Arten abzuschätzen. Die nachfolgend dargestellte Vorgehensweise für die Tagfalter ist, ggf. mit gewissen artengruppenspezifischen Anpassungen, grundsätzlich auch auf andere Artengruppen übertragbar. Voraussetzung ist allerdings das Vorhandensein der für eine solche Analyse erforderlichen Datengrundlagen in ausreichender Genauigkeit, u. a.

- Verbreitungsdaten und -Karten der Arten aus Europa sowie, besonders wichtig, aus den angrenzenden Gebieten Sachsens,
- aktuelle Klimanische,
- modellierte zukünftige Klimanischen, ggf. für unterschiedliche zukünftige Zeitfenster,
- Angaben zur Ausbreitungsfähigkeit der Arten,
- Angaben zur Habitatbindung.

Für eine Einwanderung derzeit nicht bodenständiger Arten nach Sachsen ist eine **passende Klimanische** eine wichtige Voraussetzung. SETTELE et al. (2008) haben Klimanischen für alle weiter verbreiteten Tagfalter Europas (65 % aller Arten) modelliert und zwar sowohl für den (nahezu) aktuellen Zeitpunkt (2001) als auch für zwei Zeitpunkte in der Zukunft (2050 und 2080) unter jeweils drei verschiedenen Klimaszenarien mit einer durchschnittlichen Erwärmung Europas bis 2080 von 2,4 °C (SEDG<sup>10</sup>) über 3,1 °C (BAMBU<sup>11</sup>) bis 4,1 °C (GRAS<sup>12</sup>). Aus diesen Modellen lassen sich (mit gewissen Vorbehalten) auch Daten für Sachsen entnehmen.

<sup>10</sup> SEDG = „Sustainable Europe Development Goal“ Szenario, basierend auf einer nachhaltigen Wirtschaftsweise

<sup>11</sup> BAMBU = „Business As Might Be Usual“ - Szenario mit mit gemischten Elementen aus Wachstum und Nachhaltigkeit

<sup>12</sup> GRAS = „Growth Applied Strategy“ Szenario mit wachstumsbasierter Strategie

Eine tatsächliche Besiedlung der passenden Klimanische ist stark abhängig von der Ausbreitungsfähigkeit der Arten.

Mit Ausnahme von Wanderfalterarten, die auch große, nicht besiedelbare Gebiete überfliegen können (EITSCHBERGER et al. 1991), können sich die meisten Tagfalterarten nur über relativ kurze Distanzen von ca. 5-20 km pro Generation ausbreiten. Für eine Ausbreitung nach Sachsen ist daher entscheidend, ob die ermittelte Klimanische isoliert ist oder in Verbindung steht mit besiedelten Gebieten und in welcher Entfernung von Sachsen sich diese Gebiete befinden. Daher wurde ermittelt, ob die betreffende Art aktuelle Vorkommen in den mitteleuropäischen Staaten Deutschland, Polen, Tschechien, Slowakei oder Österreich besitzt, was einem Umkreis von etwa 400-500 km entspricht. Diese Daten wurden KARSHOLT & NIEUKERKEN (2011) entnommen. Eine besonders hohe Einwanderungswahrscheinlichkeit haben Arten, die in der engeren Umgebung Sachsens vorkommen. Daher wurde zudem überprüft, ob Vorkommen in den benachbarten Regionen (Nordbayern, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Berlin-Brandenburg, polnische Verwaltungseinheiten Lebus und Niederschlesien, Böhmen) existieren (Daten aus GELBRECHT et al. 1993; BUSZKO 1997; BENEŠ & KONVIČKA 2002; BOLZ & GEYER 2003; SCHMIDT et al. 2004; THUST et al. 2006).

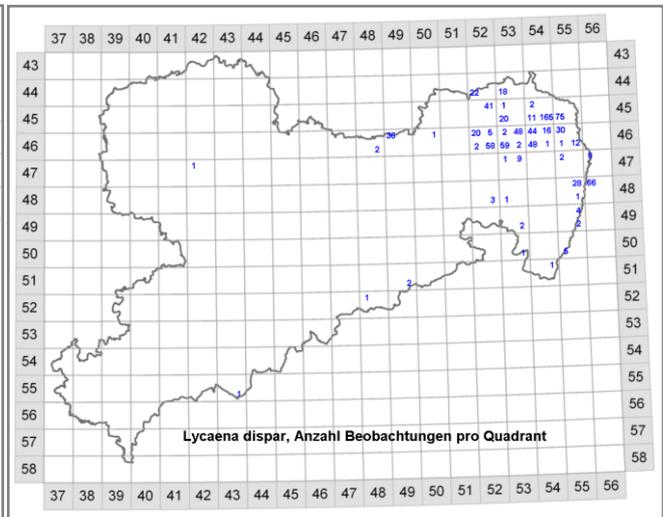
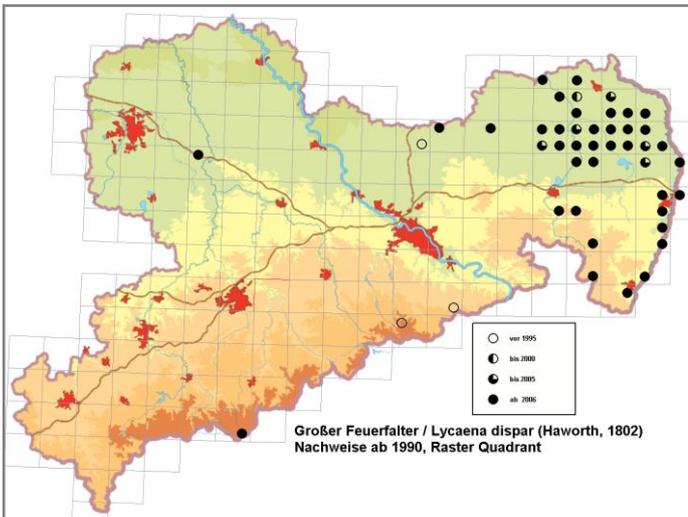
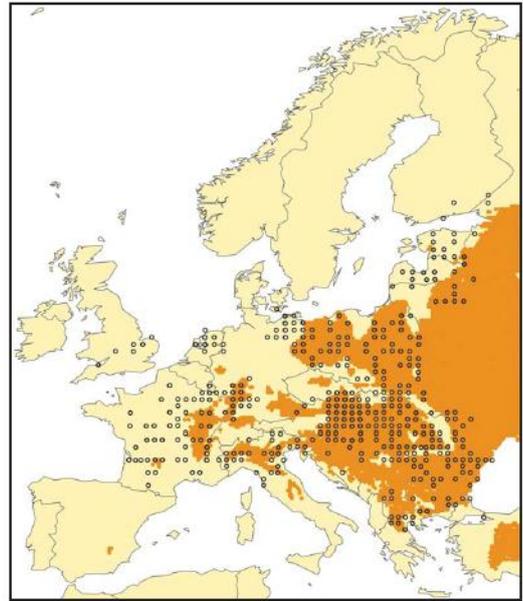
Entscheidend für eine zukünftige Besiedlung ist zudem das Vorhandensein geeigneter Habitats. Weil diese regional sehr unterschiedlich sein können, ist es jedoch kaum möglich, diese für Neueinwanderer mit ausreichender Präzision vorherzusagen. Allgemein ist davon auszugehen, dass südliche Einwanderer vorzugsweise warmtrockene Standorte wie Trocken- oder Halbtrockenrasen besiedeln. Für generalistische Einwanderer können aber auch Ruderalflächen oder Agrarlandschaften geeignete Habitats darstellen. Unerlässlich ist in jedem Fall das Vorkommen mindestens einer geeigneten Raupenfutterpflanze, sodass für die einzelnen Arten überprüft wurde, ob solche in Sachsen existieren (Daten aus SETTELE et al. 2008; Bundesamt für Naturschutz 2011). Allerdings ist auch ein Futterpflanzenwechsel denkbar und es besteht zudem die Möglichkeit, dass im Zuge der Klimaerwärmung auch neue Pflanzen nach Sachsen einwandern.

Die folgende Analyse (s. a. Abbildung 36) schließt 485 europäische Tagfalterarten ein, außer den in Sachsen aktuell sicher nachgewiesenen 98 Tagfalterarten (Tabelle 49 im Anhang). Anzumerken ist, dass sich unter den aktuell bodenständigen Arten auch Arealerweiterer befinden, die erst in den letzten Jahren in Sachsen heimisch geworden sind wie *Lycaena dispar* (Großer Feuerfalter; Abbildung 34). Berücksichtigt wurde auch *Cacyreus marshalli* (Abbildung 33), eine Bläulingsart, die sich inzwischen im Mittelmeerraum weit verbreitet hat (MARKO & VEROVNIK 2009). Derzeit ist dies der einzige außereuropäische Neobiont unter den Tagfaltern.



**Abbildung 33: *Cacyreus marshalli* (Pelargonien-Bläuling)** (Foto: M. Wiemers)

Der Pelargonien-Bläuling wurde Anfang der 1980er-Jahre mit Pelargonien aus Südafrika nach Mallorca eingeschleppt und hat sich seitdem über große Teile des Mittelmeergebietes ausgebreitet. Die Art lebt in Gärten und Parks mit Pelargonien, ihrer Raupennahrungspflanze, und kann dort starke Schäden verursachen. Obwohl die Art auch nördlich der Alpen gefunden wurde, ist sie dort derzeit aus klimatischen Gründen nicht überlebensfähig.



**Abbildung 34: Weibchen von *Lycaena dispar* (Großer Feuerfalter) und Verbreitung der Art (Foto: M. Wiemers)**

Der Große Feuerfalter ist in den Tieflagen Mittel- und Südeuropas weit verbreitet, kommt in Deutschland jedoch nur im Südwesten und Nordosten vor. Sachsen wurde anscheinend erst in den 1990er-Jahren besiedelt (Erstfund 1993 in der Oberlausitz, ältere Angaben aus dem Erzgebirge unsicher oder Beobachtungen einzelner zugewanderter Falter). Die Verbreitungskarte zeigt Fundpunkte im europäischen Verbreitungsgebiet bis zur Jahrtausendwende und die modellierte Klimanische in Orange (aus SETTELE et al. 2008). Die Art befindet sich derzeit in Ausbreitung, möglicherweise aus klimatischen Gründen. Die Raupen ernähren sich von verschiedenen Ampferarten. Dargestellt ist auch die Verbreitung in Sachsen (Funde ab 1990, Raster Quadrant) und die Anzahl gemeldeter Beobachtungen pro MTB-Quadrant in Sachsen (Quelle: Zentrale Art Datenbank des LfULG, Stand 05.02.2013). Dafür, dass die Art Sachsen wahrscheinlich erst Anfang der 1990er-Jahre besiedelt hat, nimmt sie inzwischen ein recht großes Areal in Ostsachsen ein. Die bereits höheren Nachweiszahlen in einigen MTB-Quadranten des Oberlausitzer Heide- und Teichgebietes, der Muskauer Heide, Königsbrücker Heide sowie des Neißetals weisen auf Etablierung und Reproduktion hin. Die meisten Nachweise stammen aus der Zeit ab 2006.

Von den verbliebenen zu bewertenden 387 europäischen, in Sachsen derzeit nicht bodenständigen Tagfalterarten wurden 179 Arten von SETTELE et al. (2008) aufgrund ihrer kleinräumigen Verbreitung (weniger als 20 UTM-Rasterfelder von 50 x 50 km<sup>2</sup>) nicht modelliert. Darunter sind 42 **Arten der Hochgebirge oder subpolarer Gebiete** (Tabelle 3), deren Areal sich bei einer Klimaerwärmung in Europa verkleinern würde und die daher nicht nach Sachsen einwandern könnten. Bei 40 Arten handelt es sich um **Inselendemiten** des Mittelmeergebietes oder der makaronesischen Inseln (Tabelle 4), von denen ebenfalls keine Ausbreitung nach Sachsen zu erwarten ist. Allerdings muss hier angemerkt werden, dass tatsächlich von einem makaronesischen Endemiten, *Vanessa vulcania* (Abbildung 35), einige Funde aus Sachsen existieren, deren Ursprung bis heute rätselhaft ist, zumal ansonsten keine Funde in Mitteleuropa bekannt geworden sind (WIEMERS 1995; REINHARDT et al. 2007). In den vergangenen 50 Jahren ist die Art aber in Sachsen nicht mehr gefunden worden. Weitere 95 Arten besitzen eine **kleinräumige Ver-**

**breitung im Mittelmeergebiet oder Südrussland/Ukraine** (Tabelle 5). Dabei handelt es sich entweder um ausbreitungsschwache Lokalendemiten, von denen nicht zu erwarten ist, dass sie nach Mitteleuropa vordringen könnten, oder um südmediterrane oder tropische Arten, die aufgrund ihrer Frostempfindlichkeit nur am südlichen Rand Europas vorkommen. Zwei Arten, die atlantomediterranen<sup>13</sup> *Pontia daplidice* und *Pyrgus malvoides*, wurden zwar modelliert, aber nur als Komplex mit den in Sachsen verbreiteten *Pontia edusa* bzw. *Pyrgus malvae*, mit denen sich die jeweilige Schwesterart in ihrer Verbreitung anschließt.

Damit verbleiben von den nicht modellierten Arten lediglich zwei, bei denen eine Ausbreitung nach Sachsen in Erwägung gezogen werden könnte: *Pontia chloridice* und *Apatura metis*. Erstere Art ist derzeit auf den südlichen Balkan und auf Südrussland beschränkt, wurde aber als Wanderfalter vereinzelt auch weiter nördlich gefunden. In ihrer Klimanische ähnelt sie modellierten Arten wie *Erynnis marloyi*, *Carcharodus orientalis*, *Spialia phlomidis* oder *Anthocharis gruneri*, für die eine Einwanderung nach Sachsen als unwahrscheinlich eingeschätzt wird. Zudem kommen die Raupenfutterpflanzen (*Cleome*-Arten, s. JOHN et al. 2008) in Sachsen derzeit nicht vor. Der Donau-Schillerfalter (*Apatura metis*) dagegen dringt vom Balkan entlang der Donau bis Mitteleuropa vor und hätte als Auwaldart bei einer Klimaerwärmung möglicherweise auch entlang der Elbe geeignete Habitate. Allerdings ist der Artstatus von *Apatura metis* fraglich (DINCĂ et al. 2011). Möglicherweise handelt es sich nur um eine Form von *Apatura ilia*, einer in Sachsen weit verbreiteten Tagfalterart.



**Abbildung 35: *Vanessa vulcania* (Kanarischer Admiral)** (Foto: M. Wiemers)

*Vanessa vulcania* ist ein Endemit der Makaronesischen Inseln (Kanaren und Madeira). Einzelexemplare dieser Art wurden in Waldgebieten Sachsens (bei Plauen und Nossen) und Sachsen-Anhalts (bei Zielitz) im Zeitraum 1900-1953 von verschiedenen Sammlern gefangen. Die Herkunft dieser Falter ist völlig unklar. Die Raupen leben an der Kanarischen Brennessel (*Urtica morifolia*), einer endemischen Brennessel der Makaronesischen Inseln, die aber als invasive Art inzwischen auch auf der Iberischen Halbinsel vorkommt. Vermutlich fressen die Raupen aber auch andere Brennesselarten. Allerdings ist fraglich, ob die Art Frost verträgt, sodass eine Ansiedlung in Sachsen selbst bei einer starken Klimaerwärmung unwahrscheinlich erscheint.

**Tabelle 3: Nicht modellierte Tagfalterarten der Hochgebirge oder subpolarer Gebiete**

Art (wiss.)	Familie	Rote Liste Europa*	Europäischer Endemit
<i>Colias tyche</i>	Pieridae	LC	Nein
<i>Plebejus dardanus</i>	Lycaenidae	NT	Nein
<i>Plebejus zullichi</i>	Lycaenidae	EN	Ja
<i>Issoria eugenia</i>	Nymphalidae	NA	Nein
<i>Boloria tritonia</i>	Nymphalidae	NA	Nein

<sup>13</sup> Arten mit schwerpunktmäßiger Verbreitung und vermutlichem Ursprung im westlichen Mittelmeerraum

Art (wiss.)	Familie	Rote Liste Europa*	Europäischer Endemit
<i>Boloria selenis</i>	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Boloria angarensis</i>	Nymphalidae	NA	Nein
<i>Boloria oscarus</i>	Nymphalidae	NA	Nein
<i>Boloria polaris</i>	Nymphalidae	VU	Nein
<i>Boloria improba</i>	Nymphalidae	EN	Nein
<i>Boloria alaskensis</i>	Nymphalidae	NA	Nein
<i>Erebia jeniseiensis</i>	Nymphalidae	NA	Nein
<i>Erebia claudina</i>	Nymphalidae	NT	Ja
<i>Erebia flavofasciata</i>	Nymphalidae	NT	Ja
<i>Erebia orientalis</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia christi</i>	Nymphalidae	VU	Ja
<i>Erebia sudetica</i>	Nymphalidae	VU	Ja
<i>Erebia rossii</i>	Nymphalidae	NA	Nein
<i>Erebia cyclopius</i>	Nymphalidae	NA	Nein
<i>Erebia fasciata</i>	Nymphalidae	NA	Nein
<i>Erebia polaris</i>	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Erebia discoidalis</i>	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Erebia edda</i>	Nymphalidae	NA	Nein
<i>Erebia dabanensis</i>	Nymphalidae	NA	Nein
<i>Erebia rhodopensis</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia aethiopella</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia gorgone</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia nivalis</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia calcaria</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia hispania</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia rondoui</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia lefebvrei</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia scipio</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia stiria</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia palarica</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia sthenno</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Pseudochazara williamsi</i>	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Oeneis tarpeia</i>	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Oeneis bore</i>	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Oeneis polixenes</i>	Nymphalidae	NA	Nein
<i>Oeneis magna</i>	Nymphalidae	NA	Nein
<i>Oeneis melissa</i>	Nymphalidae	NA	Nein

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

**Tabelle 4: Nicht modellierte Insel-Endemiten europäischer Tagfalter**

Art (wiss.)	Familie	Rote Liste Europa*	Europäischer Endemit	Verbreitung
<i>Thymelicus christi</i>	Hesperiidae	LC	Ja	Kanaren
<i>Zerynthia cretica</i>	Papilionidae	LC	Ja	Kreta
<i>Papilio hospiton</i>	Papilionidae	LC	Ja	Korsika und Sardinien
<i>Euchloe hesperidum</i>	Pieridae	LC	Ja	Fuerteventura
<i>Euchloe eversi</i>	Pieridae	LC	Ja	Teneriffa
<i>Euchloe grancanariensis</i>	Pieridae	LC	Ja	Gran Canaria

Art (wiss.)	Familie	Rote Liste Europa*	Europäischer Endemit	Verbreitung
<i>Euchloe insularis</i>	Pieridae	LC	Ja	Korsika und Sardinien
<i>Pieris wollastoni</i>	Pieridae	CR	Ja	Madeira
<i>Pieris cheiranthi</i>	Pieridae	EN	Ja	Kanaren
<i>Gonepteryx maderensis</i>	Pieridae	EN	Ja	Madeira
<i>Cyclurius webbianus</i>	Lycaenidae	LC	Ja	Kanaren
<i>Pseudophilotes barbagiae</i>	Lycaenidae	LC	Ja	Sardinien
<i>Glaucopteryx paphos</i>	Lycaenidae	LC	Ja	Zypern
<i>Plebejus psyloritus</i>	Lycaenidae	LC	Ja	Kreta
<i>Argynnis elisa</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Korsika und Sardinien
<i>Vanessa vulcania</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Kanaren und Madeira
<i>Aglais ichnusa</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Korsika und Sardinien
<i>Pararge xiphioides</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Kanaren
<i>Pararge xiphia</i>	Nymphalidae	EN	Ja	Madeira
<i>Lasiommata paramegaera</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Korsika und Sardinien
<i>Coenonympha corinna</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Korsika, Sardinien und Toskanischer Archipel
<i>Coenonympha thyrasis</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Kreta
<i>Maniola chia</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Chios und Oinousses
<i>Maniola nurag</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Korsika und Sardinien
<i>Maniola cypricola</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Zypern
<i>Melanargia pherusa</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Sizilien
<i>Hipparchia wyssii</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Teneriffa
<i>Hipparchia bacchus</i>	Nymphalidae	VU	Ja	El Hierro
<i>Hipparchia tilosi</i>	Nymphalidae	VU	Ja	La Palma
<i>Hipparchia gomera</i>	Nymphalidae	LC	Ja	La Gomera
<i>Hipparchia tamadabae</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Gran Canaria
<i>Hipparchia leighebi</i>	Nymphalidae	NT	Ja	Liparische Inseln
<i>Hipparchia sbordonii</i>	Nymphalidae	NT	Ja	Ponza
<i>Hipparchia cretica</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Kreta
<i>Hipparchia christenseni</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Karpathos
<i>Hipparchia cypriensis</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Zypern
<i>Hipparchia maderensis</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Madeira
<i>Hipparchia azorina</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Azoren
<i>Hipparchia miguelensis</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Azoren
<i>Hipparchia neomiris</i>	Nymphalidae	LC	Ja	Korsika und Sardinien

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

**Tabelle 5: Nicht modellierte Tagfalterarten mit kleinräumiger Verbreitung im Mittelmeergebiet**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Carcharodus tripolinus</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Carcharodus stauderi</i>		Hesperiidae	NA	Nein
<i>Spialia therapne</i>		Hesperiidae	LC	Ja
<i>Thymelicus hyrax</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Borbo borbonica</i>		Hesperiidae	NA	Nein
<i>Pelopidas thrax</i>		Hesperiidae	NA	Nein
<i>Anthocharis damone</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Zegris pyrothoe</i>		Pieridae	NA	Nein
<i>Euchloe charltonia</i>		Pieridae	LC	Nein

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Euchloe bazae</i>		Pieridae	VU	Ja
<i>Euchloe penia</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Pieris balcana</i>		Pieridae	LC	Ja
<i>Colotis evagore</i>		Pieridae	NA	Nein
<i>Colias aurorina</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Colias caucasica</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Catopsilia florella</i>		Pieridae	NA	Nein
<i>Gonepteryx cleobule</i>		Pieridae	VU	Ja
<i>Lycaena bleusei</i>		Lycaenidae	LC	Ja
<i>Lycaena thetis</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Tomares nogelii</i>		Lycaenidae	VU	Nein
<i>Tomares callimachus</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Callophrys chalybeitincta</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Callophrys suaveola</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Satyrium ledereri</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Neolycaena rhymnus</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Tarucus theophrastus</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Tarucus balkanicus</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Azanus jesous</i>		Lycaenidae	NE	Nein
<i>Azanus ubaldus</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Cupido lorquinii</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Tongeia fischeri</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Praepilotes anthracias</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Turanana panagea</i>		Lycaenidae	NE	Nein
<i>Turanana taygetica</i>		Lycaenidae	EN	Nein
<i>Chilades galba</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Chilades trochylus</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Plebejus pylaon</i>		Lycaenidae	NT	Nein
<i>Plebejus trappi</i>		Lycaenidae	NT	Ja
<i>Plebejus hespericus</i>		Lycaenidae	LC	Ja
<i>Plebejus bellieri</i>		Lycaenidae	LC	Ja
<i>Plebejus loewii</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Plebejus eurypilus</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Plebejus pyrenaicus</i>		Lycaenidae	LC	Ja
<i>Polyommatus golgus</i>		Lycaenidae	VU	Ja
<i>Polyommatus cyane</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Polyommatus caelestissimus</i>		Lycaenidae	NE	Ja
<i>Polyommatus fabressei</i>		Lycaenidae	LC	Ja
<i>Polyommatus humedasaee</i>		Lycaenidae	EN	Ja
<i>Polyommatus violetae</i>		Lycaenidae	VU	Ja
<i>Polyommatus galloi</i>		Lycaenidae	VU	Ja
<i>Polyommatus aroaniensis</i>		Lycaenidae	LC	Ja
<i>Polyommatus eleniae</i>		Lycaenidae	DD	Ja
<i>Polyommatus orphicus</i>		Lycaenidae	VU	Ja
<i>Polyommatus nephohiptamenos</i>		Lycaenidae	NT	Ja
<i>Polyommatus menalcas</i>		Lycaenidae	NE	Nein
<i>Polyommatus fulgens</i>		Lycaenidae	LC	Ja

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Polyommatus pljushtchi</i>		Lycaenidae	DD	Ja
<i>Polyommatus iphigenia</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Polyommatus damone</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Polyommatus damocles</i>		Lycaenidae	DD	Nein
<i>Vanessa virginiensis</i>		Nymphalidae	NA	Nein
<i>Hypolimnas misippus</i>		Nymphalidae	NE	Nein
<i>Melitaea punica</i>		Nymphalidae	NE	Nein
<i>Melitaea telona</i>		Nymphalidae	DD	Nein
<i>Melitaea arduinna</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Danaus plexippus</i>	Monarch	Nymphalidae	NA	Nein
<i>Kirinia climene</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Lasiommata deidamia</i>		Nymphalidae	NA	Nein
<i>Ypthima asterope</i>		Nymphalidae	NA	Nein
<i>Coenonympha amaryllis</i>		Nymphalidae	NA	Nein
<i>Coenonympha orientalis</i>		Nymphalidae	VU	Ja
<i>Coenonympha phryne</i>		Nymphalidae	CR	Nein
<i>Maniola telmessia</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Maniola halicarnassus</i>		Nymphalidae	NT	Nein
<i>Maniola megala</i>		Nymphalidae	NA	Nein
<i>Hyponephele huebneri</i>		Nymphalidae	NA	Nein
<i>Proterebia afer</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Erebia zapateri</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Hipparchia mersina</i>		Nymphalidae	NA	Nein
<i>Hipparchia pellucida</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Hipparchia aristaeus</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Hipparchia blachieri</i>		Nymphalidae	NE	Ja
<i>Hipparchia neapolitana</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Hipparchia autonoe</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Chazara persephone</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Chazara prieuri</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Pseudochazara beroe</i>		Nymphalidae	NE	Nein
<i>Pseudochazara geyeri</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Pseudochazara graeca</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Pseudochazara amymone</i>		Nymphalidae	VU	Ja
<i>Pseudochazara orestes</i>		Nymphalidae	VU	Ja
<i>Pseudochazara euxina</i>		Nymphalidae	EN	Ja
<i>Pseudochazara hippolyte</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Pseudochazara mnischevii</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Pseudochazara cingovskii</i>		Nymphalidae	CR	Ja

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

Von den 208 modellierten Arten haben 123 Arten in keiner Zeitperiode bei einem der verwendeten Szenarien ihre Klimanische in Sachsen. Darunter sind 59 Arten der Hochgebirge oder subpolarer Gebiete (Tabelle 6), die von einer Klimaerwärmung in Mitteleuropa nicht profitieren würden.

**Tabelle 6: Tagfalterarten der Hochgebirge oder subpolarer Gebiete ohne modellierte Klimanische in Sachsen**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Pyrgus cacaliae</i>		Hesperiidae	LC	Ja
<i>Pyrgus centaureae</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Pyrgus carlinae</i>		Hesperiidae	LC	Ja
<i>Pyrgus warrenensis</i>		Hesperiidae	LC	Ja
<i>Carterocephalus silvicolus</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Parnassius phoebus</i>	Hochalpen-Apollo	Papilionidae	NT	Nein
<i>Pieris bryoniae</i>	Berg-Weißling	Pieridae	LC	Nein
<i>Pontia callidice</i>	Alpen-Weißling	Pieridae	LC	Nein
<i>Colias phicomone</i>		Pieridae	NT	Ja
<i>Colias hecla</i>		Pieridae	NT	Nein
<i>Lycaena helle</i>	Blauschillernder Feuerfalter	Lycaenidae	EN	Nein
<i>Plebejus glandon</i>		Lycaenidae	LC	Ja
<i>Plebejus aquilo</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Plebejus orbitulus</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Aricia nicias</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Polyommatus eros</i>		Lycaenidae	NT	Nein
<i>Argynnis laodice</i>	Östlicher Perlmutterfalter	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Boloria eunomia</i>	Randring-Perlmutterfalter	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Boloria titania</i>	Natterwurz-Perlmutterfalter	Nymphalidae	NT	Nein
<i>Boloria chariclea</i>		Nymphalidae	NT	Nein
<i>Boloria freija</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Boloria thore</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Boloria frigga</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Boloria pales</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Boloria napaea</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Euphydryas iduna</i>		Nymphalidae	NT	Nein
<i>Euphydryas cynthia</i>	Veilchen-Schneckenfalter	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Euphydryas intermedia</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Euphydryas desfontainii</i>		Nymphalidae	NT	Nein
<i>Melitaea varia</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Melitaea asteria</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Lasiommata petropolitana</i>	Kleines Braunauge	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Coenonympha gardetta</i>	Alpen-Wiesenvögelchen	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia euryale</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Erebia eriphyle</i>	Ähnlicher Mohrenfalter	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia manto</i>	Gelbgefleckter Mohrenfalter	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia epiphron</i>	Knochs Mohrenfalter	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia pharte</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia melampus</i>	Kleiner Mohrenfalter	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia triaria</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia embla</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Erebia disa</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Erebia alberganus</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia pluto</i>	Eismohrenfalter	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia gorge</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia mnestra</i>		Nymphalidae	LC	Ja

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Erebia ottomana</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Erebia tyndarus</i>	Schillernder Mohrenfalter	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia cassioides</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia pronoe</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia styx</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia montana</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia oeme</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia meolans</i>	Gelbbindiger Mohrenfalter	Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia pandrose</i>	Graubrauner Mohrenfalter	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Oeneis norna</i>		Nymphalidae	NT	Nein
<i>Oeneis jutta</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Oeneis glacialis</i>	Gletscherfalter	Nymphalidae	LC	Ja

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

Bei weiteren 52 Arten ist eine Einwanderung nach Sachsen auch deshalb unwahrscheinlich, weil von ihnen derzeit keine Vorkommen in Mitteleuropa<sup>14</sup> bekannt sind und es sich auch nicht um Wanderfalter handelt (Tabelle 7).

**Tabelle 7: Nicht mitteleuropäische Tagfalterarten ohne modellierte Klimanische in Sachsen**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Erynnis marloyi</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Carcharodus baeticus</i>		Hesperiidae	LC	Ja
<i>Spialia phlomidis</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Muschampia cribrellum</i>		Hesperiidae	NT	Nein
<i>Pyrgus cinarae</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Pyrgus bellieri</i>		Hesperiidae	LC	Ja
<i>Gegenes pumilio</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Gegenes nostradamus</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Zerynthia caucasica</i>		Papilionidae	NA	Nein
<i>Archon apollinus</i>	Osterluzei-Apollo	Papilionidae	NT	Nein
<i>Papilio alexanor</i>		Papilionidae	LC	Nein
<i>Euchloe belemia</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Euchloe tagis</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Gonepteryx farinosa</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Apharitis acamas</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Lycaena ottomana</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Lycaena candens</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Tomares ballus</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Callophrys avis</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Pseudophilotes panoptes</i>		Lycaenidae	NT	Ja
<i>Pseudophilotes abencerragus</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Pseudophilotes bavius</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Aricia cramera</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Aricia montensis</i>		Lycaenidae	LC	Nein

<sup>14</sup> Gemeint ist hier das Gebiet der Staaten Deutschland, Tschechische Republik, Slowakei, Österreich und Polen

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Aricia morronensis</i>		Lycaenidae	LC	Ja
<i>Aricia anteros</i>		Lycaenidae	NT	Ja
<i>Polyommatus coelestinus</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Polyommatus nivescens</i>		Lycaenidae	NT	Ja
<i>Polyommatus hispanus</i>		Lycaenidae	LC	Ja
<i>Polyommatus ripartii</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Polyommatus dolus</i>		Lycaenidae	LC	Ja
<i>Boloria graeca</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Charaxes jasius</i>	Erdbeerbaumfalter	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Melitaea aetherie</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Melitaea deione</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Coenonympha dorus</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Coenonympha leander</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Pyronia cecilia</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Erebia epistygne</i>		Nymphalidae	NT	Ja
<i>Erebia neoridas</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Erebia melas</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Melanargia russiae</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Melanargia lachesis</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Melanargia larissa</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Melanargia arge</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Melanargia occitanica</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Melanargia ines</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Hipparchia fidia</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Hipparchia fatua</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Hipparchia volgensis</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Hipparchia sinthes</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Pseudochazara anthelea</i>		Nymphalidae	LC	Nein

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

Damit verbleiben noch 12 Arten ohne modellierte Klimanische. Sieben davon kommen in zumindest einem mitteleuropäischen Land (D/CZ/SK/AT/PL) vor und erreichen jetzt bereits Gebiete nördlich der Alpen (Tabelle 8). Darunter sind die besonders im Mittelmeerraum weit verbreiteten Arten *Cupido osiris* und *Satyrus ferula*, die atlantomediterranen<sup>15</sup> Arten *Pyrgus onopordi*, *Pseudophilotes baton* und *Melitaea parthenoides*, die pontomediterrane<sup>16</sup> Art *Polyommatus admetus* und die pontische<sup>17</sup> *Colias chrysotheme*. Keine dieser Arten kommt derzeit in einer der Nachbarregionen Sachsens vor. Dennoch kann eine Ausbreitung dieser Arten nach Sachsen bei fortschreitender Erwärmung nicht ausgeschlossen werden, zumal alle diese Arten heimische Raupenfutterpflanzen haben.

<sup>15</sup> Arten mit schwerpunktmäßiger Verbreitung und vermutlichem Ursprung im westlichen Mittelmeerraum

<sup>16</sup> Arten mit schwerpunktmäßiger Verbreitung und vermutlichem Ursprung in Südosteuropa und Anatolien

<sup>17</sup> Arten mit schwerpunktmäßiger Verbreitung und vermutlichem Ursprung in den Steppengebieten Osteuropas und Asiens

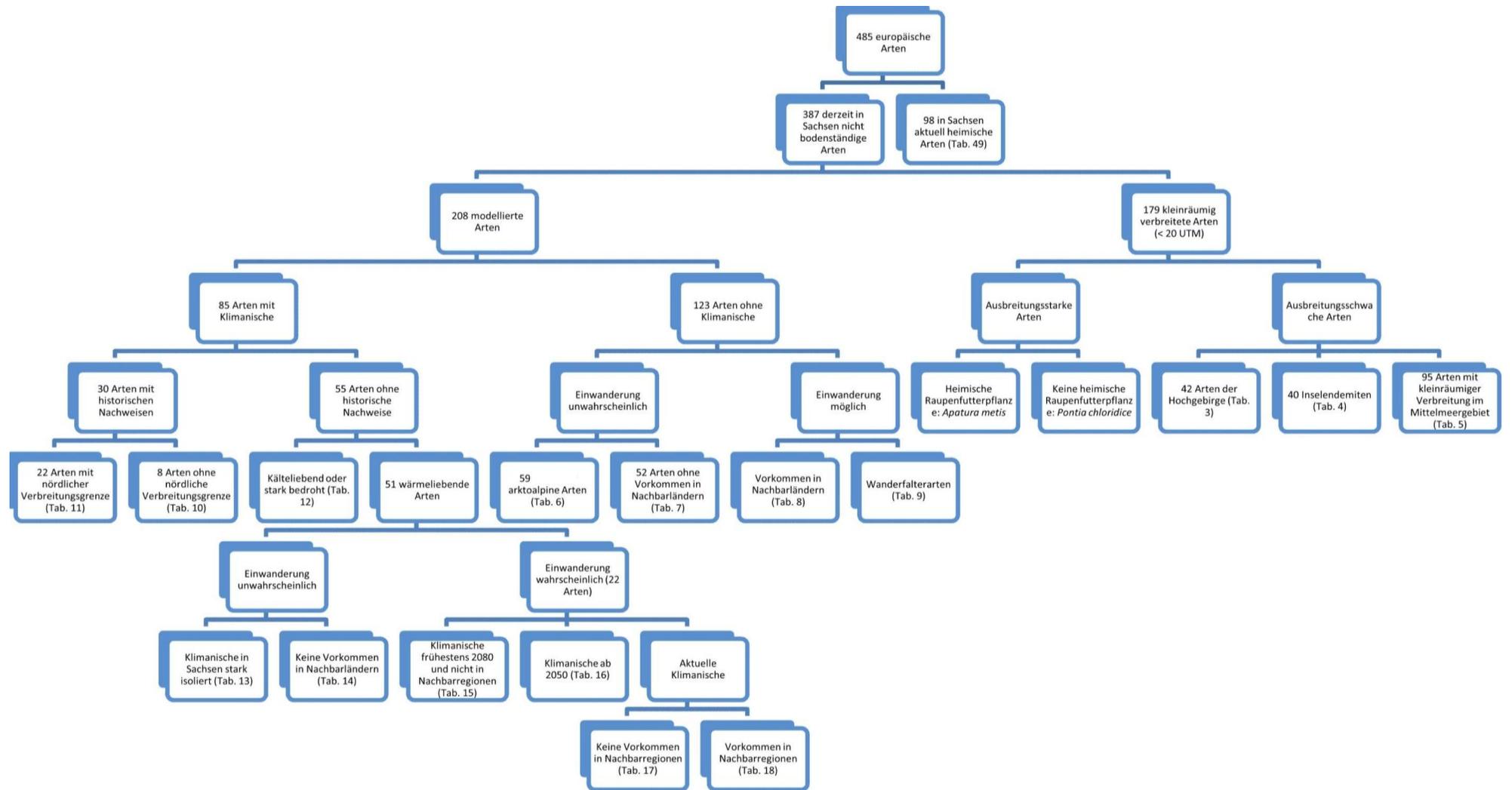


Abbildung 36: Entscheidungsdiagramm zur Analyse einwandernder Tagfalterarten in Sachsen

**Tabelle 8: Tagfalterarten aus Nachbarländern ohne modellierte Klimanische in Sachsen**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Pyrgus onopordi</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Colias chrysotheme</i>		Pieridae	VU	Nein
<i>Cupido osiris</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Pseudophilotes baton</i>	Graublauer Bläuling	Lycaenidae	LC	Ja
<i>Polyommatus admetus</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Melitaea parthenoides</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Satyrus ferula</i>		Nymphalidae	LC	Nein

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

Fünf weitere Arten des Mittelmeergebietes kommen zwar in keinem mitteleuropäischen Land vor, sind aber **Wanderfalterarten** (Tabelle 9). *Danaus chrysippus* ist aber sehr frostempfindlich und besiedelt daher nur die südlichen Bereiche des Mittelmeerraumes. Die bevorzugten Raupenfutterpflanzen (wie *Asclepias curassavica*) sind ebenfalls kälteempfindlich und kommen in Sachsen nicht vor. *Gonepteryx cleopatra* und *Polygonia egea* kommen derzeit nur in den wintermilden Gebieten des Mittelmeerraumes vor. Nach den Projektionen von SETTELE et al. (2008) könnten sich diese beiden Arten zwar nach Norden ausbreiten, aber nicht in die von kontinentalerem Klima geprägten Gebiete wie Sachsen. Mit *Rhamnus carthatica* (Purgier-Kreuzdorn) bzw. *Parietaria officinalis* (Aufrechtes Glaskraut) wären Raupenfutterpflanzen für die beiden Arten in Sachsen jedoch vorhanden. Ein Sonderfall ist *Pieris mannii*, die noch bis vor wenigen Jahren als mediterrane Art galt und ihre nördlichsten isolierten Vorposten Mitteleuropas im Wallis (Schweiz) und an der Hohen Wand in Niederösterreich hatte. Seit 2008 hat sie sich aber plötzlich über große Teile der Schweiz und Südbadens ausgebreitet, was mit einer Adaptation an städtische Habitats (Gärten mit *Iberis*) zusammenhängt, und diese Expansion ist möglicherweise noch nicht beendet. Diese neu besiedelten Areale, aus denen auch keine historischen Funde bekannt waren, wurden bei der Modellierung von SETTELE et al. (2008) noch nicht berücksichtigt. Daher wäre es denkbar, dass diese Art auf eine Klimaerwärmung mit einer größeren Arealerweiterung reagiert als dort modelliert. Auch *Cacyreus marshalli* hat sich in den vergangenen Jahren im Mittelmeerraum weiter nach Osten (bis in die Türkei) und nach Norden (bis in die südliche Schweiz) ausgebreitet (GROS 2010). Obwohl diese Art mit ihrer Futterpflanze (*Pelargonium*) auch in Gebiete nördlich der Alpen verschleppt wurde, ist es ihr aber bisher nicht gelungen, sich dort zu etablieren.

**Tabelle 9: Wanderfalterarten unter den europäischen Tagfaltern ohne modellierte Klimanische in Sachsen**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Pieris mannii</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	Mittelmeer-Zitronenfalter	Pieridae	LC	Nein
<i>Cacyreus marshalli</i>	Pelargonien-Bläuling	Lycaenidae	NA	Nein
<i>Polygonia egea</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Danaus chrysippus</i>	Afrikanischer Monarch	Nymphalidae	NA	Nein

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

Es verbleiben 85 noch zu bewertende Arten, für die SETTELE et al. (2008) eine **Klimanische in Sachsen** modelliert haben, entweder aktuell oder in zumindest einem der sechs Zukunftsszenarien. Von 30 dieser Arten gibt es historische Nachweise aus Sachsen, die belegen, dass sie Einwanderungspotenzial haben. Darunter sind allerdings acht Arten (Tabelle 10), die im Gebiet nicht ihre nördliche Verbreitungsgrenze haben, und von denen nicht anzunehmen ist, dass sie sich infolge einer Klimaerwärmung (wieder) nach Sachsen ausbreiten. Darunter sind zwei Wanderfalter-Arten (*Nymphalis xanthomelas* und *Nymphalis l-album*), die hier allerdings ihre westliche Arealgrenze besitzen und sich im Falle einer (nicht zu erwartenden) Kontinentalisierung des Klimas nach Sachsen ausbreiten könnten.

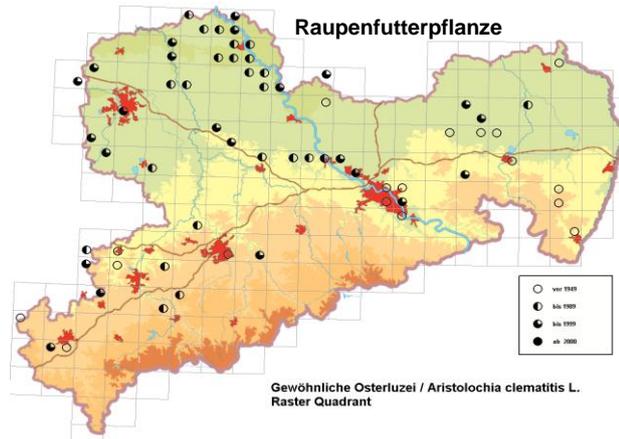
**Tabelle 10: Nicht wärmeliebende, historisch nachgewiesene Tagfalterarten mit modellierter Klimanische in Sachsen**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Parnassius apollo</i>	Apollofalter	Papilionidae	NT	Nein
<i>Maculinea alcon</i>	Lungenenzian-Ameisenbläuling	Lycaenidae	LC	Nein
<i>Aricia eumedon</i>	Storchschnabel-Bläuling	Lycaenidae	LC	Nein
<i>Boloria euphrosyne</i>	Silberfleck-Perlmutterfalter	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Nymphalis xanthomelas</i>	Östlicher Großer Fuchs	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Nymphalis l-album</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Coenonympha hero</i>	Wald-Wiesenvögelchen	Nymphalidae	VU	Nein
<i>Erebia aethiops</i>	Graubindiger Mohrenfalter	Nymphalidae	LC	Nein

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

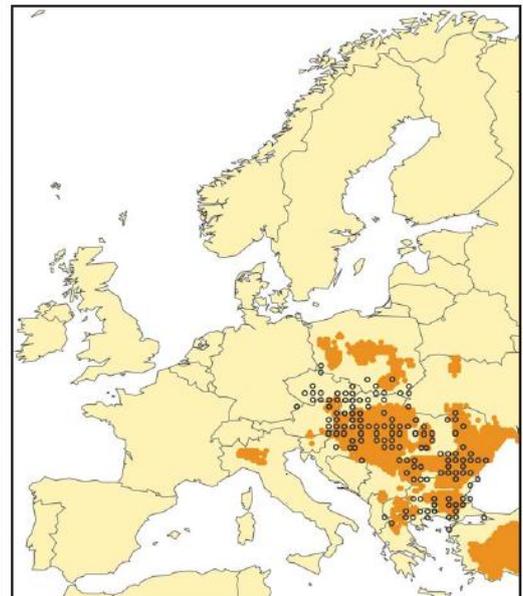
Die übrigen 22 Arten hingegen sind **wärmeliebende Arten, die ihre nördliche Verbreitungsgrenze im Gebiet haben** (Tabelle 11). Mit Ausnahme von *Zerynthia polyxena* und *Colias myrmidone* besitzen alle diese Arten auch noch aktuelle Vorkommen in den Nachbarregionen und könnten damit relativ leicht wieder nach Sachsen einwandern. Der Regensburger Gelbling *Colias myrmidone* ist eine europaweit vom Aussterben bedrohte Art, die empfindlich auf Landnutzungsänderungen zu reagieren scheint (FREESE et al. 2005; KONVIČKA et al. 2007). Eine Wiedereinwanderung durch Klimaerwärmung ist nicht zu erwarten. Gleiches gilt für den Gelbringfalter *Lopinga achine*, eine Waldart, die aufgrund der Aufgabe der Nieder- und Mittelwaldnutzung in Sachsen ausgestorben ist. Von *Zerynthia polyxena*, dem Osterluzeifalter (Abbildung 37), und vom Steppen-Gelbling *Colias erate* (Abbildung 38) liegen dagegen aktuelle Einzelfunde aus Sachsen vor, erstere Art vermutlich durch Einbürgerung, letztere durch Einwanderung von Südosten (KUDRNA 2001; REINHARDT et al. 2007). Beide Arten würden von einer Klimaerwärmung stark profitieren, insbesondere die generalistische pontische *Colias erate*, die Luzernefelder besiedelt, wohingegen die pontomediterrane<sup>18</sup> *Zerynthia polyxena* auf Bestände von *Aristolochia clematitis* (Gewöhnliche Osterluzei) angewiesen ist, einem in Sachsen nur sehr lokal vorkommenden Archaeophyten aus dem Mittelmeerraum (Abbildung 37). Alle übrigen Arten sind im Mittelmeerraum weit verbreitete Arten, die an ihrer nördlichen Verbreitungsgrenze auf warmtrockene Standorte wie Trockenrasen oder Felssteppen angewiesen sind. Eine Besonderheit ist *Minois dryas*, der Blauäugige Waldportier, der im Mittelmeerraum (z. B. im Gardaseegebiet) zwar heiße, felsige Standorte, nördlich der Alpen (wie ehemals auch in Sachsen) dagegen feuchte Pfeifengraswiesen besiedelt. Das Verschwinden dieser Art in Sachsen ist auf die Aufgabe der traditionellen extensiven Nutzung von Streuwiesen zurückzuführen und eine Wiedereinwanderung ist daher unwahrscheinlich.

<sup>18</sup> Arten mit schwerpunktmäßiger Verbreitung und vermutlichem Ursprung in Südosteuropa und Anatolien



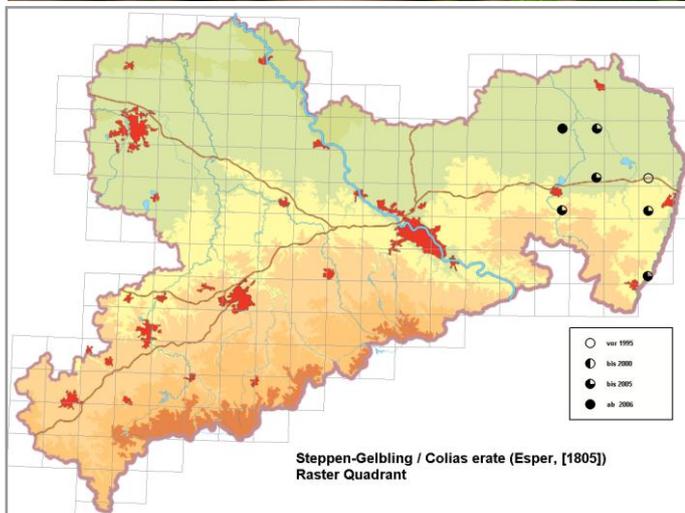
**Abbildung 37: *Zerynthia polyxena* (Osterluzeifalter) (Foto: M. Wiemers) und Verbreitung der Raupenfutterpflanze in Sachsen**

Der Osterluzeifalter ist in Südosteuropa nördlich bis Niederösterreich und die Slowakei verbreitet und lebt als Raupe ausschließlich an der Osterluzei (*Aristolochia clematitis*). Diese Tagfalterart wurde in Sachsen bisher erst einmal an der Bahnstrecke zwischen Coswig und Radebeul in der Nähe eines Osterluzei-Bestandes beobachtet. In der Verbreitungskarte (rechts) sind die bekannt gewordenen Vorkommen der Raupenfutterpflanze, der Gewöhnlichen Osterluzei, in Sachsen dargestellt (Daten aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG, Stand 06.02.2013). Es wird deutlich, dass aktuellere Nachweise dieser Pflanzenart ab 1990 selten sind.



**Abbildung 38: *Colias erate* (Steppen-Gelbling) und Verbreitung der Art (Foto: M. Wiemers)**

Der Steppen-Gelbling ist eine pontische Art, die nach einer starken Expansion in den 1980er-Jahren derzeit in Südosteuropa nördlich bis Niederösterreich und Tschechien verbreitet ist. Seit 1995 wurden vereinzelte Falter auch in Sachsen in der Oberlausitz gefunden (siehe sächsische Verbreitungskarte, Daten der Zentralen Artdatenbank des LfULG vom 06.02.2013). Die europäische Verbreitungskarte zeigt Fundpunkte bis zur Jahrtausendwende und die modellierte Klimanische in Orange (aus SETTELE et al. 2008). Die Raupen leben an verschiedenen Leguminosen wie z. B. Luzerne. *Colias erate* kann leicht mit anderen *Colias*-Arten wie dem Wander-Gelbling (*Colias crocea*) verwechselt werden.



**Tabelle 11: Wärmeliebende, historisch nachgewiesene Tagfalterarten mit modellierter Klimanische in Sachsen**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Spialia sertorius</i>	Roter Würfel-Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	Nein
<i>Pyrgus carthami</i>	Steppenheiden-Würfel-Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	Nein
<i>Pyrgus serratalae</i>	Schwarzbrauner Würfel-Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	Nein
<i>Zerynthia polyxena</i>	Osterluzeifalter	Papilionidae	LC	Nein
<i>Colias erate</i>	Östlicher Gelbling	Pieridae	LC	Nein
<i>Colias myrmidone</i>	Regensburger Gelbling	Pieridae	EN	Nein
<i>Satyrium spini</i>	Kreuzdorn-Zipfelfalter	Lycaenidae	LC	Nein
<i>Glaucopsyche alexis</i>	Alexis-Bläuling	Lycaenidae	LC	Nein
<i>Maculinea arion</i>	Thymian-Ameisenbläuling	Lycaenidae	EN	Nein
<i>Polyommatus dorylas</i>	Wundklee-Bläuling	Lycaenidae	NT	Nein
<i>Polyommatus thersites</i>	Kleiner Esparsette-Bläuling	Lycaenidae	LC	Nein
<i>Polyommatus daphnis</i>	Zahnflügel-Bläuling	Lycaenidae	LC	Nein
<i>Polyommatus bellargus</i>	Himmelblauer Bläuling	Lycaenidae	LC	Nein
<i>Polyommatus damon</i>	Streifen-Bläuling	Lycaenidae	NT	Nein
<i>Brenthis daphne</i>	Brombeer-Perlmutterfalter	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Melitaea phoebe</i>	Flockenblumen-Scheckenfalter	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Melitaea didyma</i>	Roter Scheckenfalter	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Melitaea britomartis</i>	Östlicher Scheckenfalter	Nymphalidae	NT	Nein
<i>Lopinga achine</i>	Gelbringfalter	Nymphalidae	VU	Nein
<i>Minois dryas</i>	Blaukernaue	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Brintesia circe</i>	Weißer Waldportier	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Chazara briseis</i>	Berghexe	Nymphalidae	NT	Nein

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

Als potenzielle Neueinwanderer verbleiben 55 Arten, von denen keine historischen Belege aus Sachsen vorliegen. Bei vier dieser Arten (Tabelle 12) ist aber nicht davon auszugehen, dass sie von einer Klimaerwärmung profitieren. *Parnassius mnemosyne* und *Aricia artaxerxes* sind in Mitteleuropa montane Arten und *Euchloe simplonia* ist gar eine Art der subalpinen Zone, deren Verbreitung von SETTELE et al. (2008) aber nur zusammen mit den mediterranen Schwesterarten *Euchloe crameri* und *Euchloe ausonia* modelliert wurde. *Coenonympha oedippus* ist eine in Mitteleuropa aufgrund von Nutzungsänderungen vom Aussterben bedrohte Tagfalterart, die hier auf Feuchtbiopte angewiesen ist und von einer Klimaerwärmung nicht profitieren würde (WIEMERS 2007).

**Tabelle 12: Nicht wärmeliebende Tagfalterarten mit modellierter Klimanische in Sachsen ohne historische Nachweise**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Parnassius mnemosyne</i>	Schwarzer Apollo	Papilionidae	NT	Nein
<i>Euchloe simplonia</i>		Pieridae	LC	Ja
<i>Aricia artaxerxes</i>	Großer Sonnenröschen-Bläuling	Lycaenidae	LC	Nein
<i>Coenonympha oedippus</i>	Moor-Wiesenvögelchen	Nymphalidae	EN	Nein

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

Bei den übrigen 51 Arten handelt es sich um wärmeliebende Arten, die prinzipiell von einer Klimaerwärmung profitieren würden. Für 29 dieser Arten wird eine potenzielle Einwanderung nach Sachsen jedoch als unwahrscheinlich angenommen. Dies sind zum einen diejenigen 25 Arten, deren modellierte Klimanische in Sachsen stark isoliert ist (Tabelle 13), alles Arten des Mittelmeerraumes, die keine Vorkommen in Mitteleuropa besitzen. Drei der Arten (*Muschampia tessellum*, *Zerynthia rumina* und *Anthocharis gruneri*) hätten zudem derzeit keine geeignete heimische Raupenfutterpflanze.

**Tabelle 13: Tagfalterarten mit isolierter modellierter Klimanische in Sachsen**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Carcharodus orientalis</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Muschampia proto</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Muschampia tessellum</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Pyrgus sidae</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Zerynthia rumina</i>	Spanischer Osterluzeifalter	Papilionidae	LC	Nein
<i>Zerynthia cerisy</i>	Balkan-Osterluzeifalter	Papilionidae	NT	Nein
<i>Leptidea duponcheli</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Anthocharis euphenoides</i>		Pieridae	LC	Ja
<i>Anthocharis gruneri</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Zegris eupheme</i>		Pieridae	NT	Nein
<i>Euchloe crameri</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Euchloe ausonia</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Pieris krueperi</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Pieris ergane</i>		Pieridae	LC	Nein
<i>Laeosopis roboris</i>		Lycaenidae	LC	Ja
<i>Satyrium esculi</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Glaucopsyche melanops</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Polyommatus escheri</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Polyommatus albicans</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Kirinia roxelana</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Coenonympha rhodopensis</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Pyronia bathseba</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Hyponephele lupina</i>		Nymphalidae	LC	Nein
<i>Satyrus actaea</i>		Nymphalidae	LC	Ja
<i>Hipparchia syriaca</i>		Nymphalidae	LC	Nein

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

Die Raupenfutterpflanzen der noch verbliebenen 26 Arten kommen (mit Ausnahme derjenigen von *Libythea celtis*) auch in Sachsen vor.

Bei den folgenden vier Arten (Tabelle 14) kann eine Einwanderung als relativ unwahrscheinlich angesehen werden, weil diese Arten keine Vorkommen in den Nachbarländern (D/CZ/SK/AT/PL) besitzen. *Zizeeria knysna* & *karsandra* sind auf den südlichen Mittelmeerraum beschränkt. Die nächsten Vorkommen von *Iolana iolas* und *Plebejus sephirus* liegen in Ungarn.

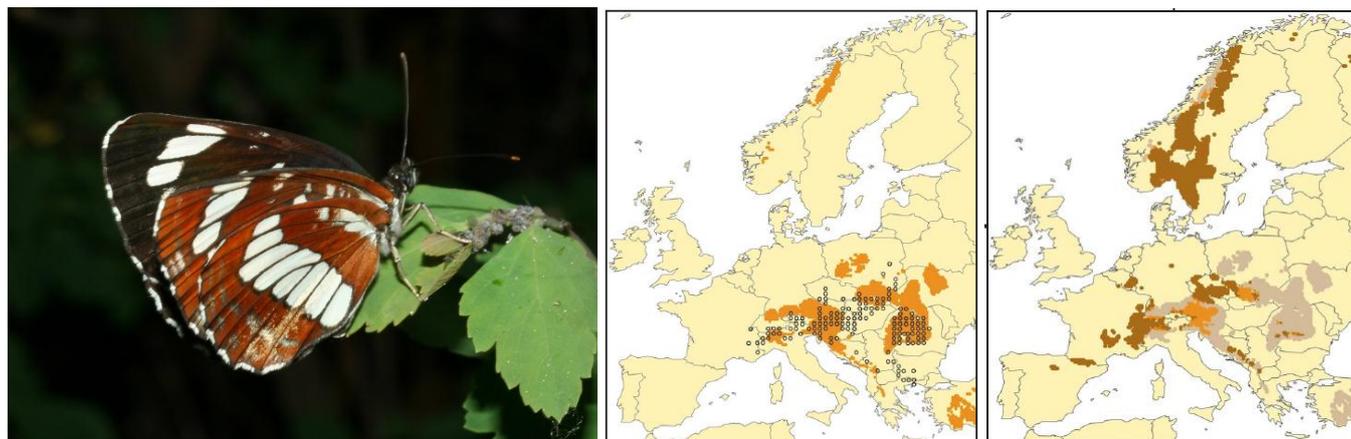
**Tabelle 14: Tagfalterarten ohne Vorkommen in Mitteleuropa**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Zizeeria knysna</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Zizeeria karsandra</i>		Lycaenidae	NA	Nein
<i>Iolana iolas</i>	Blasenstrauch-Bläuling	Lycaenidae	NT	Nein
<i>Plebejus sephirus</i>		Lycaenidae	LC	Nein

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

Für die restlichen 22 Arten ist eine Einwanderung nach Sachsen je nach Stärke der Klimaveränderung unterschiedlich wahrscheinlich. Für fünf Arten (Tabelle 15) besteht frühestens 2080 eine Klimanische in Sachsen. Darunter sind drei Arten, die in Mitteleuropa in den letzten Jahrzehnten aufgrund von Habitatverlusten eher zurückgegangen sind (*Leptidea morsei*, *Lycaena thersamon*, *Melitaea trivialis*). Bei den beiden *Neptis*-Arten sind dagegen Ausbreitungstendenzen und Anpassungen an anthropogene, überformte Habitate beobachtet worden, was die Wahrscheinlichkeit ihrer Ausbreitung erhöht. So hat sich der Schwarze

Trauerfalter *Neptis rivularis* (s. Abbildung 39) im Wiener Raum hervorragend an Parks und Gärten mit angepflanzten Hecken aus *Spiraea*-Hybriden angepasst (RÄUSCHL 2002) und der Schwarzbraune Trauerfalter (*Neptis sappho*) befrisst als Raupe neben *Lathyrus*-Arten auch die aus Nordamerika stammenden invasiven Robinien (*Robinia pseudoacacia*), was ihm neue Lebensräume eröffnet hat (JUTZELER et al. 2000). Keine der Arten kommt aber derzeit in Nachbarregionen Sachsens vor.



**Abbildung 39: *Neptis rivularis* (Schwarzer Trauerfalter) und modellierte Klimanischen der Art** (Foto: M. Wiemers)

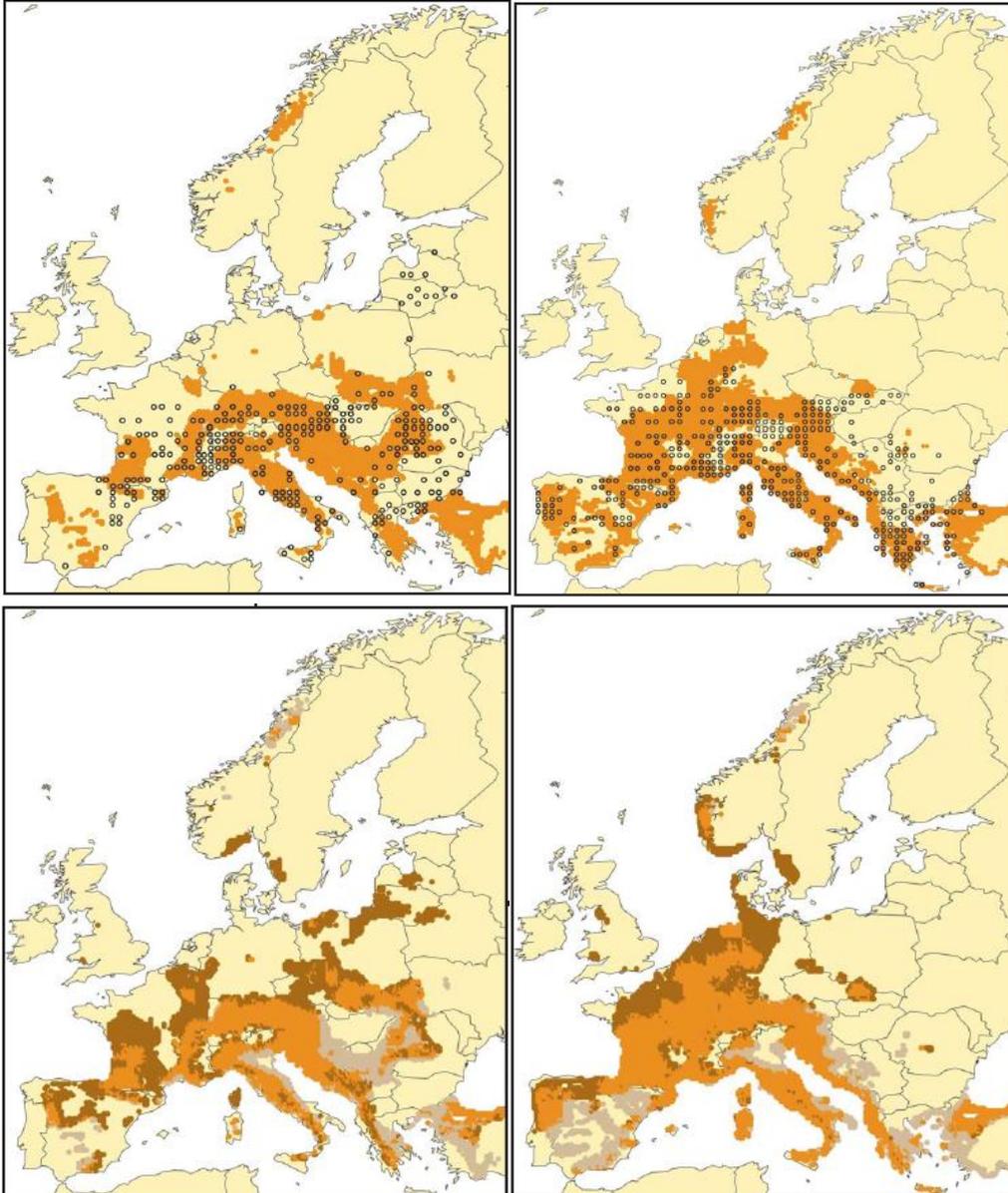
Der Schwarze Trauerfalter ist eine pontische Art, die ihre nordwestliche Verbreitungsgrenze in Südböhmen hat. Eine Erweiterung der Arealgrenze nach Norden ist bisher noch nicht beobachtet worden. Während die Art in Südböhmen auf Waldgebiete beschränkt ist, hat sie sich in manchen Gebieten (z. B. in Wien) hervorragend an städtische Lebensräume angepasst. Die Raupen leben hier an Spierstrauch-Hybriden, die häufig als Hecken gepflanzt werden. Die linke Verbreitungskarte zeigt europäische Fundpunkte bis zur Jahrtausendwende und die modellierte Klimanische in Orange; die rechte zeigt die zu erwartende Klimanische im Jahr 2080 unter Annahme des GRAS-Szenarios (orange und braun; es bedeuten: orange = Klimanische die erhalten bleibt, braun: mögliche Erweiterung der Klimanische infolge des Klimawandels, graubraun: Bereich der Klimanische, die infolge des Klimawandels wegfallen könnte); erkennbar ist die deutliche Erweiterung der Klimanische in Tschechien bis nach Sachsen (beide Karten aus SETTELE et al. 2008).

**Tabelle 15: Potenzielle Einwanderer: Tagfalterarten mit modellierter Klimanische in Sachsen ab 2080**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Leptidea morsei</i>		Pieridae	NT	Nein
<i>Lycaena thersamon</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Neptis sappho</i>	Schwarzbrauner Trauerfalter	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Neptis rivularis</i>	Schwarzer Trauerfalter	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Melitaea trivia</i>		Nymphalidae	LC	Nein

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

Für acht Arten eröffnet sich nach den Modellierungen bereits mittelfristig (2050) eine Klimanische in Sachsen (Tabelle 16). Zwar kommt derzeit keine der Arten in Nachbarregionen vor, aber zwei dieser Arten (*Lampides boeticus*, der Große Wanderbläuling und *Leptotes pirithous*, der Kleine Wanderbläuling) sind generalistische Wanderfalter, die Sachsen problemlos besiedeln könnten. Weil diese beiden Arten der (Sub-)Tropen aber keine strengen Winter vertragen, könnten sie vermutlich nur temporäre Populationen bilden, die im Winter wieder aussterben. Auch vom Zürgelbaum-Schnauzenfalter (*Libythea celtis*) sind saisonale Wanderungen bekannt, allerdings vornehmlich zwischen Tal- und Berglagen. Diese Art ist als Raupe zudem auf den Zürgelbaum (*Celtis*-Arten) angewiesen, der in Sachsen höchstens vereinzelt angepflanzt vorkommt. Die Vorkommen von *Carcharodus floccifera*, *Cupido alcetas* und *Limenitis reducta* in Mitteleuropa sind in den vergangenen Jahrzehnten stark zurückgegangen, was eine neuerliche Ausbreitung erschwert.



**Abbildung 40: Tagfalterarten mit Klimanische in Sachsen ab 2050 (nach SETTELE et al. 2008)** (Fotos: M. Wiemers)

Links: Heilziest-Dickkopffalter (*Carcharodus flocciferus*); rechts: Blauschwarzer Eisvogel (*Limenitis reducta*)

Mittlere Reihe: Europäische Fundpunkte bis zur Jahrtausendwende und die modellierte Klimanische in orange

Untere Reihe: Klimanischen im Jahr 2050 in braun/orange (links: BAMBU-Szenario; rechts: SEDG-Szenario, es wurden diejenigen Szenarien gewählt, bei denen eine Klimanische in Sachsen vorhergesagt wird; weitere Hinweise zur Interpretation der Szenario-Karten in Abbildung 39)

**Tabelle 16: Potenzielle Einwanderer: Tagfalterarten mit modellierter Klimanische in Sachsen ab 2050**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Carcharodus flocciferus</i>	Heilziest-Dickkopffalter	Hesperiidae	NT	Nein
<i>Spialia orbifer</i>		Hesperiidae	LC	Nein
<i>Lampides boeticus</i>	Großer Wanderbläuling	Lycaenidae	LC	Nein
<i>Leptotes pirithous</i>	Kleiner Wanderbläuling	Lycaenidae	LC	Nein
<i>Cupido decoloratus</i>		Lycaenidae	NT	Nein
<i>Cupido alcetas</i>		Lycaenidae	LC	Nein
<i>Libythea celtis</i>	Zürgelbaum-Schnauzenfalter	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Limenitis reducta</i>	Blauschwarzer Eisvogel	Nymphalidae	LC	Nein

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

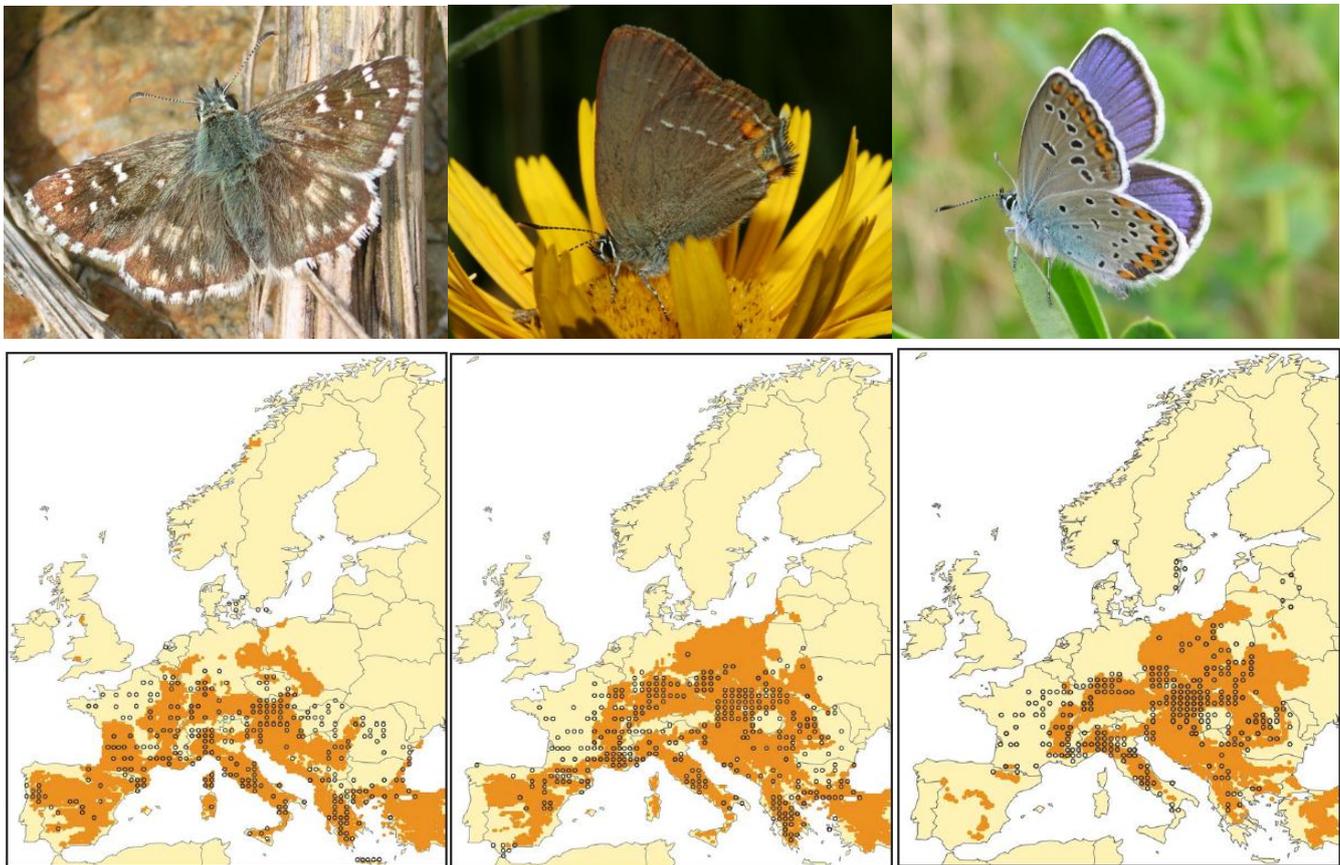
Bei neun Arten besteht bereits jetzt eine modellierte Klimanische in Sachsen. Fünf dieser Arten besitzen allerdings keine Vorkommen in den Nachbarregionen (Tabelle 17) und ihre mitteleuropäischen Vorkommen sind in den letzten Jahrzehnten rückläufig, was auf den Verlust der hier besiedelten Sonderstandorte zurückzuführen ist. Der Kardinal *Argynnis pandora* ist aber bekannt für Fluktuationen entlang seiner Arealgrenze, die derzeit durch Südmähren verläuft, und eine Arealerweiterung infolge von Klimaerwärmung wurde bereits von BENEŠ & KONVIČKA (2002) vorhergesagt.

**Tabelle 17: Potenzielle Einwanderer: Tagfalterarten mit modellierter aktueller Klimanische in Sachsen ohne Vorkommen in den Nachbarregionen**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Carcharodus lavatherae</i>	Ziest-Dickkopffalter	Hesperiidae	NT	Nein
<i>Argynnis pandora</i>	Kardinal	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Brenthis hecate</i>	Saumfleck-Perlmutterfalter	Nymphalidae	LC	Nein
<i>Hipparchia fagi</i>	Großer Waldportier	Nymphalidae	NT	Ja
<i>Arethusana arethusa</i>	Rotbindiger Samtfalter	Nymphalidae	LC	Nein

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

Die anderen vier Arten mit aktueller Klimanische in Sachsen (Tabelle 18; Abbildung 41) besitzen hingegen Vorkommen in den Nachbarregionen. *Pyrgus cirsii* ist aus Nord-Bayern bekannt und *Pyrgus armoricanus* zudem aus Sachsen-Anhalt. Weil *Pyrgus*-Arten unauffällig und relativ schwer zu bestimmen sind, werden sie häufig übersehen. Der Zweibrütige Würfel-Dickkopffalter (*Pyrgus armoricanus*) gilt in den meisten Gebieten Mitteleuropas zwar als gefährdete Art, hat sich in den vergangenen Jahren mancherorts aber wieder stark ausgebreitet. Der Kleine Schlehen-Zipfelfalter (*Satyrium acaciae*) und der Kronwicken-Bläuling (*Plebejus argyrognomon*) haben Vorkommen im nördlichen Bayern, in Thüringen und Böhmen, *Satyrium acaciae* zudem in angrenzenden Gebieten Polens. Diese Arten könnten daher recht leicht nach Sachsen einwandern. Im Falle des Kronwicken-Bläulings ist dies offenbar in jüngster Zeit auch passiert, denn es existiert ein Nachweis aus dem Jahr 2012 bei Großschönau/südliche Oberlausitz nahe der tschechischen Grenze (MTB 5153).



**Abbildung 41: Potenzielle Einwanderer: Zweibrütiger Würfel-Dickkopffalter *Pyrgus armoricanus* (links), Kleiner Schlehenzipfelfalter *Satyrium acaciae* (Mitte), Kronwicken-Bläuling *Plebejus argyrognomon* (rechts)** (Fotos: M. Wiemers)  
 Untere Reihe: Verbreitung der Arten (50 x 50 km<sup>2</sup> UTM Raster; schwarze Kreise) und aktuelle Klimanische in Europa (orange) nach SETTELE et al. (2008)

**Tabelle 18: Potenzielle Einwanderer: Tagfalterarten mit modellierter aktueller Klimanische in Sachsen mit Vorkommen in den Nachbarregionen**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa*	Europäischer Endemit
<i>Pyrgus cirsii</i>		Hesperiidae	VU	Ja
<i>Pyrgus armoricanus</i>	Zweibrütiger Würfel-Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	Nein
<i>Satyrium acaciae</i>	Kleiner Schlehenzipfelfalter	Lycaenidae	LC	Nein
<i>Plebejus argyrognomon</i>	Kronwicken-Bläuling	Lycaenidae	LC	Nein

\* erklärt in Tabelle 49 im Anhang

Die hier dargestellte Analyse beschränkt sich auf europäische Arten, weil die Wahrscheinlichkeit einer Einwanderung außereuropäischer Arten als gering eingeschätzt wird. Wie das (bisher einzige) Beispiel von *Cacyreus marshalli* zeigt, können durch Einschleppung aber weitere Arten nach Europa gelangen und sich nachfolgend ausbreiten. Ein aktuelles Beispiel bei den Nachtfaltern ist der aus Japan stammende und als Raupe an Buchsbaum lebende Zünsler *Cydalima perspectalis*, der sich momentan in Mitteleuropa ausbreitet (MALLY & NUSS 2010). Das bekannte Beispiel der Rosskastanien-Miniermotte (*Cameraria ohridella*) zeigt zudem die Schwierigkeit einer Vorhersage invasiver Arten. Diese Art wurde erst 1984 in Mazedonien entdeckt und hat sich dann innerhalb weniger Jahre fast über ganz Europa ausgebreitet (AUGUSTIN et al. 2009). Bis heute ist ungeklärt, wie es zu dieser plötzlichen Ausbreitung kommen konnte, aber möglicherweise haben Infrastrukturverbesserungen (Bau einer Straße im mazedonischen Ursprungsgebiet) die Ausbreitung der Art ermöglicht (VALADE et al. 2009; LEES et al. 2011). Die drei letzten Beispiele zeigen auch mögliche negative ökonomische Folgen durch Schädigung von Garten-Pelargonien im Falle von *Cacyreus marshalli*, Absterben von Buchsbaum-Hecken durch *Cydalima perspectalis* und Schäden an Rosskastanien durch *Cameraria ohridella*. Für die Rosskastanien-Miniermotte wurden für Deutschland Kosten von etwa 20 Millionen Euro pro Jahr errechnet (REINHARDT et al. 2003). Invasive Arten können auch Populationen heimischer Arten beeinträchtigen, z. B. durch

Konkurrenz, wodurch auch indirekt ökonomische Schäden entstehen können. Ein Beispiel hierfür ist der eingeschleppte Asiatische Marienkäfer (*Harmonia axyridis*), der zu einem Rückgang heimischer Marienkäferarten geführt hat (LILLIG 2008).

### Fazit

Aus heutiger Sicht lässt sich nicht eindeutig bewerten bzw. vorhersagen, welche Tagfalterarten zukünftig tatsächlich nach Sachsen einwandern werden und welchen genauen Anteil daran die Klimaerwärmung haben wird. Es können nur Wahrscheinlichkeiten angegeben werden, d. h. Arten, für die eine Einwanderung wahrscheinlich, weniger wahrscheinlich oder unwahrscheinlich bis ausgeschlossen ist. Hierzu wurden sämtliche derzeit in Sachsen nicht bodenständigen Tagfalterarten Europas unter Berücksichtigung ihrer modellierten Klimanische auf ihr Potenzial zur Einwanderung nach Sachsen überprüft. Dabei zeigte sich nicht nur bei einigen historisch bereits nachgewiesenen Arten, sondern auch bei 22 in Sachsen noch nie gefundenen Arten (5,7 %) eine hohe Einwanderungswahrscheinlichkeit innerhalb der nächsten 70 Jahre.

Ebenso können keine verlässlichen Aussagen darüber getroffen werden, wie sich die Neuankömmlinge in Konkurrenz zu den bodenständigen Arten verhalten, ob sie sich problemlos einmischen und die Tagfalterfauna bereichern oder andere Arten verdrängen bzw. sogar wirtschaftliche Schäden verursachen. Letzteres erfordert allerdings eine Bewertung aus ökonomisch-anthropozentrischer Perspektive und geht damit über primär im Naturschutz zu beantwortende Fragen hinaus. Die Fortführung und gezielte Erweiterung (z. B. Erhöhung der räumlichen Repräsentativität) des Tagfalter-Monitorings (TMD) bietet die Chance, die Einwanderung wärmeliebender und den Rückgang kälteadaptierter Arten im Klimawandel systematisch zu beobachten.

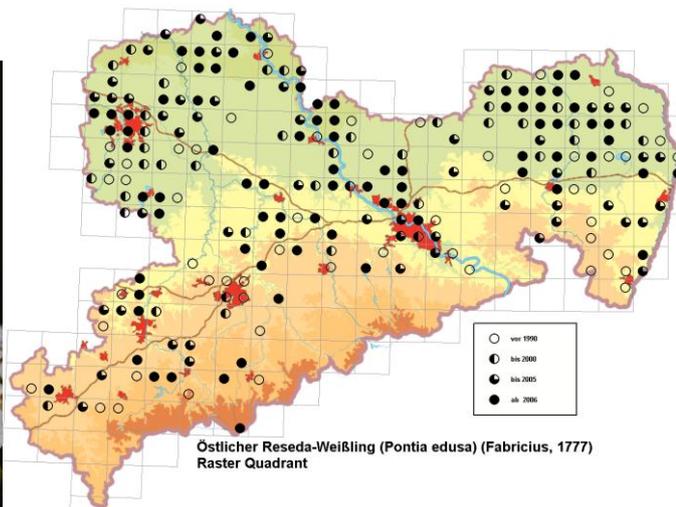
## 3 Weiterentwicklung des sächsischen Monitoringkonzeptes Klimawandel und Biodiversität

### 3.1 Weiterentwicklung der Liste der Monitoringindikatoren auf Basis der vorliegenden Ergebnisse der ersten Projektphase

#### 3.1.1 Aktualisierung der Auswahl klimasensitiver Schmetterlinge

Die Auswahlliste klimasensitiver Tagfalterarten wurde nochmals überprüft (vgl. Kapitel 8.2.6 in Heft 24/2013 der Schriftenreihe). Dabei wurde festgestellt, dass sich darunter drei Arten befinden, die mit den gängigen Erfassungsmethoden (Transektzählungen) nicht zuverlässig zu erfassen sind. Es handelt sich hierbei um die drei Zipfelfalterarten *Satyrium pruni*, *Satyrium w-album* und *Thecla betulae*. Eine Erfassung müsste bei diesen Arten im Winter über das Eistadium erfolgen, was aber mit einem hohen Arbeitsaufwand verbunden ist, der für den vorliegenden Zweck bei diesen im Gebiet kaum klimasensitiven Arten nicht zu rechtfertigen wäre. Daher wurden diese drei Arten wieder aus der Auswahlliste gestrichen. Andererseits wurde mit dem Östlichen Reseda-Weißling (*Pontia edusa*) eine positiv klimasensitive Art (BEHRENS et al. 2009) der Auswahlliste hinzugefügt. Diese Art war zuvor insbesondere aufgrund möglicher Verwechslungen mit der morphologisch nicht unterscheidbaren Schwesterart *Pontia daplidice* nicht in die Auswahlliste aufgenommen worden. Inzwischen haben eigene molekulare Untersuchungen aber die Annahmen bestätigt, dass in Sachsen (und generell in Deutschland) nur eine Art (*P. edusa*; Abbildung 42) vorkommt. Eine aktualisierte Liste klimasensitiver Tagfalterarten findet sich im Anhang.

Gegenüber Teil 1 (WINTER et al. 2010, vgl. Heft 24/2013 der Schriftenreihe) ergaben sich folgende nomenklatorische Veränderungen: *Leptidea reali* → *Leptidea juvernica*, *Maniola lycaon* → *Hyponphele lycaon*, *Nymphalis io* → *Aglais io*, *Scolitantides schiffermuelleri* → *Pseudophilotes vicrama*.



**Abbildung 42: *Pontia edusa* (Östlicher Reseda-Weißling) und Verbreitung der Art in Sachsen** (Foto: M. Wiemers)  
 Verbreitungskarte einschließlich Angaben von *Pontia daplidice* (die in Sachsen nicht vorkommt, Quelle: Zentrale Artdatenbank des LfULG, Stand 08.02.2013)

Der Resedaweißling wurde erst in den 1980er-Jahren aufgrund molekularer Untersuchungen in zwei Arten aufgespalten. Die östliche Art hat ihre nordwestliche Arealgrenze in Mitteldeutschland und stößt in günstigen Jahren als Wanderfalter weit nach Nordwesten (bis Belgien) vor. Die Art besiedelt Ruderalflächen (wie insbesondere in der Tagebaufolgelandschaft) und ernährt sich als Raupe von verschiedenen wildwachsenden Kreuzblütlern.

### 3.1.2 Aktualisierung der Auswahl klimasensitiver Käfer

Die Liste der Käfer wurde in Zusammenarbeit mit dem Coleopterologen Jörg Gebert (Büro für Faunistik und Ökologie) überarbeitet. Angaben zur voraussichtlichen Reaktion der für ein Monitoring ausgewählten Käferarten sind nun für alle Arten möglich (s. Tabelle 19). Der Breitrand (*Dytiscus latissimus*) wurde aufgrund der angenommenen geringen Klimasensitivität sowie wegen fehlenden bzw. unsicheren (Reproduktions)Nachweisen aus Sachsen aus der Auswahlliste wieder gestrichen (siehe auch Kapitel 8.2.7 in Heft 24/2013 der Schriftenreihe; WINTER et al. 2010). Er ist derzeit auch nicht in der Referenzliste der Arten der FFH-Richtlinie (Anhang II, IV, V) in Sachsen enthalten (Stand April 2013).

**Tabelle 19: Aktualisierte Artenliste der ausgewählten klimasensitiven sächsischen Käferarten, die für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität vorzugsweise in Frage kommen, mit Bewertungen der Klimasensitivität**

Nach übereinstimmender Expertenmeinung positiv auf Klimaerwärmung reagierende Arten sind grün, solche mit negativer Reaktion weiß markiert. Arten, bei denen die Experteneinschätzung hinsichtlich der Reaktionsrichtung differieren, sind grau markiert.

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	RL Sachsen Kategorie <sup>1</sup>	SCHLUMPRECHT et al. (2005)	Klimawandeleinfluss nach BEHRENS et al. (2009)	Klimasensitivität (Gebert pers. Mitt.)	Klimasensitiv nach EEA (2009)
<i>Agonum ericeti</i>	Hochmoor-Glanzflächläufer		1	negativ	stark negativ		
<i>Amara famelica</i>	Nordöstlicher Kamelläufer		3	positiv	stark negativ		
<i>Amara infima</i>	Heide-Kanalläufer		G		stark negativ	negativ	
<i>Badister meridionalis</i>	Bogenfleck-Wanderläufer		G	negativ	leicht negativ	indifferent	
<i>Bembidion humerale</i>	Hochmoor- Ahlenläufer		2		stark negativ	negativ	
<i>Bembidion nigricorne</i>	Nördlicher Ahlenläufer		2		stark negativ	negativ	
<i>Bembidion octomaculatum</i>	Achtfleck-Ahlenläufer		2	negativ	leicht negativ	indifferent	
<i>Brachinus crepitans</i>	Großer Bombardierkäfer		R	positiv	leicht positiv	positiv	
<i>Brachinus explodens</i>	Kleiner Bombardierkäfer		D	positiv	leicht positiv	positiv	
<i>Bradycellus caucasicus</i>	Heller Rundbauchläufer		V		stark negativ	negativ	
<i>Bradycellus ruficollis</i>	Rothals-Rundbauchläufer		3	negativ	stark negativ	negativ	

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	RL Sach- sen Kate- gorie <sup>1</sup>	SCHLUM- PRECHT et al. (2005)	Klimawandel- einfluss nach BEHRENS et al. (2009)	Klimasen- sivität (Gebert pers. Mitt.)	Klima- sensitiv nach EEA (2009)
<i>Carabus menetriesi pacholei</i>	Hochmoor-Laufkäfer	FFH-II	1			negativ	
<i>Carabus nitens</i>	Heide-Laufkäfer		1	negativ	stark negativ	negativ	
<i>Cerambyx cerdo</i>	Heldbock	FFH- II/IV	1			positiv	ja
<i>Graphoderus bilineatus</i>	Schmalbindiger Breitflügel- Tauchkäfer	FFH- II/IV	2			indifferent	
<i>Lucanus cervus</i>	Hirschkäfer	FFH-II	2			positiv	
<i>Osmoderma eremita</i>	Eremit	FFH- II/IV	2			positiv	
<i>Pterostichus ovoideus</i>	Flachhäugiger Grabläufer		3	negativ	leicht negativ	indifferent	
<i>Trechus rubens</i>	Ziegelroter Flinkläufer		V	negativ	leicht negativ	negativ	

<sup>1</sup> nach GEBERT (2009), KLAUSNITZER (1994, 1995)

### 3.1.3 Aktualisierung der Auswahl klimasensitiver Pflanzen

Die Auswahl klimasensitiver Pflanzenarten wurde nach Auswertung der für das FuE-Vorhaben zur Verfügung gestellten Vegetationsaufnahmen aus dem FFH-Feinmonitoring der LRT nochmals überprüft. Hierbei wurden insbesondere diejenigen Moose und Gefäßpflanzen, die mehr oder weniger häufig (d. h. in mindestens zehn Stichprobenflächen) in den Vegetationsaufnahmen vertreten sind, auf ihre Klimasensitivität überprüft (Gesamtanzahl der ausgewerteten Aufnahmen: 1.016, Stand: Juli 2012). Von den 81 Moosen und Gefäßpflanzen, die diesen Kriterien entsprechen, erwiesen sich zehn Gefäßpflanzenarten als monitoringgeeignet (Tabelle 20). Die Monitoringeignung wurde anhand von Expertenwissen (Stefan Klotz) eingeschätzt. Weitere Arten fielen insbesondere wegen wahrscheinlichen starken Einflüssen der Landnutzung auf ihre Häufigkeit (z. B. hinsichtlich Eutrophierung, Intensivierung) oder aufgrund ihrer starken Abhängigkeit vom Wasserfaktor durch das Raster. Weil das FFH-Monitoring der LRT derzeit noch weiter ausgebaut wird, steigt die Gesamtzahl der Vegetationsaufnahmeflächen auf über 2.000 Probeflächen. Aufgrund der zukünftigen Verdopplung können sich Verschiebungen in der Prioritätenliste ergeben.

Die mit 73 Arten noch recht umfangreiche Liste klimasensitiver Gefäßpflanzenarten aus der ersten Projektphase wurde auf Möglichkeiten einer Reduzierung geprüft. Kriterien waren hierbei der wahrscheinliche Grad des Rückgangs bzw. der Zunahme im Klimawandel (also die wahrscheinliche Stärke der Klimasensitivität), nicht zu große Seltenheit sowie regionale und Habitatrepräsentanz. Aufgrund dieser Kriterien wurde die **Liste klimasensitiver Gefäßpflanzenarten in drei Prioritätsstufen** eingeteilt (Tabelle 39). Danach besitzen 18 Arten eine sehr hohe Priorität, weitere 27 Arten eine hohe und die übrigen 28 Arten eine geringere Priorität.

Die vorgenommene Artenauswahl in Auswertung des FFH-LRT-Monitorings und die vorgenommene Priorisierung ergänzt und konkretisiert die Artenliste der ausgewählten klimasensitiven Gefäßpflanzen aus dem 1. Teilprojekt (Heft 24/2013 der Schriftenreihe, Tabelle 21 und Tabelle 44).

**Tabelle 20: Gefäßpflanzen mit +/- höherer Stetigkeit in den Vegetationsaufnahmen des FFH-LRT-Monitoring, die aufgrund ihrer Klimasensitivität für ein Monitoring infrage kommen könnten**

Arten, von denen angenommen wird, dass sie vom Klimawandel profitieren, sind grün hinterlegt, solche, bei denen der Klimawandeleinfluss unsicher ist, grau und solche, die vsl. negativ betroffen sein werden, weiß.

Art (lat.)	Art (dt.)	Vorkommen in Sachsen  Anzahl von MTB-Sechzehntel <sup>1</sup>	RL Sachsen Status <sup>19</sup>	Ellenberg Zeigerwerte		Klimawandeleinfluss nach BEHRENS et al. (2009)	Monitoring-Eignung (UFZ)	Anzahl Vegetationsaufnahmen <sup>2</sup>
				T	F			
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Gewöhnliche Rosskastanie	1260		k. A.	k. A.	k. A.	Hoch	12
<i>Aruncus dioicus</i>	Wald-Geißbart	455	V	5	6	k. A.	Gering	14
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	Rauhaariger Kälberkropf	1097		3	8	k. A.	Gering	23
<i>Chaerophyllum temulum</i>	Taumel-Kälberkropf	823		6	5		Gering	15
<i>Cytisus scoparius</i>	Besenginster	1356		5	4	k. A.	Gering	10
<i>Hedera helix</i>	Gewöhnlicher Efeu	1364		5	5	k. A.	Hoch	40
<i>Impatiens glandulifera</i>	Drüsiges Springkraut	1096		7	8	leicht positiv	Hoch	47
<i>Lamium galeobdolon</i>	Goldnessel (Aggregat)	823				k. A.	Gering	68
<i>Picea abies</i>	Europäische Fichte	1682		3	x	leicht negativ	Hoch	79
<i>Quercus rubra</i>	Rot-Eiche	1339		k. A.	k. A.	k. A.	Hoch	26

k. A. = keine Angabe, T = Temperaturzahl, F = Feuchtezahl, x = indifferentes Verhalten, <sup>1</sup> Stand 2010, <sup>2</sup> Stand Juli 2012

Die für ein Monitoring vorgeschlagenen Baumarten in Tabelle 20 und Tabelle 21, z. B. Rosskastanie, Europäische Fichte, Rot-Eiche, Weiß-Tanne und Spitz-Ahorn, sind hinsichtlich ihrer gegenwärtigen Verbreitung stark anthropogen beeinflusst (durch Pflanzung als Forst-, Straßen- oder Parkbäume). Dies ist bei der weiteren Planung zu berücksichtigen. Trotzdem gilt bspw. *Picea abies* als Baumart, die vom Klimawandel negativ betroffen sein wird und dies gegenwärtig in einigen Regionen Deutschlands schon ist. Sie leidet in hohem Maße unter Trockenstress und als Folge unter erhöhter Anfälligkeit für Borkenkäferbefall. Ursache dafür ist v. a. auch die weiträumige Pflanzung von Fichtenbeständen außerhalb der natürlichen Verbreitung dieser Baumart. Solche Bestände bilden gegenwärtig einen Schwerpunkt im ökologischen Waldumbau zu klimaangepassten Mischwäldern.

In ein Monitoring sollten die genannten Baumarten, wenn Vegetationsaufnahmen ausgewertet werden, nur dann einbezogen werden, wenn sie in den Verjüngungsschichten (natürliche Verjüngung, Strauchschicht bis 5 m Höhe) vorkommen, die Baum-schicht ist hierfür (außer in Prozessschutzgebieten) häufig zu stark nutzungsbedingt beeinflusst.

### 3.1.4 Höhengradienten-Monitoring von Gefäßpflanzen

Ergänzend wäre ein Höhengradienten-Monitoring von Gefäßpflanzen im Bergland sinnvoll, das aber methodisch erst noch genauer entwickelt werden müsste. Hierfür kämen zum einen diejenigen klimasensitiven Gefäßpflanzen in Frage, die ihre obere oder untere Verbreitungsgrenze im Bergland haben und höchstens an lokalklimatisch beeinflussten Sonderstandorten tiefer oder höher zu finden sind. Zu nennen wären hier (sub-, hoch-)montan verbreitete Arten wie z. B. der Rauhaarige Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*), der Alpen-Milchlattich (*Cicerbita alpina*), Isslers Flachbärlapp (*Diphasiastrum issleri*), Grüner Alpenlattich (*Homogyne alpina*), Sudeten-Hainsimse (*Luzula sudetica*), Weiße Pestwurz (*Petasites albus*), Purpur-Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*), Harz-Greiskraut (*Senecio hercynicus*) und Gebirgs-Sauerampfer (*Rumex arifolius*).

Allerdings sind dies alles kälteadaptierte Arten, die auf eine Klimaerwärmung voraussichtlich negativ reagieren. Bei solchen Arten ist damit zu rechnen, dass der zu erwartende Rückzug erst mit starker Verzögerung erfolgt. Unter anderem daher wäre es wichtig, auch wärmeadaptierte Arten zu untersuchen, die im Bergland gegenwärtig ihre obere Verbreitungsgrenze besitzen und auf die Klimaveränderung voraussichtlich mit einer Ausbreitung in höhere Lagen (Arealerweiterung) reagieren. Eine erste Vor-

<sup>19</sup> nach SCHULZ (1999)

schlagsliste von (z. T. die Liste der 1. Projektphase ergänzenden) Gefäßpflanzenarten, die sich speziell für ein Höhengradienten-Monitoring eignen würden, findet sich in Tabelle 21 (Hinweise zur Einbeziehung von Baumarten in ein solches Monitoring s. Kapitel 3.1.3). Mit relativ geringem Aufwand könnten auf den Flächen des FFH-LRT-Feinmonitorings mit Vorkommen dieser Arten (etwa 10-20 Flächen je Art) oder zusätzlich auf neu zu bestimmenden Transekten, vorzugsweise im Erzgebirge, die Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Gefäßpflanzenarten im Gebirge untersucht werden. Klimabedingte Verschiebungen in der Höhenverbreitung dieser Arten sind sehr wahrscheinlich. Ein Monitoring dieser Arten im Flachland erscheint jedoch als nicht notwendig. Die Transekte müssten so gelegt werden, dass sie die Arealgrenze der zu untersuchenden Arten einschließen. Die Begehung sollte mindestens alle drei bis sechs Jahre erfolgen.

Als eine Alternative oder Ergänzung zu einem solchen Höhengradienten-Monitoring ausgewählter Pflanzenarten könnten auch Auswertungen von Vegetationsaufnahmen entlang eines Höhengradienten erfolgen. Als Basis hierfür bieten sich die Vegetationsaufnahmen aus dem LRT-Feinmonitoring oder die ÖFS-Flächen an. Allerdings decken weder die im Projekt ausgewerteten Vegetationsaufnahmen (Abbildung 45) noch die ÖFS-Flächen (Abbildung 49) sämtliche Höhenlagen ab; insbesondere Lagen oberhalb 900 m NN werden damit derzeit nicht erfasst. Aufgrund der Ergänzung von Flächen im FFH-Feinmonitoring sind zukünftig auch diese Bereiche in der Überwachung. Falls dann noch Lagen über 900 m ü NN fehlen, müssten bestimmte Flächen entsprechend ergänzt werden.

**Tabelle 21: Erste Vorschlagsliste von Pflanzenarten für ein Höhengradienten-Monitoring im Bergland**

Arten, von denen angenommen wird, dass sie vom Klimawandel profitieren, sind grün hinterlegt.

Art (lat.)	Art (dt.)	Klimawandeleinfluss
<i>Abies alba</i>	Weiß-Tanne	Negativ
<i>Acer campestre</i>	Feld-Ahorn	Positiv
<i>Acer platanoides</i>	Spitz-Ahorn	Positiv
<i>Aconitum napellus</i>	Blauer Eisenhut	Negativ
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Gewöhnliche Rosskastanie	Positiv
<i>Arrhenaterum elatius</i>	Gewöhnlicher Glatthafer	Positiv
<i>Atriplex nitens</i>	Glanz-Melde	Positiv
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	Rauhaariger Kälberkopf	Negativ
<i>Cicerbita alpina</i>	Alpen-Milchlattich	Negativ
<i>Cichorium intybus</i>	Gemeine Wegwarte	Positiv
<i>Diphysastrum issleri</i>	Isslers Flachbärlapp	Negativ
<i>Galium sylvaticum</i>	Wald-Labkraut	Positiv
<i>Geranium pratense</i>	Wiesen-Storchschnabel	Positiv
<i>Homogyne alpina</i>	Grüner Alpenlattich	Negativ
<i>Ligustrum vulgare</i>	Liguster	Positiv
<i>Lonicera periclymenum</i>	Deutsches Geißblatt	Positiv
<i>Luzula sudetica</i>	Sudeten-Hainsimse	Negativ
<i>Onopordum acanthium</i>	Gewöhnliche Eselsdistel	Positiv
<i>Picea abies</i>	Europäische Fichte	Negativ
<i>Petasites albus</i>	Weißer Pestwurz	Negativ
<i>Prenanthes purpurea</i>	Purpur-Hasenlattich	Negativ
<i>Rumex arifolius</i>	Gebirgs-Sauerampfer	Negativ
<i>Senecio hercynicus</i>	Harz-Greiskraut	Negativ

### 3.1.5 Aktualisierung der Auswahl klimasensitiver Biotop- und FFH-Lebensraumtypen

Im von WINTER et al. (2010) erstellten ersten Projektbericht zur Entwicklung eines Monitoringkonzeptes Klimawandel und Biodiversität wurde bereits eine Übersicht klimasensitiver FFH-Lebensraumtypen (LRT) erarbeitet (vgl. Kapitel 8.2.10 in Heft 24/2013 der Schriftenreihe). Dabei wurden in erster Linie jene Lebensraumtypen aufgegriffen, die von SCHLUMPRECHT et al. (2005) für den Freistaat Sachsen als durch den Klimawandel gefährdet eingestuft werden. Außerdem erfolgte eine Erweiterung um die von PETERMANN et al. (2007) in die höchste Klimasensitivitätskategorie 3 eingeordneten Lebensraumtypen. So geht auch

die Aufnahme der Kalk-Trockenrasen und Steppen-Trockenrasen sowie der Flechten-Kiefernwälder/Kiefernwälder der sarmatischen Steppe auf die hohe Sensitivitätsbewertung von PETERMANN et al. (2007) zurück. Die Autoren führen Argumente wie geringe Regenerierbarkeit, Flächenrückgang, qualitative Veränderungen und Gefährdung durch Invasionen für diese Einstufung an. Allerdings gibt es in der Literatur auch gegenteilige Einschätzungen (BEHRENS et al. 2009). Diese Liste klimasensitiver FFH-LRT wurde um jene Biotoptypen ergänzt, die keinem FFH-Lebensraumtyp zugeordnet werden können, in der Fachliteratur aber als durch den Klimawandel gefährdet eingeschätzt werden. Die Datengrundlage bildeten die Bewertungen von BEHRENS et al. (2009) für das Land Nordrhein-Westfalen (NRW). Neben den genannten Publikationen konnten keine weiteren systematischen Klimasensitivitätsbewertungen von Biotoptypen in der Fachliteratur ermittelt werden. Die relevanten Biotoptypen wurden in die entsprechende Kategorie nach dem Biotoptypenschlüssel für Sachsen übersetzt und in Tabelle 22 aufgenommen. Auf Basis der von BEHRENS et al. (2009) getroffenen Einschätzung wurden alle Biotoptypen aufgenommen, die dem sonstigen Feucht- und Nassgrünland, naturnahen Quellbereichen und Bruchwäldern zuzuordnen sind. Bei sonstigen Magerweiden, die dem Verband Cynosurion zugeordnet werden können, gehen BEHRENS et al. (2009) sowohl von positiven als auch negativen Veränderungen durch den Einfluss des Klimawandels aus. Aufgrund dieser indifferenten Einschätzung wurden diese Biotoptypen nicht mit in die Liste aufgenommen.

**Tabelle 22: Ausgewählte sächsische klimasensitive FFH-Lebensraumtypen und andere klimasensitive Biotoptypen mit negativer Reaktion auf Klimaerwärmung**

FFH-Lebensraumtypen und sonstige Biotoptypen, welche für das Monitoring Klimawandel und Biodiversität vorzugsweise in Frage kommen und laut Bewertung vom Klimawandel negativ beeinflusst sein werden. Biotoptypencodes nach LfULG (2009a), <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/18492.htm>

LRT Code	Bezeichnung des LRT	Biotoptypen nach selektiver Biotopkartierung (LfULG 2009a)	SCHLUMPRECHT et al. (2005)	PETERMANN et al. (2007)	BEHRENS et al. (2009) <sup>1</sup>	Klimasensitiv nach EEA
3130	Oligo- bis mesotrophe Stillgewässer	SKT, SKA, SSA, SRA, SYA, SOW, SOS		hohe Sensitivität	0	
3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Stillgewässer	SKA, SSA, SRA, SOW		hohe Sensitivität	0	
3160	Dystrophe Stillgewässer	SM, SMN, SMM		hohe Sensitivität	0	
3260	Fließgewässer mit Unterwasservegetation	FBB, FBN, FBA, FFB, FFN, FFA, FG		hohe Sensitivität	-	Ja
4010	Feuchte Heiden	HZF	sehr starke Gefährdung	hohe Sensitivität	-	Ja
6210	Kalk-Trockenrasen (* orchideenreiche Bestände)	RHS, RHM, RHC		hohe Sensitivität	+	Ja
*6230	Artenreiche Borstgrasrasen	RB, RBM, RBF	sehr starke Gefährdung	mittlere Sensitivität	-	
*6240	Steppen-Trockenrasen	RHS, RHK		hohe Sensitivität	k. A.	
6410	Pfeifengraswiesen	GP, GPR, GPA	sehr starke Gefährdung	mittlere Sensitivität	-	
6430	Feuchte Hochstaudenfluren	LFS, LFU, LFB, LMR	sehr starke Gefährdung	mittlere Sensitivität	?	
6440	Brenndolden-Auenwiesen	GFA	gefährdet	mittlere Sensitivität	k. A.	
6520	Berg-Mähwiesen	GMM, GMS, GYM	bedeutsame Gefährdung	mittlere Sensitivität	-	
*7110	Lebende Hochmoore	MH, MHH	sehr starke Gefährdung	hohe Sensitivität	--	Ja
7120	Regenerierbare Hochmoore	MTW, MTZ, MTP	sehr starke Gefährdung	hohe Sensitivität	--	Ja
7140	Übergangs- und Schwinggrasmoore	MHN, MHB, MTW, MTZ, MTP, MKA, MGA	sehr starke Gefährdung	hohe Sensitivität	--	Ja
7150	Torfmoor-Schlenken	MHN, MHB	sehr starke Gefährdung	geringe Sensitivität	--	Ja
*7220	Kalktuff-Quellen	FQK		hohe Sensitivität	-	
7230	Kalkreiche Niedermoore	MKR, FQR		hohe Sensitivität	--	Ja
*9180	Schlucht- und Hangmischwälder	WSE, WSL	gefährdet	hohe Sensitivität	0	Ja
*91D0	Moorwälder <sup>2</sup>	WM, WMB, WMK, WML, WMF, WMS	sehr starke Gefährdung	hohe Sensitivität	-	Ja
*91E0	Erlen- Eschen- und Weichholzauenwälder	WW, WAN, WAB, WAQ, BFA	sehr starke Gefährdung	hohe Sensitivität	0	Ja
91F0	Hartholzauenwälder	WH	gefährdet	hohe Sensitivität	+	
91T0	Mitteuropäische Flechten-Kiefernwälder	WKF		hohe Sensitivität	k. A.	
91U0	Kiefernwälder der sarmatischen	WKK		hohe Sensitivität	k. A.	

LRT Code	Bezeichnung des LRT	Biotopcode nach selektiver Biotopkartierung (LfULG 2009a)	SCHLUMPRECHT et al. (2005)	PETERMANN et al. (2007)	BEHRENS et al. (2009) <sup>1</sup>	Klimasensitiv nach EEA
	Steppe					
9410	Montane Fichtenwälder	WFB, WFS	sehr starke Gefährdung	hohe Sensitivität	k. A.	Ja
	Nasswiesen	GFS			--	
	Seggen- und binsenreiche Feuchtweiden und Flutrasen	GFF			--	
	Sonstiges artenreiches Feuchtgrünland	GFY			--	
	Sturzquellen	FQS			-	
	Tümpelquellen	FQT			-	
	Kalkarme Sickerquellen	FQA			-	
	Erlen-Bruchwälder nährstoffreicher Standorte <sup>3</sup>	WBR			--	
	Birken-Erlen-Bruchwälder nährstoffreicher Standorte <sup>3</sup>	WBA			--	

\* prioritäre FFH-LRT

<sup>1</sup> Einfluss des Klimawandels nach BEHRENS et al. (2009): 0 = indifferent, + = leicht positiv, ++ = stark positiv, - = leicht negativ, -- = stark negativ, k. A. = keine Angabe

<sup>2</sup> In der Kategorie Moorwald sind die in Sachsen vorkommenden Moorbirken-, Waldkiefern-, Bergkiefern-, Fichten- und Sonstige Moorwälder zusammengefasst.

<sup>3</sup> bei BEHRENS et al. (2009) keine weitere Aufgliederung der Erlenbruchwälder

Die Liste der Lebensraumtypen, bei denen von einer positiven Entwicklung aufgrund der projizierten Klimaänderungen ausgegangen werden kann, blieb unverändert gegenüber der ersten Projektphase (WINTER et al. 2010). Es handelt sich vor allem um xerotherme<sup>20</sup> bzw. xerophile<sup>21</sup> Biotope, wie z. B. Sandheiden, Dünen, Eichenwaldgesellschaften warm-trockener Standorte. Wenn man sich die vorhandenen Klimasensitivitäts-Bewertungssysteme für die FFH-Lebensraumtypen anschaut, so zeichnen sich für Sachsen wichtige bzw. im Fokus des Naturschutzes stehende Biotope als mögliche „Gewinner“ des Klimawandels ab, die in Tabelle 23 aufgeführt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass bei diesen LRT neben den natürlichen Faktoren (es handelt sich überwiegend um Waldgrenzstandorte) auch die Landnutzung einen starken Effekt hinsichtlich der aktuellen und zukünftigen Verbreitung sowie der Erhaltungszustände hat. Ohne Pflegemaßnahmen führt z. B. Sukzession zur Verbuschung von Heidehabitaten. Nutzungen durch die Forst- und Landwirtschaft sind ein wichtiger Faktor, die den Erhalt und die mögliche Ausbreitung von Lebensräumen maßgeblich bestimmen. Diese Aussage trifft auch bei zahlreichen Tier- und Pflanzenarten zu, die stark vor der (extensiven) Nutzung der Habitatflächen abhängig sind.

### Tabelle 23: Ausgewählte sächsische klimasensitive FFH-Lebensraumtypen mit positiver Reaktion auf Klimaerwärmung

FFH-Lebensraumtypen, welche für das Monitoring Klimawandel und Biodiversität vorzugsweise in Frage kommen und vom Klimawandel profitieren könnten

LRT Code	Bezeichnung des LRT	PETERMANN et al. (2007)	BEHRENS et al. (2009) <sup>1</sup>	klimasensitiv nach EEA
2310	Binnendünen mit Sandheiden	geringe Sensitivität	+	
5130	Wacholder-Heiden	geringe Sensitivität	+	
8150	Silikatschutthalden	mittlere Sensitivität	++	
8220	Silikatfelsen mit Felsspaltvegetation	mittlere Sensitivität	++	
8230	Silikatfelsen mit Pionierv egetation	mittlere Sensitivität	++	
9170	Labkraut-Eichen-Hainbuchenwälder	geringe Sensitivität	+	Ja
*91G0	Pannonische (subkontinentale) Eichen-Hainbuchenwälder	geringe Sensitivität	k. A.	

\* prioritärer FFH-LRT

<sup>1</sup> Einfluss des Klimawandels nach BEHRENS et al. (2009): 0 = indifferent, + = leicht positiv, ++ = stark positiv, - = leicht negativ, -- = stark negativ, k. A. = keine Angabe

<sup>20</sup> warmtrockene Standorte besiedelnd

<sup>21</sup> trockene Standorte besiedelnd

### 3.1.6 Klimasensitive Arten versus Indikatorgruppen

Die Analyse der Klimasensitivität von Arten ist wichtig, um die Bedeutung des Klimawandels auf Arten und Artengemeinschaften zu verstehen. Eine ähnliche Studie wurde daher auch in NRW (BEHRENS et al. 2009) durchgeführt und bereits in der ersten Projektphase berücksichtigt. So wurde im Auftrag des LfULG in der ersten Projektphase ebenfalls ein Artenset klimasensitiver Arten ausgewählt, die für ein Monitoring vorzugsweise in Frage kommen könnten. Mit dem vorliegenden FuE-Projekt erfolgten nun tiefergehende Prüfungen der vorhandenen Vorkommensdaten der ausgewählten Arten und deren Bewertung als Basisdaten für ein Monitoring Klimawandel & Biodiversität (siehe Kapitel 3.4). Dabei wurde deutlich, dass insbesondere bei den klimasensitiven Nicht-FFH-Arten die vorliegenden Verbreitungsdaten für die konkrete Flächenauswahl eines artbasierten Monitoring-Konzeptes teilweise unzureichend sind.

Die Autoren der vorliegenden Studie sehen aufgrund neuester Erkenntnisse (z. B. im Rahmen der Indikatorenentwicklung) zunehmend die **Schwächen eines Einzelartenmonitorings** gegenüber anderen Monitoringkonzepten, wie sie beispielsweise in der Schweiz und in NRW durchgeführt werden. Aus den vom LANUV NRW zur Verfügung gestellten Informationen wird auch deutlich, dass diese breiter angelegten **Biodiversitätsmonitoring-Programme** nicht so teuer sein müssen wie in der Schweiz und in vielfacher Hinsicht sogar die ökonomischere Variante eines Klimawandel- und Biodiversitäts-Monitorings darstellen (s. a. Kapitel 3.2).

Folgende Diskussionspunkte sind dabei zu beachten:

- Die in den letzten Jahren neu entwickelten Indices (wie der CTI und der Areal-Index) sind nur für eine größere Zahl von Arten und Datensätzen sinnvoll einsetzbar.
- Ein aussagekräftiger Vergleich dieser Indices zwischen Regionen ist nur möglich, wenn in den untersuchten Artengruppen genau die gleichen Arten bzw. sämtliche im Gebiet vorkommenden Arten einer Gruppe erfasst werden.
- Ein gleichzeitiges Monitoring sehr verschiedener taxonomischer Gruppen ist z. B. aufgrund von Unterschieden in den Erfassungsmethoden und -zeiten oftmals nicht möglich bzw. unökonomisch, zumal das nötige Expertenwissen oft nur bei Spezialisten für die einzelnen Gruppen verfügbar ist.
- Bei manchen Gruppen besteht kein oder nur ein sehr geringer Unterschied im Arbeitsaufwand zwischen der Erfassung einer Auswahl „klimasensitiver Arten“ und der gesamten Organismengruppe. Beispielsweise besteht bei Transekterfassungen von Tagfaltern praktisch kein Unterschied im Zeitaufwand zwischen einer Erfassung sämtlicher Arten und der Erfassung des reduzierten Sets klimasensitiver Arten.
- Durch die Klimaerwärmung ist mit einer starken Zunahme neu einwandernder Arten zu rechnen. Deren zeitnahe Erfassung ist aber nur bei der Erfassung aller Arten einer Gruppe möglich.
- Die derzeitigen Kenntnisse der Autoren zur Klimasensitivität von Arten sind noch äußerst unzureichend und Annahmen zur Klimasensitivität haben sich bei manchen Arten (z. B. bei einer Vogelart in NRW; WERKING-RADTKE, mdl.) bereits als falsch erwiesen.
- Die Klimasensitivität von Arten kann sich regional stark unterscheiden, sodass Ergebnisse aus anderen Gebieten schwer übertragbar sind.
- Der Klimawandel ist nur einer von vielen Faktoren, die die Entwicklung von Artengemeinschaften beeinflussen. Ein allgemeines Biodiversitätsmonitoring, das nicht auf die Untersuchung nur eines Faktors ausgerichtet ist, erleichtert die Trennung dieser Faktoren und ist ökonomischer, weil es auch für viele andere Fragestellungen eingesetzt werden kann. Ein Beispiel hierfür ist das FFH-Feinmonitoring der LRT sowie das aufgrund einer EU-Verordnung notwendig gewordene HNV-Monitoring (s. Kapitel 3.3.4). Dieses würde bei Vorhandensein eines Biodiversitätsmonitorings nach dem neuen Konzept (s. u.) kaum zusätzliche Kosten verursachen.
- Pilotprojekte in NRW haben gezeigt, dass ein für Klimawandel-Fragestellungen geeignetes Biodiversitätsmonitoring mit äußerst geringem finanziellem Aufwand durchführbar ist, wenn Freiwilligen-Netzwerke bei der Erfassung eingebunden werden können (s. Kapitel 3.2.1).

Aus diesen Erwägungen heraus verfolgen diejenigen Länder, die derzeit federführend sind im Biodiversitätsmonitoring (wie z. B. die Schweiz in Europa oder Nordrhein-Westfalen in Deutschland, s. Kapitel 3.2) inzwischen das alternative Konzept der Erfassung von Indikatorgruppen. Hierbei werden (möglichst klimasensitive) Organismengruppen ausgewählt und diese auf statistisch im Raum verteilten Flächen in ihrer Gesamtheit erfasst. In NRW wurden 2011 (neben den bereits zuvor bearbeiteten Gruppen der Gefäßpflanzen und Vögel) die Gruppen der Tagfalter und Libellen neu hinzugenommen und die Aufnahme weiterer Gruppen (z. B. Schrecken) ist für die Zukunft geplant. Für die Auswahl der Indikatorgruppen waren dabei neben ihrer

Klimasensitivität (beispielsweise sind Insekten als wechselwarme Organismen aus physiologischen Gründen wesentlich klimasensitiver als Säugetiere und Vögel) auch Erwägungen zur praktischen Durchführbarkeit maßgeblich.

Die Autoren schlagen daher auch für Sachsen ein verstärktes Monitoring von Indikatorgruppen vor, wobei zur Auswahl dieser Gruppen die folgenden Kriterien überprüft werden müssen:

1. Klimasensitivität (besonders geeignet: wechselwarme Organismen wie Insekten)
2. Erfassungsaufwand unter Verwendung standardisierter Erfassungsmethoden
3. Bestimmungsaufwand (möglichst im Gelände bestimmbar)
4. Größe der Artengruppe (kleine Gruppen bieten wenig Auswerteooptionen, große Gruppen haben einen hohen Erfassungs- und Auswertungsaufwand)
5. Verfügbarkeit von Experten für die jeweiligen Artengruppen
6. Einbindungsmöglichkeiten für Freiwilligen-Netzwerke
7. Synergien durch Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Bundesländern
8. Öffentlichkeitswirksamkeit

Die Klimasensitivität verschiedener Artengruppen wurde ausführlich in der ersten Projektphase dargelegt. Auf Basis dieser Analyse und unter Berücksichtigung der oben genannten praktischen Erwägungen kommen für ein Artengruppenmonitoring vorzugsweise folgende Taxa in Frage:

- Gefäßpflanzen (Analyse von Veränderungen von Artengemeinschaften, Veränderung charakteristischer Merkmale von Biotoptypen)
- Vögel (Berechnungen komplexer Indikatoren wie CTI, gute ehrenamtliche Erfassungsbasis, existierendes Monitoring-Programm, Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Regionen, Öffentlichkeitswirksamkeit)
- Amphibien (hohe Klimasensitivität, Verfügbarkeit von Experten)
- Tagfalter (hohe Klimasensitivität, Berechnung komplexer Indikatoren wie CTI möglich, gute ehrenamtliche Erfassungsbasis, bestehendes Monitoring-Programm, Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Regionen, Öffentlichkeitswirksamkeit)
- Libellen (hohe Klimasensitivität, Repräsentanten wassergebundener Biotoptypen, Berechnung komplexer Indikatoren wie CTI möglich)
- Heuschrecken (Verfügbarkeit von Experten)

Ein weiterer Vorteil dieser Auswahl ist die Repräsentativität, die nötig ist, wenn allgemeine Aussagen über Veränderungen der Biodiversität durch den Klimawandel getroffen werden sollen. Es werden sowohl wichtige taxonomische als auch funktionelle Einheiten und verschiedene Lebensräume berücksichtigt. Neben den genannten Artengruppen sollten auf der entsprechenden Flächenkulisse vollständige Kartierungen aller Biotoptypen stattfinden. **Fische** sind tendenziell für ein Artengruppenmonitoring geeignet. Erfassungen kompletter Artengemeinschaften finden jetzt schon im Rahmen des WRRL-Monitorings statt. Allerdings gibt es noch keine darauf aufbauenden Klimawandelindikatoren. Es ist jedoch vorgesehen, entsprechende Indikatoren im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) zu entwickeln (SCHÖNTHALER et al. 2011). Hinweise zu den Kosten eines solchen Monitoringkonzeptes von Indikatorgruppen finden sich im Kapitel 3.6 (vor Beginn des Unterkapitels 3.6.1).

## 3.2 Monitoring-Aktivitäten des Bundes und anderer Bundesländer

### 3.2.1 Biodiversitätsmonitoring in Nordrhein-Westfalen

Das einzige deutsche Bundesland, das bereits ein breites Biodiversitätsmonitoring durchführt (seit 1997), ist Nordrhein-Westfalen. Darin integriert ist auch das Klimafolgenmonitoring, Teilbereich Biodiversität. In einer Studie des Instituts für Landschaftsökologie (ILÖK) der Universität Münster wurden bereits die Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität anhand erster Ergebnisse aus dem Monitoring in NRW untersucht (BEHRENS et al. 2009; MUNLV 2010). Die Ergebnisse stellten eine wichtige Grundlage der ersten Projektphase für die Konzeption eines sächsischen Klimawandel-Biodiversitätsmonitorings dar (vgl. Teil 1; WINTER et al. 2010).

Im Bearbeitungszeitraum der zweiten Projektphase erfolgte daher ein intensiver fachlicher Austausch mit den für das Monitoring zuständigen Mitarbeitern im LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz) von NRW, um zu prüfen, inwieweit eine Abstimmung zwischen dem Monitoring-Programm von NRW und dem in Entwicklung befindlichen Konzept Sachsens erfolgen sollte. Die Prüfung beinhaltet auch die Fragestellung, ob und wenn ja welche Elemente des Monitoring-Programms von NRW ggf. auch auf Sachsen übertragen werden könnten. Am 29.10.2011 wurde anlässlich eines Arbeitstreffens am LANUV in Recklinghausen das NRW-Programm ausführlich vorgestellt und diskutiert. Eine weitere Vorstellung dieses Programms erfolgte auf dem PAG-Treffen der zweiten Projektphase in Freiberg am 01.02.2012.

Das NRW-Programm basiert auf drei Säulen:

- ÖFS-Monitoring: Monitoring häufiger Biotoptypen, Gefäßpflanzen, Brutvögel und weiterer Tierarten auf Flächen der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS)
- Biotopmonitoring: Monitoring seltener Biotoptypen (z. B. FFH-Lebensraumtypen)
- Artmonitoring: Monitoring seltener Tier- und Pflanzenarten (z. B. FFH-Artenmonitoring)

Neben den 170 NRW-ÖFS-Flächen der Bundes- und Landesstichprobe (Größe jeweils 1 km<sup>2</sup>) werden weitere 21 Flächen im Ballungsraum Rhein-Ruhr und 29 Flächen in Naturschutzvorranggebieten untersucht. Damit kann überprüft werden, ob sich die Entwicklung im Ballungsraum und in den Naturschutzvorranggebieten von denen in der Normallandschaft unterscheidet. Aus statistischen Erwägungen heraus wird vom LANUV eine Mindestanzahl von 30 Flächen in den sechs Landschaftsräumen (Niederrheinisches Tiefland, Niederrheinische Bucht, Westfälische Bucht und Westfälisches Tiefland, Weserbergland, Eifel mit Siebengebirge, Bergisches Land mit Siegerland und Sauerland) als notwendig angesehen.

Im Stichprobenset mit insgesamt 220 Flächen erfolgen Erfassungen der Biotoptypen, der Gefäßpflanzen (quantitativ) und ausgewählter Tiergruppen im rotierenden sechsjährigen Rhythmus. Seit 1997 wurden die Brutvögel (mittels Revierkartierung) erfasst, seit 2011 auch Tagfalter und Libellen (jeweils durch Transektbegehung). Die Aufnahme weiterer Tiergruppen ist für die Zukunft geplant. Bei allen ausgewählten Gruppen werden sämtliche Arten erfasst, also dem Konzept der Indikatorgruppen gefolgt. Eine gezielte Untersuchung ausgewählter klimasensitiver Arten, wie sie im Rahmen der ILÖK-Studie (BEHRENS et al. 2009) ermittelt wurden, wird aus Gründen, die in Kapitel 3.1.6 näher erläutert werden, als nicht sinnvoll angesehen. Aufgrund der Zufallsverteilung des Basissets von 170 ÖFS-Flächen sind vielfältige Auswertungen nicht nur in Bezug auf klimabedingte Veränderungen möglich. Das Land NRW nutzt die ÖFS-Flächen beispielsweise auch für das nach der Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG) verbindlich vorgeschriebene Monitoring von Umweltwirkungen gentechnisch veränderter Organismen (GVO-Monitoring). Nähere Informationen zum Konzept und den Methoden des Biodiversitätsmonitorings in NRW sowie ausgewählte Ergebnisse können folgenden Webseiten entnommen werden (Abfrage jeweils 09.02.2013):

- ÖFS: [http://www.lanuv.nrw.de/natur/monitor/OEFS\\_NRW.htm](http://www.lanuv.nrw.de/natur/monitor/OEFS_NRW.htm)
- Biotopmonitoring: [http://www.lanuv.nrw.de/natur/monitor/BM\\_NRW.htm](http://www.lanuv.nrw.de/natur/monitor/BM_NRW.htm)
- Kartieranleitung: <http://www.naturschutzinformationen-nrw.de/methoden/web/babel/media/kartieranleitung2010.pdf>
- Vortrag „Biodiversitätsmonitoring in Nordrhein-Westfalen: Ergebnisse der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS)“: [http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/monitoringintern2/Koenig\\_OEFS\\_NRW.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/monitoringintern2/Koenig_OEFS_NRW.pdf)
- Broschüre „Natur im Wandel – Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt in Nordrhein-Westfalen“ (MUNLV 2010): [http://www.umwelt.nrw.de/naturschutz/pdf/broschuere\\_natur\\_im\\_wandel.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/naturschutz/pdf/broschuere_natur_im_wandel.pdf)

Nach Ansicht des LANUV ist das derzeitige Programm kostenmäßig sehr vorteilhaft. Diese belaufen sich auf etwa 150.000 EUR pro Jahr (= 900.000 EUR pro gesamtem Monitoring-Durchgang). Bis 2010 wurden hierbei alle Kartierungsarbeiten durch Fachbüros und in geringerem Umfang auch von Biologischen Stationen durchgeführt. Seit 2011 sind jedoch im Rahmen des Tagfalter- und Libellenmonitorings auch Ehrenamtler mit einbezogen, die finanziell durch eine Fahrtkostenpauschale unterstützt werden. Die Basiskartierung der ÖFS-Flächen für diese beiden Gruppen, bei der innerhalb von zwei Jahren sämtliche Flächen untersucht werden, kostet nach Angaben der LANUV 15.000 EUR pro Jahr und Gruppe, insgesamt also 60.000 EUR. Die Kartierungen erfolgen hierbei mehrfach pro Jahr (mindestens fünfmal), um die gesamte Flugsaison zu erfassen.

Das Bundesland **Schleswig-Holstein** hat sich bereits entschieden, ein Biodiversitätsmonitoring nach dem NRW-Konzept aufzubauen. Nach Auffassung der Autoren ist das Konzept für ein Klimafolgenmonitoring hervorragend geeignet und, ggf. mit gewissen Anpassungen, auch auf Sachsen übertragbar. Dieses Konzept lässt sich modularisieren und demnach, wenn erforder-

lich, schrittweise aufbauen. Um Synergieeffekte bei der Datenauswertung zu nutzen, wird empfohlen, die Auswahl der Indikatorengruppen mit den in NRW erfassten Gruppen abzustimmen.

### 3.2.2 Projekt zur Entwicklung von Klimawandel-Biodiversitätsindikatoren des Bundesamtes für Naturschutz

Im Rahmen eines durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) geförderten Projekts (FuE-Vorhaben „Indikatorensystem zur Darstellung direkter und indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt“, Förderkennzeichen 3511 82 0400) werden derzeit Indikatoren entwickelt, mit denen die vielfältigen Wirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität abgebildet werden sollen. Ziel ist es, die Indikatorensets der Nationalen Biodiversitätsstrategie und der Deutschen Anpassungsstrategie (in Entwicklung) zu ergänzen. Folgende durch den Klimawandel bedingten Veränderungen sollen im Indikatorenset Berücksichtigung finden (TU Berlin 2012):

- phänologische Veränderungen
- physiologische Veränderungen
- Veränderungen von Verbreitungsgebieten
- Veränderungen von Biozöosen

Es werden Indikatoren für folgende drei **Indikationsfelder** entwickelt:

1. Direkte klimawandelbedingte Veränderungen der biologischen Vielfalt
  - z. B. Phänologische Veränderungen bei Arten und Lebensgemeinschaften, Arealveränderungen bei Tier- und Pflanzenarten, Veränderungen von Lebensräumen
2. Indirekte klimawandelbedingte Veränderungen biologischer Vielfalt infolge von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen
  - z. B. Veränderungen biologischer Vielfalt infolge von Energiegewinnung aus Biomasse, aus Windkraft, infolge von Anpassungen an den Klimawandel im Bereich der Landwirtschaft, Forstwirtschaft, des Hochwasserschutzes
3. Anpassung naturschutzfachlicher Strategien und Maßnahmen an den Klimawandel
  - z. B. im Bereich Schutzgebiete, Biotopverbund, durch Förderung von Synergien zwischen Naturschutz und Klimaschutz

Die Basis für das zu erstellende Indikatorenset bilden sowohl Indikatoren bestehender nationaler und internationaler Indikatorensets, die einem mehrstufigen Auswahlverfahren unterzogen werden, als auch eigene Entwicklungen der Auftragnehmer (Technische Universität Berlin in Kooperation mit der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Universität Stuttgart und dem Dachverband Deutscher Avifaunisten). Die Indikatoren sollen das **DPSIR-Modell**<sup>22</sup> repräsentieren und (aktuell oder perspektivisch) auf bundesweit verfügbare Daten zurückgreifen und bundesweite Aussagen ermöglichen. Für die vorgeschlagenen Indikatoren werden umfangreiche **Indikatoren-Steckbriefe** (ähnlich z. B. auch im Konzept des sächsischen Klimafolgenmonitorings, vgl. Steckbriefe im Kapitel 3.7) entwickelt, die u. a. folgende Angaben beinhalten:

- Einordnung ins DPSIR-Modell
- Beschreibung und Berechnungsvorschrift
- Datengrundlage (u. a. Datenquelle, räumliche und zeitliche Auflösung)
- Aussagefähigkeit (Interpretationsvorschrift, Trendanalyse, Handlungsempfehlungen)
- Evaluierung (Stärken, Schwächen, Weiterentwicklung)
- Grafische Darstellung (vgl. BARTZ et al. 2013).

In die Indikatorenentwicklung soll auch der Community Temperature Index (CTI) einbezogen werden (vgl. Kapitel 2.3 und 3.7), und zwar (Stand Januar 2013) für die Artengruppen der Vögel und Tagfalter. Das UFZ und das LfULG, Referat Landschaftsökologie, Flächennaturschutz, sind Mitglieder in der Projektbegleitenden Arbeitsgruppe und diskutierten bspw. am 28. und 29.01.2013 am BfN den vorliegenden Entwurf des Indikatorensets (vgl. BARTZ et al. 2013). Zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichtes war das bis 2014 laufende FuE-Vorhaben noch nicht abgeschlossen. Die Ergebnisse sollten bei der weiteren Entwicklung des Klimafolgenmonitorings in Sachsen, insbesondere im Hinblick auf weitere mögliche Klimawandel-Biodiversitätsindikatoren, berücksichtigt werden.

<sup>22</sup> [http://www.bfn.de/0315\\_definition-indikator-naturs.html](http://www.bfn.de/0315_definition-indikator-naturs.html) (Abfrage 10.02.2013)

## 3.3 Darstellung bestehender sächsischer Monitoring-Programme mit besonderer Relevanz für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität

### 3.3.1 FFH-Monitoring

Das FFH-Monitoring dient der Überwachung des Erhaltungszustandes von Lebensraumtypen (LRT) und Arten von europäischer Bedeutung, die in der Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie wildlebenden Pflanzen und Tiere der Europäischen Union (FFH-Richtlinie) definiert sind. In einem Abstand von sechs Jahren sind die Mitgliedsstaaten der EU verpflichtet, Berichte zum Erhaltungszustand und über Maßnahmen zum Schutz der genannten Lebensraumtypen und Arten zu verfassen. Für die Berichtsperiode 2001-2006 liegt ein Bericht über die Erhaltungszustände der Lebensraumtypen (LfULG 2011b) und Arten (LfULG 2011a) vor (s. <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/20678.htm>). Das FFH-Monitoring in Sachsen ist eng auf die Erfordernisse dieser Berichtspflicht zugeschnitten. Das Programm gliedert sich in ein Monitoring der FFH-Lebensraumtypen und der FFH-Arten. Innerhalb dieser Teilprogramme kann wiederum zwischen dem Grob- und Feinmonitoring der FFH-Lebensraumtypen bzw. dem Präsenz- und Feinmonitoring der FFH-Arten unterschieden werden. Die detaillierte Ausgestaltung des FFH-Monitorings ist im Monitoringkonzept des LfULG beschrieben, welches aus einer Langfassung (LfULG 2011e), einer Kurzfassung (LfULG 2010), einer Methodenbeschreibung zum Feinmonitoring der FFH-Lebensraumtypen (LfULG 2011c) sowie ergänzenden Anlagen besteht. Die in Kapitel 3.5 vorgenommenen Auswertungen basieren hauptsächlich auf diesen Datengrundlagen.

Im Rahmen des **LRT-Grobmonitorings** werden Daten v. a. zur Verbreitung und Gesamtfläche sowie bedingt zum Erhaltungszustand und den Zukunftsaussichten der FFH-Lebensraumtypen sowie weiterer naturschutzfachlich bedeutsamer Biotoptypen in und außerhalb der FFH-Gebiete gewonnen. Das Grobmonitoring wird sachsenweit durchgeführt, wobei in allen TK 25 nach spätestens zwölf Jahren eine Wiederholungsaufnahme stattfinden soll. Die Erfassung erfolgt als terrestrische Kartierung nach den Vorgaben des sächsischen Kartier- und Bewertungsschlüssels zur Erfassung und Bewertung der FFH-LRT mit einer abgestuften Erfassungsintensität zu den Hauptkriterien Strukturen, Arteninventar und Beeinträchtigungen (Übersicht der verschiedenen Dokumente unter <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/18723.htm>, Abfrage 10.02.2013).

Ziel des **LRT-Feinmonitorings** ist eine vertiefte Analyse des Zustands der Lebensraumtypen auf repräsentativ ausgewählten Stichprobenflächen oder bei seltenen LRT (bis zu 63 Vorkommen landesweit) als Totalzensus aller Flächen. Die Untersuchungen liefern Angaben v. a. zum landesweiten Erhaltungszustand (Qualitätsparameter), teilweise auch zu Verbreitung, Fläche und Zukunftsaussichten. Auf diesen Monitoringflächen erfolgt nach operationalisierten Parametern eine semiquantitative Erfassung des lebensraumtypischen Arteninventars (Gefäßpflanzen und Kryptogamen), der Strukturen sowie von Beeinträchtigungen. Außerdem sind ein bis zwei Vegetationsaufnahmen pro Monitoringfläche Bestandteil des Feinmonitorings. In einigen Lebensraumtypen, die nur unzureichend auf der Grundlage der Vegetation beurteilt werden können, werden zudem bestimmte faunistische Artengruppen aufgenommen. Die Anzahl der Monitoringflächen pro Lebensraumtyp richtet sich nach einem bundesweiten Berechnungsschlüssel, der sowohl den Flächenanteil Sachsens an einem bestimmten Lebensraumtyp als auch die biogeographische Region berücksichtigt. Weil die durch den Bundesschlüssel vorgegebenen Flächen für Aussagen auf Landesebene nicht ausreichen, werden in Sachsen zusätzliche Flächen pro Lebensraumtyp bearbeitet.

Analog zum LRT-Grobmonitoring dient das **FFH-Präsenzmonitoring der Arten** dazu, v. a. Daten zur Verbreitung der FFH-Arten zu gewinnen. Dazu werden alle verfügbaren Informationen über die Vorkommen, insbesondere aus Arterfassungsprogrammen, ausgewertet und durch gezielte Kartierungen ergänzt.

Daneben werden im **FFH-Feinmonitoring der Arten** regelmäßig Daten zur Entwicklung ausgewählter Populationen erhoben. Erfasst werden populationsbiologische Parameter, der Zustand des Habitats und Beeinträchtigungen. Für die Anzahl der Untersuchungsflächen gelten vom Grundsatz her dieselben Grundlagen wie beim LRT-Feinmonitoring.

Das FFH-Monitoring ist geeignet, zu folgenden Schwerpunkten eines Klimafolgenmonitorings beizutragen:

- Bestandsentwicklung klimasensitiver Tier- und Pflanzenarten (Feinmonitoring der Arten und der Lebensraumtypen)
- Veränderungen der Zusammensetzung von Artengemeinschaften (Vegetationsaufnahmen im Rahmen des LRT-Feinmonitorings, Libellenerfassungen in LRT 3160)

- Veränderungen der Areale klimasensitiver Arten (Präsenzmonitoring der Arten)
- Veränderungen der Areale klimasensitiver Lebensraumtypen (Grobmonitoring der Lebensraumtypen)

Um die Aussagekraft hinsichtlich klimatisch bedingter Veränderungen zu erhöhen, wären jedoch Anpassungen nötig, die vor allem die Erhebungsfrequenzen und die räumliche Verteilung der Monitoringflächen betreffen (Kapitel 3.5). Aufgrund seiner Fokussierung auf bestimmte Schutzgüter der FFH-Richtlinie kann das FFH-Monitoring allerdings auch nicht die alleinige Grundlage für ein Biodiversitäts-Klimafolgenmonitoring bilden. Insbesondere Daten über häufige Arten der Normallandschaft müssen aus anderen Monitoring-Programmen bezogen oder ergänzend erfasst werden.

Im Rahmen des FFH-Feinmonitorings werden Daten von Arten der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie sowohl innerhalb wie außerhalb von FFH-Gebieten erhoben. GIS-Informationen (Stand 2010) lagen den Autoren für die Flächen zur Untersuchung der FFH-Arten der Entomofauna, der Amphibien und der FFH-Lebensraumtypen (LRT) vor.

**An dieser Stelle ist anzumerken**, dass die für das vorliegende FuE-Vorhaben verfügbaren Daten aus dem FFH-Monitoring nur einen Zwischenstand dieses Monitorings repräsentieren, was auch bei den Auswertungen in diesem Kapitel und in den Kapiteln 3.4 und 3.5 berücksichtigt werden muss. Derzeit läuft die Auswertung für den Natura 2000-Berichtszeitraum von 2007 bis 2012. Dafür wurden die Datengrundlagen laufend ergänzt und in das Datenbanksystem IS SaND eingespeist. Insgesamt stellen die in diesem Bericht benannten Zahlen zu den Vorkommen klimasensitiver Arten in FFH-Monitoringflächen also keinen abschließenden Stand dar, sondern sie dienen einer ersten Einschätzung hinsichtlich der möglichen Synergien zwischen dem FFH-Monitoring und einem Monitoring Klimawandel und Biodiversität.

Die **Entomofauna** wird demnach auf 426 Flächen mit einer durchschnittlichen Größe von 0,14 km<sup>2</sup> (Median: 0,06 km<sup>2</sup>) erfasst (Abbildung 43), davon sind 69 % unter 0,1 km<sup>2</sup>, weitere 29 % unter 1 km<sup>2</sup> und 2 % größer als 1 km<sup>2</sup> (Maximalgröße: 2,7 km<sup>2</sup>). Die Gesamtfläche beträgt 61,3 km<sup>2</sup>. Die Flächen sind sehr ungleichmäßig im Land verteilt. Das Bergland wird praktisch nicht erfasst, weil die meisten Vorkommen von Insekten der Anhänge der FFH-Richtlinie im Tiefland und Hügelland zu finden sind.

Die FFH-Arten unter den für ein Monitoring vorzugsweise in Frage kommenden klimasensitiven Arten sind in Kapitel 3.5 in den jeweiligen Taxa-Tabellen gekennzeichnet.



**Abbildung 43: FFH-Feinmonitoringflächen für die Entomofauna (Stand: Mai 2010)**

Für die **Amphibien** standen nur GIS-Daten für die Untersuchungsflächen von drei Arten zur Verfügung, darunter die beiden Arten des Anhangs II (Rotbauchunke und Kammmolch), sowie für den Laubfrosch (Anhang IV). Diese drei Arten werden auf 104 Flächen mit einer Durchschnittsgröße von 0,47 km<sup>2</sup> (Median: 0,063 km<sup>2</sup>) erfasst (Abbildung 44), davon sind 55 % unter

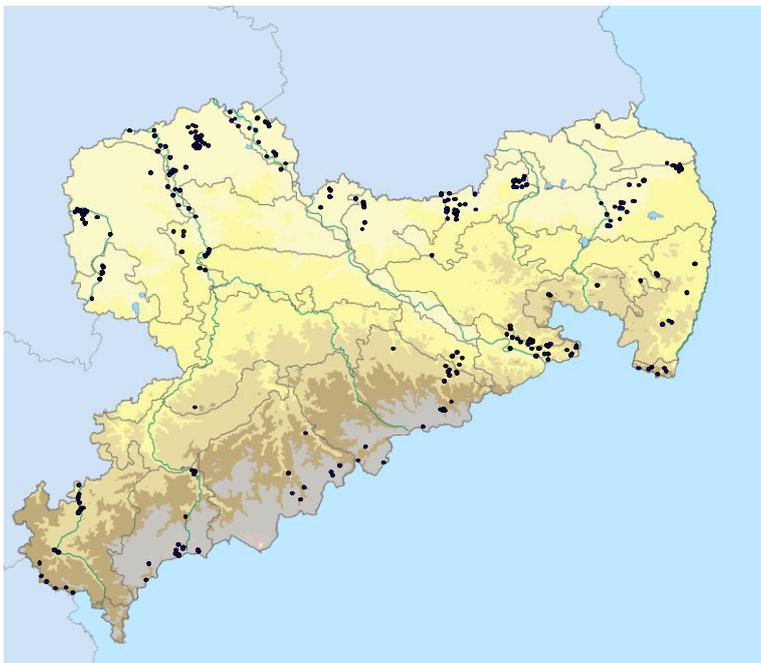
0,1 km<sup>2</sup>, weitere 38 % unter 1 km<sup>2</sup> und 8 % größer als 1 km<sup>2</sup> (maximal 17 km<sup>2</sup>), insgesamt 48,7 km<sup>2</sup>. Der größte Teil der Flächen liegt in der Oberlausitz, darunter die mit Abstand größte Fläche (Bärwalder See, der größte See Sachsens).

**FFH-LRT** werden auf 455 Flächen mit einer Gesamtausdehnung von 15,8 km<sup>2</sup> erfasst (durchschnittliche Größe 0,037 km<sup>2</sup>, Median: 0,011 km<sup>2</sup>), davon sind 44 % unter 0,01 km<sup>2</sup>, weitere 43 % unter 0,1 km<sup>2</sup> und 13 % größer als 0,1 km<sup>2</sup> (maximal 0,38 km<sup>2</sup>). Perspektivisch werden insgesamt 1.800 bis 2.100 Flächen im FFH-Feinmonitoring regelmäßig untersucht.

Auf den meisten FFH-LRT-Monitoringflächen werden alle sechs Jahre Vegetationsaufnahmen auf ein bis zwei Flächen durchgeführt. Diese Flächen haben je nach LRT eine Mindestgröße von 1 m<sup>2</sup> bei z. B. Kalktuffquellen und eine Maximalgröße von 400 m<sup>2</sup> bei z. B. Buchenwäldern. Mit Stand von 2012 waren 492 Vegetationsaufnahme­flächen in der Datenbank und im GIS erfasst, deren Lage in Abbildung 45 dargestellt ist. Trotz der umfangreichen Anzahl an Aufnahme­flächen in den meisten Regionen Sachsens werden große Gebiete in Mittelsachsen damit nicht erfasst.

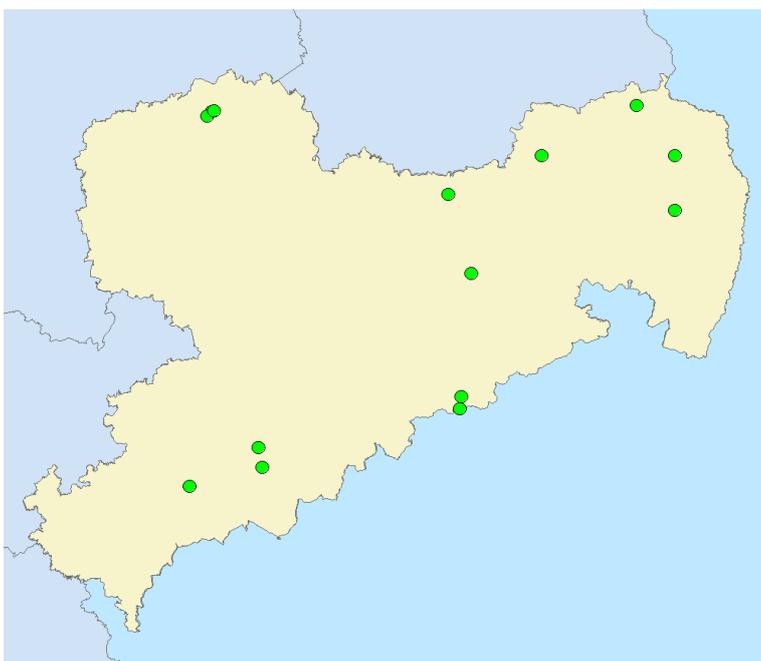


**Abbildung 44: FFH-Feinmonitoringflächen für Amphibien (Rotbauchunke, Laubfrosch und Kammolch)**  
(Stand: März 2010)



**Abbildung 45: Lage von Vegetationsaufnahmeflächen im FFH-LRT-Monitoring (Stand: Juli 2012)**

Im Lebensraumtyp „Dystrophe Stillgewässer“ (LRT 3160) wird im Rahmen des LRT-Feinmonitorings die Artengemeinschaft der Libellen erfasst (Rhythmus: ein bis zwei Jahre im Zeitfenster von sechs Jahren). Die derzeit 14 Untersuchungsflächen sind in Abbildung 46 dargestellt.



**Abbildung 46: Dystrophe Stillgewässer (LRT 3160), in denen im Rahmen des FFH-Feinmonitorings Libellengemeinschaften aufgenommen werden (Stand: Mai 2010)**

### 3.3.2 SPA-Monitoring

Das SPA-Monitoring wird in den europäischen Vogelschutzgebieten (Special Protection Area = SPA) durchgeführt (Abbildung 47). Die Auswahl der SPA richtete sich nach dem Fachkonzept zur Auswahl von Europäischen Vogelschutzgebieten im Freistaat Sachsen. Die Gebietsvorschläge von verbandlicher Seite (Important Bird Areas - IBA) wurden nach Maßgabe des Konzeptes bei Eignung in die Vogelschutzgebietsskizze einbezogen. In Zusammenarbeit mit dem DDA und dem BfN wurden durch die Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten Grundsätze zur Durchführung des SPA-Monitorings formuliert, die eine

bundeseinheitliche Vorgehensweise gewährleisten sollen, aber auch Raum für länderspezifische Anpassungen lassen (LAG-VSW 2011). Demnach sollen im Rahmen des SPA-Monitorings alle wertgebenden Brut-, Rast- und Zugvogelarten erfasst werden:

- Arten des Anhangs I der Vogelschutzrichtlinie der Europäischen Union (VRL)
- Arten, die in der Roten Liste der Vogelarten Deutschlands den Gefährdungskategorien 1 und 2 zugeordnet sind
- sonstige für die Ausweisung eines Schutzgebietes ausschlaggebende Arten

Das sächsische Fachkonzept des LfULG zum SPA-Monitoring beinhaltet diese Arten.

Die Durchführung des SPA-Monitorings obliegt den Bundesländern, die zum Teil gezielte Kartierungen in den SPAs durchführen (LAG-VSW 2011; <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/23579.htm>). Auch die vom DDA konzipierten und auf Bundesebene koordinierten Vogelmonitoringprogramme werden in Sachsen von der Vogelschutzwarte Neschwitz in Zusammenarbeit mit renommierten Ornithologen durchgeführt. Diese Module des Vogelmonitorings tragen z. T. direkt zum SPA-Monitoring bei bzw. liefern Informationen über die Entwicklung von Vogelbeständen in den Vogelschutzgebieten:

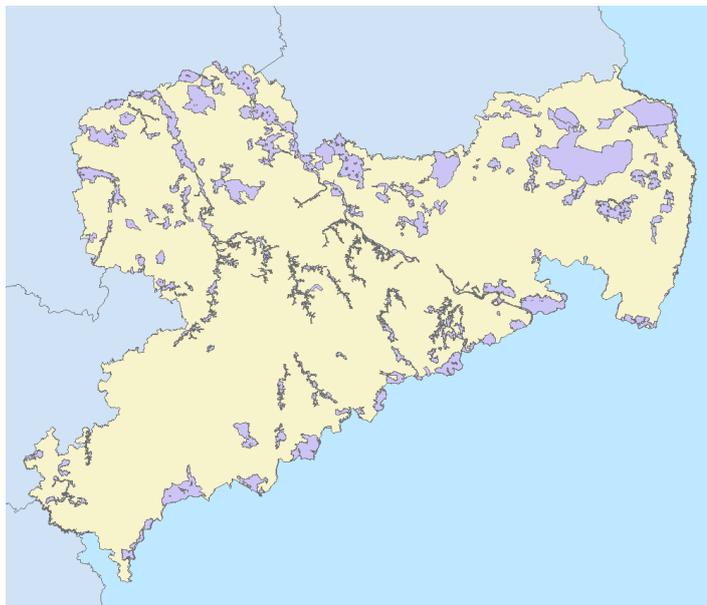
- Monitoring häufiger Brutvogelarten (MhB), sofern es Überschneidungen zwischen SPA und ÖFS-Flächen (Quadratkilometer-Probeflächen des MhB) gibt (s. auch Kapitel 3.3.4)
- Monitoring seltener Brutvogelarten
- Monitoring von Rast- und Zugvögeln (inklusive Wasservogelzählung)

Auch methodisch orientiert sich das SPA-Monitoring an den Modulen des Vogelmonitorings (SUDFELDT et al. 2012).

Im **SPA-Grundmonitoring** werden in Sachsen auf etwa 50 % der Flächen in einem 6-Jahres-Zyklus in zwei aufeinanderfolgenden Erfassungsjahren 98 Brutvogelarten erfasst (<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/23914.htm>, Abfrage 10.02.2013). Auf einem Teil der Flächen wird allerdings nur eine kleine Auswahl von ein bis zehn Arten kartiert. Mindestens alle zwölf Jahre wird eine einjährige **vollständige Gebietserfassung** für alle SPA-Monitoring-Arten durchgeführt. In ausgewählten Vogelschutzgebieten mit Gewässern finden zudem von Herbst bis Frühjahr jährliche **Wasservogelzählungen** statt.

Der vom LfULG zur Verfügung gestellte GIS-Layer der 77 Europäischen Vogelschutzgebiete in Sachsen umfasst etwa 170 Teilgebiete mit einer durchschnittlichen Größe von 14,9 km<sup>2</sup> (Median: 6,4 km<sup>2</sup>). 19 % der Teilgebiete sind unter 1 km<sup>2</sup>, 44 % zwischen 1 und 10 km<sup>2</sup> groß und 37 % größer als 10 km<sup>2</sup> (bis maximal 301 km<sup>2</sup>). 85 % der Gesamtfläche von 2.490 km<sup>2</sup> besteht aus Flächen von über 10 km<sup>2</sup>. Insgesamt umfasst die Kulisse der Vogelschutzgebiete 13,5 % der Gesamtfläche Sachsens.

Das SPA-Grundmonitoring und die vollständige Gebietserfassung sind gut als Basis für die Untersuchung klimasensitiver Vogelarten im Klimafolgenmonitoring geeignet, allerdings wäre eine Erhöhung der Erhebungsfrequenzen und eine räumliche Ausdehnung der Erfassungen anzuraten. Außerdem sollte angestrebt werden, das Monitoring seltener Brutvogelarten systematisch durch jährliche Kartierungen umzusetzen. Nähere Ausführungen zu den einzelnen im 1. Projektteil ausgewählten klimasensitiven Vogelarten (vgl. hierzu auch Kapitel 8.2.1 in Heft 24/2013 der Schriftenreihe) finden sich in Kapitel 3.5.1.



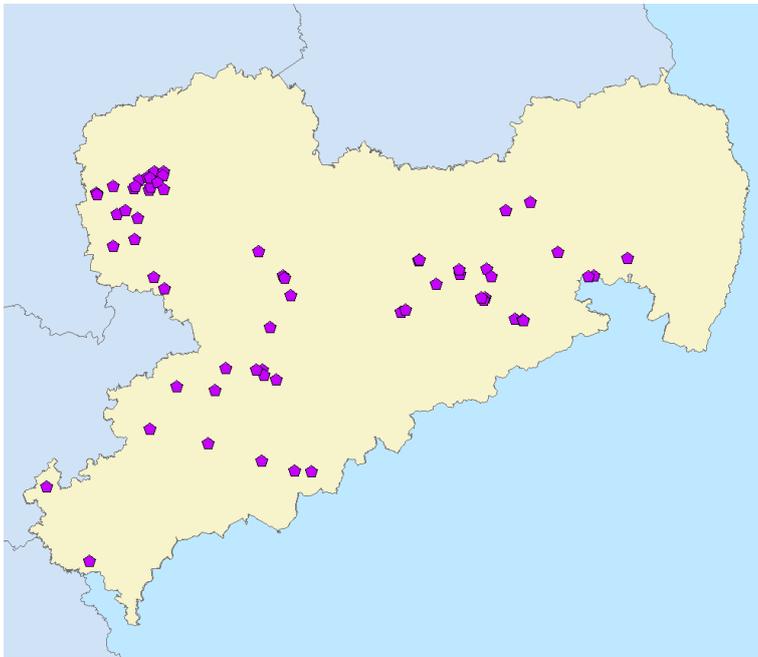
**Abbildung 47: Special Protection Areas (SPA-Gebiete) in Sachsen**

### 3.3.3 Tagfalter-Monitoring

Das vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung koordinierte Tagfalter-Monitoring Deutschland (**TMD**) hat zum Ziel, die großräumige Bestandsentwicklung aller in Deutschland vorkommenden Tagfalterarten zu dokumentieren und deren Veränderungen zu analysieren. Das Programm wird durch ehrenamtlich aktive Mitarbeiter getragen, die in einem regelmäßigen Rhythmus alle Tagfalter entlang dauerhaft eingerichteter Zählstrecken (Transekte) erfassen. Die Methode der Transektzählung nach POLLARD & YATES (1993) hat sich in allen europäischen Ländern, in denen ähnliche Erfassungsprogramme existieren, etabliert. Eine Methodenbeschreibung ist im Teil 1, Kapitel 9.1.2 zu finden. Nähere Informationen (einschließlich Jahresberichte) werden zudem auf der Internetseite des Programms bereitgestellt ([www.tagfalter-monitoring.de](http://www.tagfalter-monitoring.de)).

Das TMD umfasst in Sachsen derzeit 68 Transekte mit einer durchschnittlichen Länge von 400 m ( $\pm 276$  m), davon liegt nur ein Transekt in einer im FFH-Monitoring entomofaunistisch untersuchten Fläche. Die TMD-Transekte liegen vornehmlich im Bereich der Ballungszentren Leipzig, Dresden und Chemnitz sowie deren Umfeld, wohingegen in der Oberlausitz und im Erzgebirge (fast) keine Transekte untersucht werden (Abbildung 48). Die Auswahl der Flächen erfolgte durch die Kartierer nach eigenen Interessen und praktischen Erwägungen wie Nähe zum Wohnort und nicht nach Repräsentativitätskriterien. Die Tabelle 35 im Kapitel 3.5.8 zeigt die Anzahl der TMD-Transekte mit Nachweisen klimasensitiver Tagfalterarten. Auffällig ist der gute Erfassungsgrad von Arten, die häufig in Siedlungsbereichen gefunden werden, z. B. Tagpfauenauge (*Aglais io*) und Kleiner Fuchs (*Aglais urticae*), wohingegen viele Arten naturnaher Lebensräume nicht entsprechend ihrer Verbreitung in Sachsen von TMD-Transekten erfasst werden (z. B. Gelbwüfelfiger Dickkopffalter *Carterocephalus palaemon*). Ein Vergleich der CTI-Werte aus dem TMD mit den CTI-Werten aus der faunistischen Erfassung (MultiBase-Daten aus der Datenbank Rolf Reinhardt) deutet darauf hin, dass beim TMD-Monitoring wärmeliebende Arten überrepräsentiert sind (s. a. Kapitel 2.3.3 mit Abbildung 21): Im Zeitraum 2005-2010 liegt der CTI der TMD-Daten im Mittel bei 9,04 °C, derjenige aus den Daten der Zentralen Artdatenbank des LfULG dagegen bei 8,92 °C. Die Mitteltemperatur in Sachsen für denselben Zeitraum lag bei 8,87 °C.

Das TMD ist grundsätzlich gut geeignet, zu einem Klimawandel-Biodiversitätsmonitoring beizutragen. Die nach einem standardisierten Verfahren erhobenen Zeitreihen erlauben die Berechnung und kontinuierliche Fortschreibung der Indikatoren CTI (Kapitel 2.1.1 und 3.7.1) und Areal-Index (Kapitel 2.1.2 und 3.7.2). Um repräsentative Aussagen für Sachsen treffen zu können, ist jedoch die Schließung von räumlichen Bearbeitungslücken notwendig. So könnte die Raumrepräsentativität z. B. durch eine Ausweitung des Tagfalter-Monitorings auf die ÖFS-Flächen erhöht werden. Allerdings kann eine solche Erweiterung nicht ausschließlich durch ehrenamtliche Tätigkeit geleistet werden.



**Abbildung 48: Lage der sächsischen Transekte im Tagfalter-Monitoring Deutschlands (TMD) (Stand 2011)**

### 3.3.4 Monitoringprogramme auf der Kulisse der Ökologischen Flächenstichprobe

Die Ökologische Flächenstichprobe (ÖFS) wurde vom Bundesamt für Naturschutz speziell für ein länderübergreifendes Biodiversitätsmonitoring in der Normallandschaft entwickelt. Sie umfasst in Sachsen 140 repräsentativ ausgewählte und über das gesamte Land verteilte Flächen. Davon gehören 49 Flächen zur Bundesstichprobe (Abbildung 49). Bundesstichproben dienen dazu, statistisch auswertbare Daten für die Gesamtfläche Deutschlands zu gewinnen. Weil für länderspezifische Auswertungen höhere Stichproben notwendig sind, werden die Bundesstichproben durch Länderstichproben ergänzt. Die Ziehung der Stichproben erfolgte geschichtet nach Standorttypen und Landnutzungskategorien (HEIDRICH-RISKE 2004). Auf diese Weise wurde sichergestellt, dass die Zusammensetzung der Landschaft durch die Gesamtheit der Stichproben ausreichend gut repräsentiert wird.

Die Gesamtfläche der jeweils 1 km<sup>2</sup> großen ÖFS-Flächen beträgt in Sachsen 140 km<sup>2</sup>. Davon überschneiden sich 32,3 km<sup>2</sup> (23 %) aus 61 ÖFS-Flächen ganz oder teilweise mit SPA-Gebieten. Jeweils vier Flächen weisen Überschneidungen mit Flächen des FFH-Feinmonitoring der Entomofauna (0,4 km<sup>2</sup>) bzw. der Amphibien (0,25 km<sup>2</sup>) und sieben Flächen (0,7 km<sup>2</sup>) mit Monitoringflächen von FFH-LRT auf. Keine Überschneidung gibt es mit den Transekten des TMD; allerdings liegen fünf Transekte in unmittelbarer Nähe (weniger als 500 m Entfernung) zu fünf verschiedenen ÖFS-Flächen.

Die beiden folgenden Monitoring-Programme nutzen derzeit bereits die ÖFS-Flächen in Sachsen:

■ Das „Monitoring häufiger Brutvögel“ des Dachverbandes Deutscher Avifaunisten (DDA) wird seit mehreren Jahren auf den ÖFS-Flächen durchgeführt, seit Anfang 2011 auch mit Unterstützung des LfULG (Fahrtkostenzuschuss von 200 Euro pro Jahr). Ziel dieses Monitoring-Programms ist es, die Bestandstrends häufiger Brutvogelarten der Normallandschaft zu ermitteln. Die Erfassungen erfolgen jährlich und sind in bestimmten Zeitfenstern durchzuführen. Die Methode der Linientransektkartierung ist eine abgewandelte Form der Revierkartierung (MITSCHKE et al. 2005; [http://www.dda-web.de/index.php?cat=monitoring&subcat=ha\\_neu&subsubcat=programm](http://www.dda-web.de/index.php?cat=monitoring&subcat=ha_neu&subsubcat=programm), Abfrage 10.02.2013). Zu Beginn des Jahres 2011 waren in Sachsen 72 Flächen (= 51 %) in Bearbeitung, davon 28 Flächen der Bundes- und 44 Flächen der Landesstichprobe. Damit liegt die Bearbeitungsquote in Sachsen leicht unter dem Bundesdurchschnitt von 55 %. In anderen Bundesländern werden wesentlich höhere Bearbeitungsquoten erreicht, insbesondere in den meisten Stadtstaaten (Bremen: 94 %, Berlin: 87 %), aber auch in einigen Flächenstaaten (Brandenburg: 86 %, Schleswig-Holstein: 82 %). Tabelle 28 im Kapitel 3.5.1 zeigt die Anzahl der ÖFS-Flächen mit Nachweisen der im vorliegenden FuE-Vorhaben ausgewählten klimasensitiven Vogelarten basierend auf dem Monitoring häufiger Brutvogelarten des DDA. Das Programm ist in zweifacher Hinsicht geeignet, einen Beitrag zu einem Klimawandel-Biodiversitätsmonitoring zu leisten. Erstens werden einzelne klimasensitive Vogelarten gut erfasst, sodass ein Teil des Einzelartenmonitorings abgedeckt wird. Zweitens bildet das Monitoring mittelfristig eine gute Basis für die Berechnung des CTI der Vogelgemeinschaften (Kapitel 2.3.6).

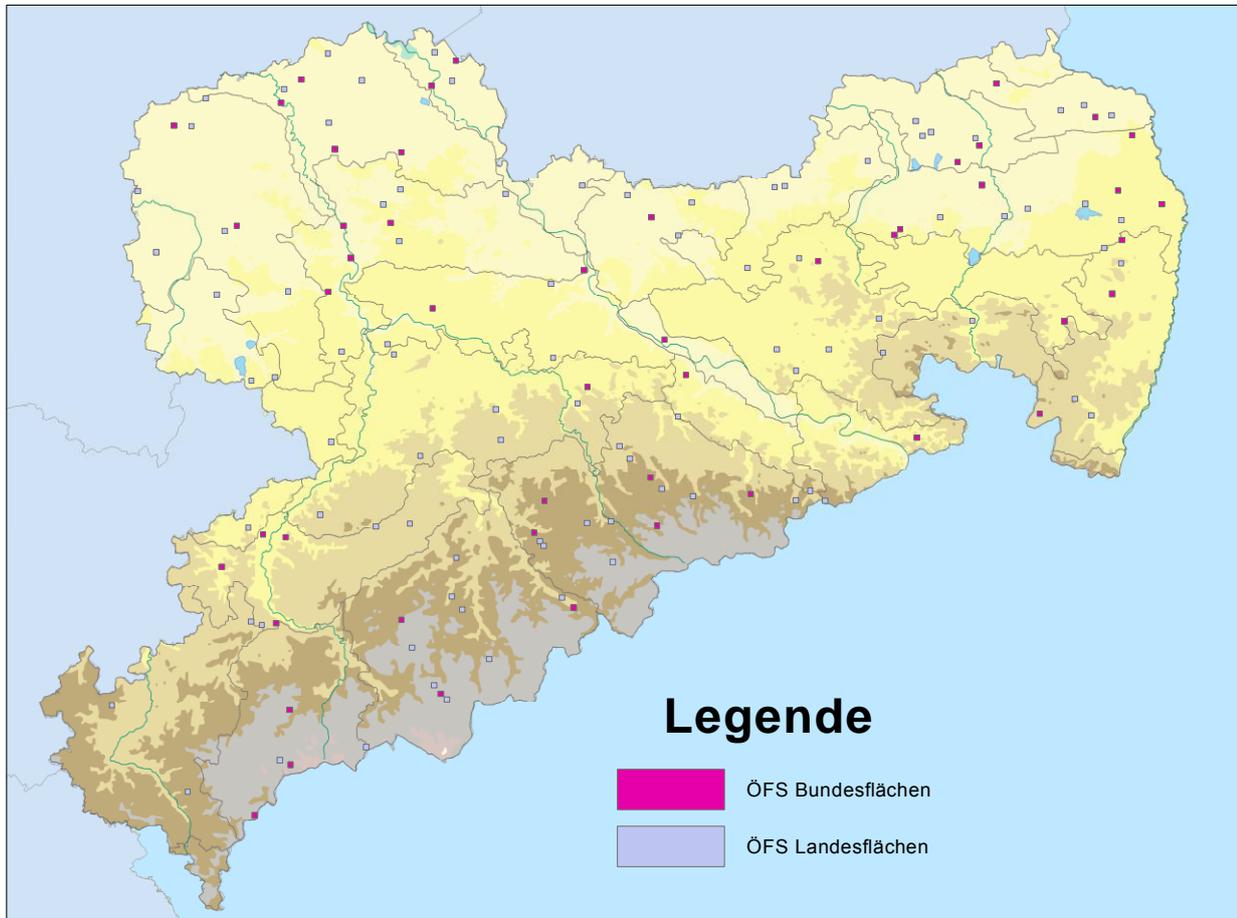
■ Das Monitoring des High Nature Value Farmland (HNV-) Indikators (Pflicht-Baseline-Indikator nach EU-Verordnung 1974/2006/EG) zur Überprüfung der ökologischen Qualität landwirtschaftlicher Nutzflächen wird auf Empfehlung des BfN seit 2009 auf den ÖFS-Flächen durchgeführt (PAN et al. 2011, [http://www.bfn.de/0315\\_hnv.html](http://www.bfn.de/0315_hnv.html)). Gegenstand der Erfassungen sind die Flächenanteile naturschutzfachlich wertvoller Nutzungs- und Lebensraumtypen (z. B. artenreicheres Grünland, wildkrautreiche Äcker, gesetzlich geschützte Biotope) und Landschaftsstrukturelemente in der Agrarlandschaft. Die Bewertung ausgewählter Nutzungs- und Lebensraumflächen erfolgt bei Grünland-, Acker- und Brachflächen auf der Basis des Vorkommens definierter Kennarten der Gefäßpflanzen, die entlang eines Transektes erfasst werden. Die Ersterfassung in Sachsen erfolgte 2009. Seit 2011 werden alle zwei Jahre die Hälfte der 40 Stichprobenflächen (nur Flächen der Bundesstichprobe, Lage unter <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/25176.htm>, Abfrage 12.02.2013) wiederholt erfasst (KOCH et al. 2011). Für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität sind die Pflanzenerfassungen des HNV-Monitorings in der gegenwärtigen Form jedoch wenig geeignet, weil kaum relevante klimasensitive Arten in den Kennartenlisten vorhanden sind und auf Basis einer selektiven Auswahl an Arten keine verlässlichen Indikatoren auf der Ebene der Artengemeinschaften berechnet werden können. Beispiele klimasensitiver Gefäßpflanzenarten, die in Teil 1 oder 2 für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität vorgeschlagen werden und die gleichzeitig im HNV-Monitoring in Sachsen auf Artniveau erfasst werden, sind:

- im Grünland-Arten-Erfassungsbogen: lediglich der Wiesen-Storchschnabel *Geranium pratense*
- im Acker- und Rebflächen-Erfassungsbogen: keine Art
- im Brachflächen-Arten-Erfassungsbogen: keine Art

Auf den HNV-Flächen werden allerdings Arten kühler und z. T. feuchter Standorte (z. B. *Polygonum bistorta*, *Meum athamanticum*) wie auch Arten wärmegetönter Standorte erfasst (z. B. *Euphorbia cyparissias*), sodass ein Abgleich mit den für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität vorgeschlagenen klimasensitiven Arten in Erwägung gezogen werden kann, zumal hier die Grünland- und Ackerwildkrautarten noch vergleichsweise wenig repräsentiert sind (vgl. Tabelle 44 in Teil 1).

Die Kennarten sind im HNV-Monitoring im Sinne einer Aufwandsminimierung zum Teil nur als Artengruppen gefasst (in Sachsen im Grünland-Arten-Erfassungsbogen z. B. *Carex spec.*, *Campanula spec.*, *Orchidaceae spec.*). Angaben, die nicht auf Artniveau erhoben sind, können jedoch in einem Klimawandel-Biodiversitätsmonitoring nicht weiter berücksichtigt werden. Bei einem Ausbau des Programms hin zur Erfassung kompletter Artengemeinschaften wären bessere Auswertemöglichkeiten, auch mit Hilfe des in Entwicklung befindlichen Pflanzenindikators (s. 2.1.4), möglich. Ein Vorteil wäre zudem, dass auf den gleichen Flächen Daten zur Landnutzung und Landschaftsstruktur erhoben werden, die in Analysen zu klimabedingten Veränderungen des Arteninventars als Korrekturvariablen dienen könnten. Die landesweite Hochrechnung der HNV-Flächen aus den 40 Stichprobenflächen ist noch mit Unsicherheiten behaftet, sodass die Kartierung einer größeren Flächenanzahl (ca. 120 ÖFS-Flächen) gefordert wird (KOCH et al. 2011).

Neben dem Monitoring häufiger Brutvogelarten und dem HNV-Monitoring hat das Land NRW ein umfassenderes Biodiversitätsmonitoring auf der ÖFS-Flächenkulisse etabliert (Kapitel 3.2.1).



**Abbildung 49: Flächen der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS) in Sachsen** (Stand: Juni 2012)

Stand: 26.06.2012

Die Autoren empfehlen eine Aufwertung und stärkere Berücksichtigung der ÖFS-Flächenkulisse in sächsischen Monitoringprogrammen, so auch für das anvisierte Monitoring Klimawandel und Biodiversität (s. Kapitel 3.6). Neben einer Erhöhung der Bearbeitungsquote von ÖFS-Flächen im DDA-Monitoring der häufigen Brutvögel sollten sukzessive weitere Monitoringaktivitäten auf ÖFS-Flächen gelenkt werden, wenn diese dafür geeignet sind (z. B. TMD-Transekte, Monitoringflächen zur Erfassung klimasensitiver Arten(gruppen) und Biotoptypen, jedoch nur ausnahmsweise FFH-Monitoringflächen). Als erster Schritt empfiehlt sich die **Erarbeitung einer umfassenden Charakteristik der ÖFS-Flächen** unter Nutzung der vorhandenen am LfULG verfügbaren Datengrundlagen (z. B. BTLNK, Biotopkartierungen, Schutzgebietskulissen, Klima- und Bodendaten, punktgenaue Artverbreitungsdaten). Danach lässt sich bspw. auch beurteilen, in welchem Umfang neben der Normallandschaft auch naturschutzrelevante Flächen durch die ÖFS repräsentiert werden.

### 3.3.5 Forstliches Umweltmonitoring

Das forstliche Umweltmonitoring ist Teil des Waldmonitorings. Es ist ein umfassendes Beobachtungsprogramm, das in bundesweite und europäische Aktivitäten auf Basis der Genfer Luftreinhaltekonvention von 1979 (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution) eingebunden ist. Es umfasst systematisch flächendeckende (Level I; n = 6.000 europaweit) und fallstudienartige Komponenten (Level II; n = 800 europaweit) mit unterschiedlichen Messprogrammen und Erhebungsintensitäten (<http://icp-forests.net/page/plots-data>, Abfrage 14.02.2013) eingebunden ist.

In Sachsen sind folgende Systeme installiert:

#### 1. Rasterbasierte, flächendeckende Erhebungen:

Ausgehend von einem regionalen 4 x 4 km-Raster mit 284 Erhebungspunkten (Abbildung 50) werden Teilstichproben größerer Rasterungen für nationale (8 x 8 km; n = 77) und internationale (16 x 16 km; n = 19) Auswertungen und Berichte genutzt (vgl. Waldzustandsbericht 2009 des SMUL, <http://www.forsten.sachsen.de/wald/165.htm>, Abfrage 14.02.2013).

- Die **Waldzustandserhebung (WZE)** dient der Analyse von Umwelteinflüssen auf den Gesundheitszustand der wichtigsten Baumarten. Die Ergebnisse werden in jährlichen Waldzustandsberichten publiziert (Link s. o.).
- Die **Bodenzustandserhebung (BZE)**, die auf den gleichen Stichprobenflächen wie die Waldzustandserhebung durchgeführt wird, verfolgt das Ziel, den Zustand von Waldböden und deren Veränderung in etwa 15-jährigem Rhythmus zu erfassen. In der bundesweiten Wiederholungserhebung 2006 wurden erstmals Vegetationserfassungen einbezogen; diese waren als Teil der klassischen Standortserkundung der ostdeutschen Länder jedoch auch bei der Ersterhebung durchgeführt worden.

## 2. Regionale, intensive Fallstudien:

- **Forstliche Dauerbeobachtungsflächen (Level II)** beherbergen ein Intensivmessprogramm. Dort werden u. a. kontinuierliche Datenreihen zur Meteorologie, den Stoffeinträgen (Deposition, Streufall) und Stoffausträgen mit dem Sickerwasser gewonnen. Daneben finden periodische Erfassungen ertragskundlicher Parameter und der Vegetation statt.

Für ein Monitoring „Klimawandel und Biodiversität“ sind vor allem die Vegetationserfassungen von Interesse, die auf den Flächen der Bodenzustandserhebung und auf den forstlichen Dauerbeobachtungsflächen durchgeführt werden. Grundlegende Vegetationsaufnahmen wurden 1992 und 1996/97 auf allen 283 Flächen der Bodenzustandserhebung angefertigt. Auf 45 Flächen im Laubwald und 26 Flächen in Fichtenbeständen über 700 m ü. NN erfolgten 1999/2000 zusätzliche und vertiefte Aufnahmen. Im Jahr 2012 wurden wiederum 120 Punkte in der Kalkungskulisse aufgenommen. Die Aufnahme- und Auswertungsmethoden der Vegetationsaufnahmen sind in CONRAD et al. (2002) beschrieben. Zusätzlich liegen am Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft des Staatsbetriebes Sachsenforst aus der Standortserkundungszeit 1953-1980 etwa 13.000 Vegetationsaufnahmen vor, die ggf. als Referenz für die „Zeit vor dem Klimawandel“ dienen könnten.

Von den acht Intensivmessflächen des Forstlichen Dauerbeobachtungsprogramms werden sechs Flächen (Klingenthal, Olbernhau, Cunnersdorf, Bautzen, Laußnitz, Colditz) (Abbildung 50) vegetationskundlich untersucht (CONRAD et al. 2002). Auf diesen erfolgt eine jährliche Kartierung der Gefäßpflanzen und der Flechten- und Moosflora. Seit 1998 werden die Vegetationsaufnahmen durch das Institut für Forstbotanik der TU Dresden (Dr. Klaus Stetzka) gestaffelt nach folgender Methode durchgeführt:

- für die gesamte Fläche einer DBF nach Braun-Blanquet alle fünf Jahre
- jährlich nach einem Kleinflächenansatz auf 25 oder 50 Flächen a 4 m<sup>2</sup> nach LONDO, wo möglich im Zaun und außerhalb des Zauns
- seit 2009 auf weiteren 400 m<sup>2</sup> jährlich als Standard nach Braun-Blanquet

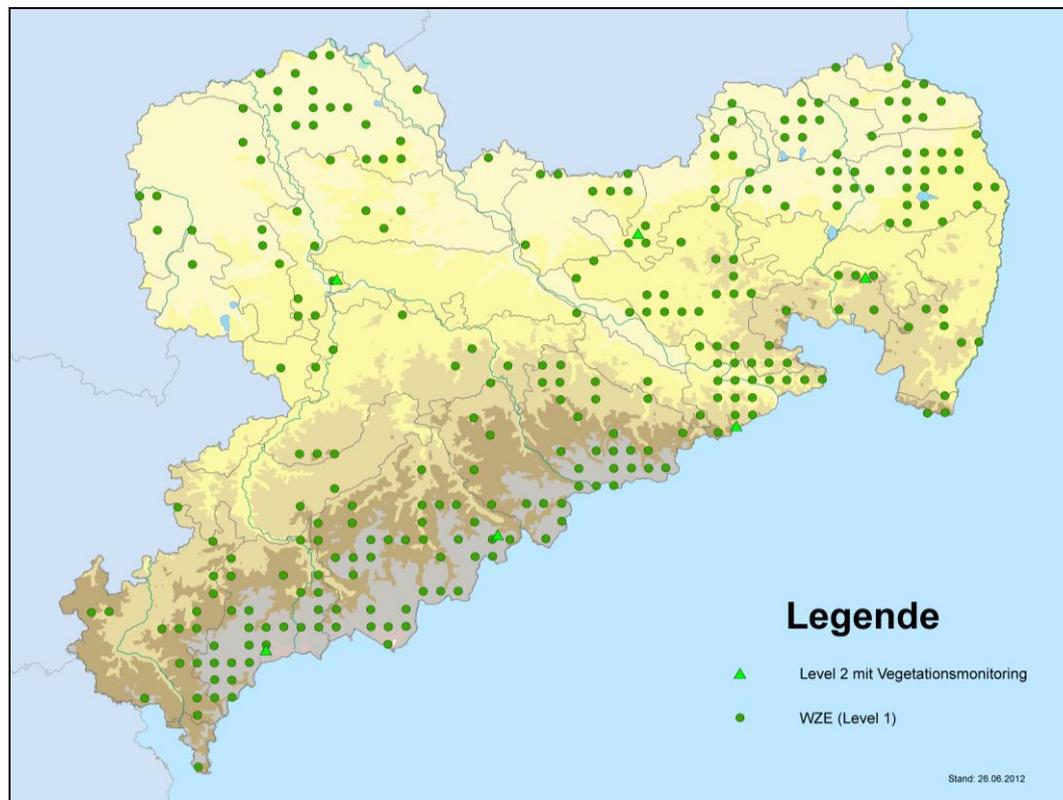
Alle Aufnahmen erfolgen getrennt nach Moosen/Flechten (Februar/März) und Gefäßpflanzen (Juli). An einigen Bäumen werden zusätzlich noch Flechten nach standardisierten Methoden kartiert.

Weitere, vertiefende Informationen zu den Methoden des Forstlichen Umweltmonitorings und beispielhafte Ergebnisse können folgenden Literatur- und Internetquellen entnommen werden: CONRAD et al. (2002), HAKES (2003a, b), RABEN et al. (2004), STETZKA & FRAGSTEIN (2005), CONRAD (2007), STETZKA (2010), KOMPA (2011), WECKESSER (2011a, b) (die unpublizierten Werkvertragsberichte liegen im SBS vor); Methoden der BZE II, Kapitel IX Aufnahme der Waldbodenvegetation (s. Internetlink<sup>23</sup>), zum Level II-Programm [www.icp-forests.org](http://www.icp-forests.org), Internetseite zum Waldmonitoring des Kompetenzzentrums Wald und Forstwirtschaft im Staatsbetrieb Sachsenforst <http://www.forsten.sachsen.de/wald/158.htm> (Abfrage 14.02.2013).

Aus den genannten Programmen lassen sich Daten zu einzelnen klimasensitiven Pflanzenarten gewinnen, sowie der noch in der Entwicklungs- und Testphase befindliche Pflanzenindex auf Basis der Artengemeinschaft berechnen (s. Kapitel 2.1.4). Während die Flächen der Bodenzustandserhebung im systematischen 4 km x 4 km-Raster einen guten Überblick über die Waldfläche Sachsens bieten, können anhand der Dauerbeobachtungsflächen (Level II) auch kurzfristige Änderungen der Artenzusammensetzung verfolgt werden. Die Erhebung zusätzlicher Daten auf diesen Flächen, z. B. Stoffeinträge, Meteorologie, Bodendaten, ermöglicht zudem vielfältige, auch multivariate Analysemöglichkeiten. Die Erhebungszyklen beider Programme sind für ein Klimafolgenmonitoring geeignet, weil sie sowohl kurz- als auch mittelfristige Vegetationsveränderungen abbilden können.

<sup>23</sup> <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Wald-Jagd/Bodenzustandserhebung/Arbeitsanleitung/09-AufnahmeWaldbodenvegetation.html> (Abfrage 14.02.2013)

Die Autoren empfehlen, in Kooperation mit dem Staatsbetrieb Sachsenforst die Auswertbarkeit der Vegetationsdaten aus dem Forstlichen Umweltmonitoring (v. a. Level II-Programm) hinsichtlich des Aspekts Klimawandel und Biodiversität noch genauer zu prüfen und bei positiver Bewertung die entsprechenden Auswertungen vorzunehmen. Der Datensatz könnte, wie bereits oben angesprochen, ggf. als Testdatensatz für die Evaluierung des in Entwicklung befindlichen komplexen Pflanzenindikators geeignet sein.



**Abbildung 50: Lage der vegetationskundlichen Monitoringflächen und Flächen der Waldzustandserhebung (WZE) im sächsischen Wald**

### 3.3.6 Monitoring nach der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Die Wasserrahmenrichtlinie der EU (RL 2000/60/EG) verlangt von den Mitgliedsstaaten, alle Gewässer innerhalb einer bestimmten Frist in einen guten ökologischen Zustand/ein gutes ökologisches Potenzial zu überführen bzw. einen solchen zu erhalten. In einem regelmäßigen Abstand muss über die umgesetzten Maßnahmen und den erreichten Gewässerzustand berichtet werden (z. B. LfULG 2009b). Die Bewertung erfolgt anhand chemischer, biologischer und unterstützend physikalisch-chemischer und hydromorphologischer Qualitätskomponenten. Die für die Bewertung notwendigen Daten werden im Rahmen des WRRL-Monitorings durch die Bundesländer erhoben. Dessen grundsätzliche Ausgestaltung in Sachsen ist in der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer vom 20. Juli 2011 (OGewV) geregelt. Nähere Informationen zur Wasserrahmenrichtlinie sind auf der Internetseite des LfULG unter <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/5682.htm> (Abfrage 12.02.2013) zu finden.

In Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie wird an rund 650 Oberflächenwasserkörpern Sachsens ein **Monitoring biologischer Umweltqualitätskomponenten** durchgeführt (Abbildung 51). Hierfür werden Erfassungen des Makrozoobenthos, Makrophyten/Phytobenthos, der Fische sowie an großen Flüssen und Seen des Phytoplanktons in einem dreijährigen Turnus vorgenommen. Die Fische werden dabei vom Referat Fischerei des LfULG untersucht (derzeit nur an Fließgewässern). Die übrigen Erfassungen nimmt die Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) vor. Die Überwachung ist darauf ausgerichtet, den Zustand der Gewässer zu untersuchen, Belastungen zu identifizieren und Verbesserungen durch eingeleitete Maßnahmen zu dokumentieren. Für den ersten Bewirtschaftungsplan 2009 wurde zwar der chemische Zustand der Oberflächenwasserkörper zu 79 % als gut bewertet, aber nur 6 % der Gewässer waren ökologisch in einem mindestens guten Zustand (LfULG 2009b). 5 % der Oberflächenwasserkörper erreichten die Zielvorgabe „Guter Zustand“ (ökologisch und chemisch).

Für die Erfassungen und Bewertungen nach der WRRL gibt es bundeseinheitliche Ansätze. Hinsichtlich der Methoden wird auf die umfangreichen Darstellungen im Internet verwiesen, u. a. zu Makrozoobenthos: <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/>, <http://www.interkalibrierung.de/index.html> (Abfrage 12.02.2013), Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos (s. Link<sup>24</sup>).

Für ein Monitoring „Klimawandel und Biodiversität“ sind insbesondere die Daten zu den **Fischen** relevant, weil das WRRL-Monitoring alle klimasensitiven Fischarten abdeckt und die wesentlichen Gewässer berücksichtigt. Die Erhebungszyklen erscheinen hier für ein Klimafolgenmonitoring ausreichend.

Im Rahmen der Erfassungen des **Makrozoobenthos** werden zudem Daten zu einzelnen klimasensitiven Libellenarten und Muscheln erfasst (s. Kapitel 3.5.6 und 3.5.11). Untersucht werden Wasserproben, d. h. bei den Libellen nur die Larven und keine Imagines. Für ein Artengruppen-Monitoring der Libellen sind die derzeitigen Untersuchungen nicht ausreichend, weil damit effektiv lediglich vier Arten (Blaufügel-Prachtlibelle *Calopteryx virgo*, Zweigestreifte Quelljungfer *Cordulegaster boltonii*, Gemeine Keiljungfer *Gomphus vulgatissimus* und Grüne Keiljungfer *Ophiogomphus cecilia*) erfasst werden. Davon wurde für ein Einzelartenmonitoring im Teil 1 des Projektes lediglich die Grüne Keiljungfer vorgeschlagen (vgl. Tabelle 17, Heft 24/2013 der Schriftenreihe).

Die Messstellen des WRRL-Monitorings befinden sich in einem für den gesamten Wasserkörper repräsentativen Abschnitt, i. d. R. im unteren Drittel von berichtsrelevanten Wasserkörpern (Einzugsgebiet > 10 km<sup>2</sup>), um alle Belastungen durch Einleitungen zu erfassen. Damit Aussagen zu Veränderungen von Gewässerorganismen der Quellregionen im Klimawandel getroffen werden können, wären zusätzliche Untersuchungsflächen in Quellbereichen und an Quellbächen nötig, die aber im WRRL-Monitoring nicht vorgeschrieben sind.

Interessant sind die Möglichkeiten, die sich durch das umfassende Monitoring nach WRRL hinsichtlich der Differenzierung von Auswirkungen des Klimawandels und anderen Einflüssen ergeben. Weil zusätzlich zu den biotischen Erfassungen umfangreiche Daten zur Gewässerstruktur, zu Querbauwerken, Wassertemperaturen, Abflüssen und zur Gewässerchemie vorliegen und fortlaufend erhoben bzw. aktualisiert werden, sind hier die Voraussetzungen für multivariate statistische Auswertungen günstig.

<sup>24</sup> [http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet\\_seen/phylib\\_deutsch/verfahrensanleitung/doc/verfahrensanleitung\\_fg.pdf](http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/verfahrensanleitung/doc/verfahrensanleitung_fg.pdf) (Abfrage 12.02.2013)



**Abbildung 51: Stichprobenpunkte biologischer Umweltqualitätskomponenten an Gewässern in Umsetzung der Überwachungspflichten aus der Wasserrahmenrichtlinie**

### Forschungsprojekte des LfULG zu Auswirkungen des Klimawandels auf Gewässerökosysteme

Die Abteilung Wasser, Boden, Wertstoffe des LfULG hat in den vergangenen Jahren und noch fortlaufend umfangreiche **Untersuchungen zu Auswirkungen des Klimawandels** auf das Grundwasser, auf oberirdische Gewässer und deren Lebensgemeinschaften veranlasst (<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/7041.htm>, Abfrage 12.02.2013), die auch für die Konzeption eines Monitorings Klimawandel und Biodiversität im Hinblick auf zu erwartende Veränderungen der Gewässerökosysteme relevant sind. Beispielhaft sollen genannt werden:

- FuE-Projekt Klimawandel und Wasserwirtschaft: Teil Oberflächengewässer; Veränderungen der Wassertemperaturen in sächsischen Fließgewässern aufgrund der Erwärmung durch den Klimawandel wurden abgeschätzt (LÖSER et al. 2011, SCHNEIDER et al. 2011a) sowie Teil Sicker- und Grundwasser; Modellentwicklung zur prognostischen Abschätzung künftiger Entwicklungen des Grundwassers nach Menge und Beschaffenheit unter geänderten Randbedingungen (Klima, Landnutzung, Bewirtschaftung), <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/10341.htm> (Abfrage 12.02.2013)
- KliWEP – Abschätzung der Auswirkungen der für Sachsen prognostizierten Klimaveränderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt im Einzugsgebiet der Parthe, <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/8170.htm> (Abfrage 12.02.2013)
- KliWES – Abschätzung der Auswirkung der für Sachsen prognostizierten Klimaveränderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt in den Einzugsgebieten der sächsischen Gewässer; Berechnung des Wasserhaushalts für den Ist-Zustand sowie für ausgewählte Landnutzungs- und Klimaszenarien sachsenweit, <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/8214.htm> (Abfrage 12.02.2013)
- Wasserrahmenrichtlinie und Klimawandel: Auswirkungen des Klimawandels auf die biologischen Umweltqualitätskomponenten der Wasserrahmenrichtlinie in Sachsen; Ableitung der regionalen Gefährdungspotenziale für die biologischen Qualitätskomponenten Fischfauna und benthische Invertebraten<sup>25</sup> und Abschätzung der möglichen Veränderungen der Artengemeinschaften durch die Auswirkungen des Klimawandels; Erarbeitung von Verbreitungs- und Ausbreitungspotenzialkarten; Erstellung einer umfangreichen Datenbank mit den verfügbaren Verbreitungsdaten der Fische und von Arten des Makrozoobenthos (SCHNEIDER et al. 2011b).

Insbesondere das letztgenannte Projekt ist wegen seines biotischen Schwerpunktes mit Aussagen zu Habitatveränderungen von gewässergebundenen Arten im Klimawandel bei der weiteren Ausgestaltung eines Klimawandel-Biodiversitätsmonitorings noch konkreter auf Synergien zu prüfen.

<sup>25</sup> am und im Gewässerboden lebende Wirbellose

### 3.3.7 Naturschutzfachliche Begleitung biodiversitätsbezogener Agrarumweltmaßnahmen des EPLR

In Sachsen werden verschiedene **Naturschutzmaßnahmen im Agrarbereich** durch die Richtlinie „Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung“ (AuW/2007) gefördert, die Bestandteil des Entwicklungsprogramms für den ländlichen Raum im Freistaat Sachsen 2007-2013 (EPLR) sind. Um die Wirksamkeit der durchgeführten Maßnahmen der naturschutzgerechten Grünland- und Ackerbewirtschaftung zu evaluieren, wurde ein Katalog an naturschutzfachlichen Begleituntersuchungen entworfen (LfULG 2009c). Dieser sieht vergleichende Biodiversitätsuntersuchungen auf Maßnahmenflächen und Kontrollflächen sowie einen temporalen Vergleich innerhalb der Förderperiode vor. Es erfolgen Grobuntersuchungen und Detailuntersuchungen, letztere z. B. für Fördermaßnahmen mit großem Anwendungsumfang sowie Einzelfallstudien zur Beantwortung spezifischer Fragestellungen (KOCH et al. 2011, <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/25185.htm>).

Erfasst werden u. a. folgende Komponenten, wobei es Differenzierungen zwischen Förderflächen der Grünland- und Ackerbewirtschaftung gibt:

- FFH-Lebensraumtypen und ausgewählte weitere wertvolle Biotoptypen auf den gesamten Maßnahmenflächen
- Erhaltungszustand von Lebensraumtypen (lebensraumtypisches Arteninventar, Strukturen und Beeinträchtigungen)
- Vegetation (Erstellung von Vegetationsaufnahmen in naturschutzfachlich wertvollen Bereichen und Entwicklungsbereichen)
- Erfassung charakteristischer Pflanzenarten in Transekten
- Besondere Arten der Flora (semiquantitative Erfassung der Pflanzenarten der Roten Liste der Farn- und Samenpflanzen Sachsens und der Anhänge II und IV der FFH-Richtlinie) (auf Flächen der repräsentativen Detailuntersuchungen im Grünland)
- Heuschrecken, Tagfalter und Widderchen (wiederholte semiquantitative Erfassung auf 1 ha-Plots, Zählung bzw. Schätzung der Individuenzahl anhand von Häufigkeitsklassen) (auf Flächen der repräsentativen Detailuntersuchungen im Grünland)

Die Lage der Untersuchungsflächen (Detailuntersuchungen) ist in Abbildung 52 dargestellt. Details zur Konzeption und zu den Methoden der Grob-, Detailuntersuchungen und Einzelfallstudien, Übersichtskarten der Untersuchungsflächen und Artenlisten zur Bewertung sind im Internet verfügbar (<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/25185.htm>, Abfrage 13.02.2013), eine zusammenfassende Ergebnisübersicht der Untersuchungen von 2008-2010 in KOCH et al. (2011).

Bisher liegen zumeist die Ergebnisse von Ersterfassungen vor<sup>26</sup>, Aussagen zu Entwicklungen sind erst im Zuge von Wiederholungskartierungen zu erwarten, die zurzeit erfolgen (2012 und 2013 am Ende der aktuellen Förderperiode).

Prinzipiell wäre es möglich, die erhobenen Daten für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität zu nutzen. So ließen sich sowohl Daten zu ausgewählten klimasensitiven Pflanzen-, Heuschrecken- und Tagfalterarten gewinnen als auch komplexe Indikatoren auf Basis von Artengemeinschaften berechnen (z. B. Community Temperature Index für Tagfalter).

Eine wesentliche Voraussetzung wäre allerdings die Fortführung der Begleituntersuchungen über das Ende der Förderperiode im Jahr 2013 hinaus, damit längerfristige Datenreihen entstehen. Günstig wäre es zudem, wenn die Untersuchungen wenigstens für eine bestimmte Anzahl Stichproben immer auf den gleichen Flächen erfolgen würden, sodass Datenreihen von Dauerbeobachtungsflächen entstehen. Außerdem wären diverse methodische Veränderungen zu diskutieren. So würde z. B. eine Erfassung der Tagfalter entlang von Transekten nach der Methode des TMD die Vergleichbarkeit der Daten mit überregionalen Erfassungen erhöhen. Zudem würde die Datengrundlage für die Berechnung des CTI und des Areal-Index verbessert, weil im bei Transektbegehungen Abundanzen ermittelt werden, die eine höhere Genauigkeit als die im EPLR verwendeten Häufigkeitsklassen aufweisen.

<sup>26</sup> Nach Angaben in KOCH et al. (2011) wurden von 2008 bis 2010 Grobuntersuchungen auf 660 zufällig ausgewählten Flächen der naturschutzgerechten Grünlandbewirtschaftung durchgeführt und repräsentative Detailuntersuchungen auf je ca. 33 Flächen (Vergleich Naturschutzgerechte Grünlandnutzung, extensive Grünlandbewirtschaftung, intensiv genutztes Grünland). Auf Ackerflächen mit Naturschutzförderung erfolgten im genannten Zeitraum Grobuntersuchungen mit Kartierung charakteristischer Segetalarten auf 107 Flächen (Flächen mit Naturschutzgerechter Ackerbewirtschaftung) und auf 33 Flächen (Bracheflächen oder -streifen mit Selbstbegrünung).



**Abbildung 52: Lage der Flächen von naturschutzfachlichen Begleituntersuchungen (Detailuntersuchungen) aus dem EPLR** (Quelle: GIS-Daten LfULG, Stand: April 2012)

### 3.4 Vorkommen klimasensitiver Arten auf bestehenden Monitoringflächen – eine flächenbasierte Übersicht

Um die Möglichkeiten der Umsetzung eines Einzelartenmonitorings auf bereits bestehenden Untersuchungsflächen zu evaluieren, wurden die aktuellen Verbreitungsdaten aller klimasensitiven Arten (Quelle: Zentrale Artdatenbank des LfULG, Stand: unterschiedlich für die einzelnen Artengruppen von 2010-2011, vereinzelt 2012 sowie bei Tagfaltern Datenbank von Rolf Reinhardt, Stand: Mai 2011) mit der **Flächenkulisse des FFH-Feinmonitorings** der jeweiligen Artengruppe und den **ÖFS-Flächen** (Bundes- und Landesstichprobe) verschnitten. Diese beiden Monitoring-Flächenkulissen wurden für die beispielhaften Verschnidungen deshalb ausgewählt, weil sie die größten Synergiepotenziale für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität aufweisen. Die Basis eines solchen Monitorings könnte sich auf (ausgewählte) FFH-Monitoringflächen (Repräsentanz von Schwerpunktfächen des Naturschutzes) und ÖFS-Flächen (Repräsentanz der Normallandschaft) gründen, die dann für spezielle Fragestellungen noch durch Flächen aus anderen Monitoringprogrammen ergänzt werden (z. B. WRRL-Monitoring). Ziel der Analyse war es, die Eignung der beiden Flächenkulissen für ein Monitoring klimasensitiver Arten zu prüfen. Für den Abgleich des Vorkommens der ausgewählten klimasensitiven Arten mit den Monitoringflächen wurden die o. g. auf dem Programm MultiBaseCS basierenden Datenbanken des LfULG ausgewertet, wobei nur Daten ab 1990 berücksichtigt wurden. Die Anzahl ausgewerteter Datensätze und ihre Erfassungsgenauigkeit für die einzelnen Taxa ist in Tabelle 24 dargestellt. Die Vögel wurden vorläufig nicht in gleicher Weise ausgewertet, weil den Autoren die aktuellsten Daten des letzten Kartierungsdurchlaufes (Brutvogelkartierung 2004-2007) noch nicht zur Verfügung standen.

Bei den **Tiergruppen** liegen die meisten Daten als Punktdaten vor, wobei aber nur ein geringer Anteil der Daten tatsächlich punktgenau ist (= Abweichung von maximal 100 m; Angabe laut Tabellen-Feld: Toleranz der Zentralen Artdatenbank). Bei einem großen Teil der Daten (insbesondere bei den Tagfaltern) ist die Erfassungsgenauigkeit nicht dokumentiert. Um das Vorkommen der Arten in den Monitoringflächen zu untersuchen, wurde zur besseren Vergleichbarkeit bei den meisten Artengruppen eine einheitliche kreisförmige Pufferzone von 500 m Radius um die Punktdaten berechnet und für die Analysen verwendet. Nur bei den Säugetieren und Amphibien wurde aufgrund der wesentlich höheren Erfassungsgenauigkeit (82 % bzw. 73 % der Daten der klimasensitiven Arten auf 100 m genau) und sehr guten Datenlage ein Radius von nur 100 m verwendet. Im Gegensatz zu den Tiergruppen beruhen die Daten bei den **Gefäßpflanzen** zu einem großen Anteil (44 % der ausgewählten klimasensitiven Arten) auf Rasterdaten mit einer Genauigkeit von überwiegend Viertel-Quadrant (s. Tabelle 24). Für die ÖFS-Flächen wurden daher hier ergänzend auch getrennte Auswertungen mit den beiden folgenden Teildatensätzen durchgeführt: Für

Punktdaten mit einer Genauigkeit von 100 m (40 % der Daten der ausgewählten klimasensitiven Arten) wurde ein kreisförmiger Puffer von 100 m Radius analysiert, für Rasterdaten auf Viertelquadrantenbasis (36 % der Daten) ein kreisförmiger Puffer von 1.945 m Radius. Dieser entspricht dem Umkreis eines Viertelquadranten mit einer Kantenlänge von 2,75 km.

Aufgrund der methodisch bedingten Ungenauigkeiten stellen die Ergebnisse dieser Analysen lediglich eine erste Einschätzung des möglichen Vorkommens von klimasensitiven Arten auf bestehenden Monitoringflächen dar und können Kartierarbeiten bzw. die Auswertung der konkreten Monitoringdaten nicht ersetzen. Beispielsweise muss eine bestimmte Art, die z. B. mit einer Genauigkeit von MTB Viertel-Quadrant erfasst wurde, nicht in einer konkreten in diesem Viertel-Quadranten liegenden Monitoringfläche (FFH, ÖFS) auch vorkommen, sondern könnte real außerhalb der eigentlichen Monitoringfläche ihren Fundort haben. In der Konsequenz bedeutet dies, dass das tatsächliche Vorkommen der in der ersten Projektphase ausgewählten, für ein Monitoring geeigneten klimasensitiven Arten (vgl. Teil 1) auf vorhandenen Monitoringflächen wahrscheinlich noch geringer ausfallen wird, als in den Kapiteln 3.4 und 3.5 dargestellt!

**Tabelle 24: Anzahlen ausgewerteter Datensätze der ausgewählten klimasensitiven Arten und deren Erfassungsgenauigkeit in den entsprechenden Artdatenbanken**

Artengruppe	bis 100 m	bis 500 m	bis 1000 m	16-tel Quadrant	4-tel Quadrant	Quadrant	MTB	k. A.*	k. A. (%)	GESAMT (klimasensitive Arten)	GESAMT (alle Arten)	Anteil (%)
Tagfalter	1738	75	17	0	1	58	22	23508	92%	25419	98502	26%
Libellen	1669	219	118	0	1	655	1	2559	49%	5222	64597	8%
Schrecken	1309	284	378	22	44	710	0	519	16%	3266	53425	6%
Käfer	1269	7	24	0	0	3	1	1630	56%	2934	45466	6%
Sonstige Wirbellose	79	17	10	0	0	0	0	357	77%	463	31852	1%
Säugetiere	17411	41	25	0	0	10	3	3693	17%	21183	151153	14%
Reptilien	5253	299	98	3	4	2106	2	3434	31%	11199	14233	79%
Amphibien	74207	1146	263	7	1	169	29	26273	26%	102095	121007	84%
Gefäßpflanzen	8003	126	364	111	7200	1510	3	2879	14%	20196	2139756**	ca. 1%

\*k. A. = keine Angaben zur Genauigkeit des Datensatzes, \*\* = Abfrage vom 19.11.2012 in der Zentralen Artdatenbank des LfULG; Spalte Gesamt stellt die Gesamtzahl der Datensätze der Arten dieser Artengruppe in den ausgewerteten Artverbreitungsdatenbanken dar (Stand i. d. R. 2010 oder 2011 je nach Artengruppe); Spalte Anteil zeigt den prozentualen Anteil der Datensätze der ausgewählten klimasensitiven Arten an der Gesamtzahl der verfügbaren Datensätze der Artengruppe

Tabelle 25 zeigt die **Anzahl und den Anteil der Monitoringflächen (FFH, ÖFS)**, aus denen Daten der ausgewählten klimasensitiven Arten vorliegen. Deutlich werden hieraus die teilweise großen Unterschiede in der Abdeckung der Monitoringflächen bei den verschiedenen Artengruppen. So liegen aus über der Hälfte der entomofaunistisch untersuchten FFH-Flächen Daten von den ausgewählten klimasensitiven Tagfaltern und Libellen vor, aber nur aus weniger als einem Viertel der Flächen für die Schrecken. Auf den ÖFS-Flächen ist die Datenlage bei klimasensitiven Käfern und sonstigen Wirbellosen mit 6 bzw. 4 % sowie auch bei den klimasensitiven Libellen, Säugetieren und Gefäßpflanzen mit jeweils 19 % Abdeckung besonders ungünstig.

**Tabelle 25: Anzahl der Monitoringflächen (FFH, ÖFS) mit Daten der ausgewählten klimasensitiven Arten**

Artengruppe	Anzahl klimasensitiver Arten	FFH-Arten			FFH-Monitoringflächen		ÖFS-Flächen	
		II	IV	V	Anzahl der Flächen	Anteil	Anzahl der Flächen	Anteil
Tagfalter	45	4	4	0	239	56%	56	40%
Libellen	17	4	5	0	236	55%	27	19%
Schrecken	8	0	0	0	103	24%	33	24%
Käfer	20	5	3	0	150	35%	9	6%
Sonstige Wirbellose	16	4	1	3	44	10%	5	4%
Säugetiere	14	2	10	0	NA	k. A.	27	19%
Reptilien	5	0	2	0	84	k. A.	56	40%
Amphibien	14	2	9	3	103	98%	66	47%
Gefäßpflanzen	73	4	4	10	126	30%	26	19%

k. A. = keine Angabe, NA = nicht ausgewertet, da die GIS-Datenlage der Monitoringflächen der Säugetiere nicht ausreichte, Spalte Anteil stellt den Anteil in % der Monitoringflächen (FFH, ÖFS) mit Vorkommen der ausgewählten klimasensitiven Arten an der Gesamtzahl der Monitoringflächen für die jeweilige Artengruppe dar

Tabelle 26 zeigt die **Anzahl und den Anteil der ausgewählten klimasensitiven Arten**, von denen Daten aus den Monitoringflächen (FFH, ÖFS) vorliegen, sowie die Anzahl und den Anteil der klimasensitiven FFH-Arten in den verschiedenen Artengruppen. Weil der Anteil der FFH-Arten zwischen den Artengruppen stark variiert (von 0 % bei den Schrecken bis zu 86 % bei den Amphibien) wäre ein höherer Erfassungsgrad der Artengruppen mit hohem Anteil von FFH-Arten in den FFH-Monitoringflächen zu erwarten. Dies scheint sich aber nicht überall auf die erfassten Artenzahlen auszuwirken. So ist der Anteil der nachgewiesenen Libellen- und Schreckenarten auf den FFH-Monitoring-Flächen mit 88 % gleich, obwohl 41 % der ausgewählten klimasensitiven Libellenarten FFH-Arten sind, jedoch keine einzige Schreckenart. Dies ist u. a. methodisch bedingt, weil GIS-Daten der Lage der Monitoringflächen mit Artdaten aus der Zentralen Artdatenbank verschnitten wurden (s. o.). Für die ausgewählten klimasensitiven Nicht-FFH-Arten (die auf FFH-Monitoringflächen ja nicht erfasst werden; Ausnahme: Pflanzenarten in Vegetationsaufnahmen) ist dies methodisch auch nicht anders möglich.

Im Vergleich der Monitoringflächen ist der größte Teil der klimasensitiven Arten (76 %) in den FFH-Monitoringflächen vertreten und 55 % in den ÖFS-Flächen.

In einem nächsten Schritt sollten auf den FFH-Feinmonitoring-Flächen diese Auswertungen mit den konkreten im Monitoring erfassten Daten wiederholt bzw. überprüft werden, auf den ÖFS-Flächen mit den Daten aus dem Monitoring häufiger Brutvögel.

**Tabelle 26: Anzahl der ausgewählten klimasensitiven Arten in den Monitoring-Flächen (FFH, ÖFS)**

Artengruppe	Anzahl klimasensitiver Arten	davon FFH-Arten (Anh. II-V)		auf FFH-Monitoringflächen		auf ÖFS-Flächen	
		Anzahl	Anteil	Anzahl der Arten	Anteil	Anzahl der Arten	Anteil
Tagfalter	45	4	9%	39	87%	39	87%
Libellen	17	7	41%	15	88%	11	65%
Schrecken	8	0	0%	7	88%	5	63%
Käfer	20	5	25%	11	55%	8	40%
Sonstige Wirbellose	16	6	38%	6	38%	2	13%
Säugetiere	14	10	71%	10	71%	12	86%
Reptilien	5	2	40%	5	100%	5	100%
Amphibien	14	12	86%	14	100%	14	100%
Gefäßpflanzen	63	15	24%	51	81%	19	30%
GESAMT	188	51	27%	143	76%	103	55%

Im Rahmen weiterer Analysen wurde das Vorkommen der einzelnen klimasensitiven Arten in den bestehenden Monitoringflächen (FFH, ÖFS und bei Tagfaltern auch TMD) untersucht. Ziel dabei war es, die vorhandenen Monitoring-Programme auf Synergien für ein geplantes Monitoring Klimawandel und Biodiversität zu testen. Zu diesem Zweck wurden die

gepufferten Punktdaten aus den Artenverbreitungs-Datenbanken mit den Flächen der Monitoring-Programme verschnitten und die Anzahl der „besiedelten Flächen“ ausgewertet (vgl. Tabellen 51-59 und Abbildungen 55-63 im Anhang).

Das Ergebnis dieser Analysen zeigt, dass die gemäß Kapitel 9.2.1 des Berichtes der ersten Projektphase als notwendig angesehene minimale Stichprobengröße von 30 Flächen pro Art auf den bestehenden Flächenkulissen bei den Nicht-FFH-Arten in den meisten Fällen nicht erreicht wird. Ausnahmen bilden fast ausschließlich einige sehr weit verbreitete und häufige Arten mit relativ unspezifischen Lebensraumsansprüchen (z. B. Tagpfauenauge *Aglais io*, Erdkröte *Bufo bufo*, Gewöhnlicher Efeu *Hedera helix*). Zudem sind die derzeit vorliegenden Daten bezüglich der Erfassungsgenauigkeit bei fast allen untersuchten Arten(-Gruppen) unzureichend, um darauf aufbauend eine Flächenauswahl für ein artbasiertes Monitoring Klimawandel und Biodiversität vorzunehmen.

Um die angestrebte Stichprobenzahl für ein breit angelegtes (viele Arten umfassendes) **Einzelartenmonitoring** klimasensitiver Arten zu erreichen, müsste daher eine große Zahl zusätzlicher Flächen neu eingerichtet und untersucht werden, was vermutlich nicht leistbar/nicht finanzierbar wäre. Daher halten es die Autoren für sinnvoller, das Einzelartenmonitoring über die FFH-Arten hinaus nur um eine geringe Zahl weiterer Arten zu erweitern, insbesondere aus denjenigen Artengruppen, die für ein Artengruppen-Monitoring nicht infrage kommen (Käfer, Schrecken, sonstige Arthropoden, Weichtiere, Säugetiere, Reptilien, Moose, Flechten). Stattdessen sollte der Schwerpunkt eines Klimawandel-Monitorings, wie in den Kapiteln 3.1.6 und 3.5.14 näher erläutert, auf einem **Monitoring besonders klimasensitiver Artengruppen** beruhen.

Dabei ist zur Gewährleistung eines repräsentativen Monitorings Klimawandel und Biodiversität eine sinnvolle Strategie, das Monitoring auf den ÖFS-Flächen über die Vögel hinaus auf weitere Artengruppen auszudehnen (Vorteile ÖFS vgl. Kapitel 3.2.1, 3.3.4) und in analoger Weise zum Vorgehen in NRW (s. Kapitel 3.2) ein ergänzendes Set von hochwertigen Naturschutzflächen (darunter FFH- und SPA-Flächen) auszuwählen, um seltene und gefährdete Lebensräume abzudecken, die von den ÖFS-Flächen nur unzureichend erfasst werden, wie z. B. Hochmoore und Trockenrasen. Bei der Auswahl dieser Flächen sollte auf das Vorkommen klimasensitiver Arten geachtet werden. Beispielsweise kommen in zwei der derzeit im Rahmen des FFH-LRT-Feinmonitorings untersuchten Gebiete mit Hochmoorvegetation (im NSG Kleiner Kranichsee und im NSG Mothäuser Heide) klimasensitive Hochmoorlibellen vor (Alpen-Smaragdlibelle *Somatochlora alpestris* und Hochmoor-Mosaikjungfer *Aeshna subarctica*) und in nächster Nähe des NSG Kleiner Kranichsee (am Henneberger Hang) zwei entsprechende Tagfalterarten (Hochmoorgelbling *Colias palaeno* und Hochmoor-Bläuling *Plebejus optilete*). Die weiteren Vorkommen dieser Hochmoorspezialisten liegen jedoch außerhalb von derzeitigen Monitoringflächen. Hervorzuheben sind hier die Scheibenberger Teiche, wo drei Tagfalterarten der Hochmoore vorkommen (Hochmoor-Perlmutterfalter *Boloria aquilonaris*, Hochmoorgelbling und Hochmoor-Bläuling).

Die Gesamtzahl hochwertiger Naturschutzflächen (innerhalb von ÖFS- und Ergänzungsflächen) sollte dabei mindestens 30 betragen. Bevor solche Flächen festgelegt werden, werden eine **Basiskartierung der ÖFS-Flächen** (Lebensraumtypen, Flora und ausgewählte Tiergruppen analog dem Vorgehen in NRW) sowie eine **Charakterisierung der Landnutzung und Abiotik der ÖFS-Flächen** (u. a. Biotop- und Landnutzungstypen, Geologie, Böden, Höhenlage, Klima, Schutzgebiete) unter Nutzung vorhandener Daten empfohlen (vgl. Kapitel 3.3.4), weil die Kenntnisse über diese Flächen in Sachsen derzeit unzureichend sind. Bei Verwendung des Indikatorgruppen-Konzeptes ist es im Gegensatz zum Einzelarten-Konzept für aussagekräftige Analysen auch nicht notwendig, dass jede Art auf mindestens 30 Probeflächen vertreten ist. Anzumerken ist, dass 22 der bestehenden ÖFS-Flächen aus der Bundes- und Landesstichprobe zumindest teilweise Schutzgebiete der höchsten Schutzkategorie darstellen. 20 dieser Flächen überschneiden sich mit Naturschutzgebieten und die zwei anderen mit dem Nationalpark Sächsische Schweiz. Von der Gesamtzahl der Überschneidungsflächen (mit einer Gesamtfläche von 11,7 km<sup>2</sup>) liegen fünf vollständig in diesen Schutzgebieten und weitere fünf zu mehr als 50 %.

### 3.5 Aktuelle Erfassung klimasensitiver Arten in sächsischen Monitoring-Programmen mit Bewertung – eine auf Einzelarten basierende Übersicht

In den folgenden Kapiteln wird aufgezeigt, welche der klimasensitiven Arten durch bereits bestehende Monitoring-Programme erfasst werden (wiederum Artnachweise ab 1990 berücksichtigt). Außerdem erfolgte eine Bewertung hinsichtlich des Stichprobenumfangs und der Raumrepräsentativität bestehender Untersuchungsflächen. In Orientierung an gängige Verfahrensweisen in der ökologischen Forschung wurde ein Stichprobenumfang von mindestens 30 räumlich voneinander unabhängigen Untersuchungsflächen als ausreichend angesehen (vgl. Kapitel 9.2.1 in Teil 1). Sofern die Raumrepräsentativität nicht gegeben war, werden die Erfassungslücken dargestellt. Als Basis für die Beurteilung dienten Verbreitungskarten der Arten, die auf Basis verfügbarer Datenbanken (insbesondere der Zentralen Artdatenbank des LfULG) erstellt wurden. Die Nomenklatur der räumlichen Einheiten orientiert sich an der naturräumlichen Gliederung Sachsens in Makrogeochoren nach HAASE & MANNSFELD (2002). Die Darstellung der räumlichen Erfassungslücken in den Arttabellen erfolgte je nach Umfang der Erfassungslücken durch Nennung der entsprechenden Makrogeochoren (wenige Erfassungslücken) oder der Naturregionen (sehr große Erfassungslücken) bzw. selbst abgegrenzter räumlicher Einheiten auf der Raumskala zwischen Naturregionen und Makrogeochoren (große Erfassungslücken). Eine Zuordnung der Makrogeochoren nach HAASE & MANNSFELD (2002) zu den Naturregionen und den selbst benannten räumlichen Einheiten ist in Tabelle 27 dargestellt. Der Eintrag „gesamtes Areal“ weist darauf hin, dass eine klimasensitive Art in ihrem gesamten sächsischen Verbreitungsgebiet nicht (repräsentativ) durch Monitoring-Programme erfasst wird.

Die Angaben zu Anzahlen der MTB (TK 25) und MTB-Quadranten mit Nachweisen der entsprechenden Art in den Tabellen dieses Kapitels und im Kapitel 6.2 des Anhangs stellen nur **Orientierungswerte** dar. Aufgrund von diversen Unsicherheiten bei der Datenqualität und bei den Datenbankabfragen dürfen die Zahlenangaben, auch wenn sie eine hohe Genauigkeit vortäuschen, nicht für wissenschaftliche Zwecke weiterverwendet werden. Außerdem stellen die Angaben nur einen bestimmten Abfragestand dar, der sich durch neue Nachweise und durch erloschene Vorkommen laufend verändert.

**Tabelle 27: Zuordnung der Makrogeochoren nach HAASE & MANNSFELD (2002) zu verschiedenen Untereinheiten des Heidelandes, Lössgefildes und Berglandes**

Naturregion nach HAASE & MANNSFELD (2002)	Untereinheit (eigene Abgrenzung)	Makrogeochore nach HAASE & MANNSFELD (2002)
Heideland	Westliches Heideland	Bitterfelder Bergbaurevier
		Düben-Dahlender Heide
		Elbe-Elster-Niederung
	Östliches Heideland	Königsbrück-Ruhlander Heiden
		Oberlausitzer Bergbaurevier
		Lausitzer Grenzwall
		Cottbuser Sandplatte
		Muskauer Heide
		Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet
Lössgefilde	Westliches Lössgefilde	Köthener Ebene
		Hallesches Lösshügelland
		Leipziger Land
		Bergbaurevier Südraum Leipzig
		Nordsächsisches Platten- und Hügelland
		Ostthüringisches Lösshügelland
		Erzgebirgsbecken
		Mulde-Lösshügelland
		Mittelsächsisches Lösshügelland
		Becken von Cheb (Eger)

	Östliches Lössgefilde	Östliches Erzgebirgsvorland
		Großenhainer Pflege
		Dresdener Elbtalweitung
		Westlausitzer Hügel- und Bergland
		Oberlausitzer Gefilde
		Östliche Oberlausitz
Bergland und Mittelgebirge	Westliches Bergland	Vogtland
		Elstergebirge
		Westerzgebirge
		Mittleres Erzgebirge
	Östliches Bergland	Osterzgebirge
		Elbsandsteingebirge
		Oberlausitzer Bergland
		Zittauer Gebirge

### 3.5.1 Vögel

**Tabelle 28: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Vogelarten**

Artnamen (lat.)	Artnamen (dt.)	Anhang I der VRL	Anzahl MTB*	Anzahl Flächen des Monitorings häufiger Brutvogelarten (ÖFS)	SPA-Monitoring-Flächen	Räumliche Erfassungslücken
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Schilfrohrsänger		74 (90)	3	21	Vogtland
<i>Alcedo atthis</i>	Eisvogel	VRL-Anh. I	160 (170)	1	37	Keine Erfassungslücken
<i>Cuculus canorus</i>	Kuckuck		182 (182)	49		Mittleres Erzgebirge, Osterzgebirge
<i>Cygnus cygnus</i>	Singschwan	VRL-Anh. I	8 (72)		4	Östliche Oberlausitz
<i>Emberiza hortulana</i>	Ortolan	VRL-Anh. I	84 (117)	3	19	Westliches Lössgefilde
<i>Gallinago gallinago</i>	Bekassine		89 (134)	2	19	Vogtland, Westliches Lössgefilde
<i>Jynx torquilla</i>	Wendehals		123 (147)	10	31	Keine Erfassungslücken
<i>Merops apiaster</i>	Bienenfresser		9 (24)	1	1	Östliches Lössgefilde
<i>Saxicola torquata</i>	Schwarzkehlchen		111 (133)	13	25	Keine Erfassungslücken
<i>Tringa ochropus</i>	Waldwasserläufer		66 (130)		11	Westliches Lössgefilde, Mittleres und Osterzgebirge
<i>Upupa epops</i>	Wiedehopf		45 (89)	2	9	Westliches Lössgefilde, Östliches Erzgebirgsvorland

\* Die Daten des 3. Durchgangs der Brutvogelkartierung (Zeitraum 2004-2007) standen für die als klimasensitiv ausgewählten Monitoring-Arten bereits vor Übertragung in die Zentrale Artdatenbank für das FuE-Vorhaben zur Verfügung. Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 26.02.2013, alle B-, C- und D-Nachweise<sup>27</sup> ab 1990 aus den beiden Durchgängen der Brutvogelkartierung, in Klammern gesetzt: alle Datensätze und Nachweistypen ab 1990 inkl. Sichtbeobachtungen, Wasservogelzählung etc.; insgesamt 188 MTB in Sachsen.

Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Vogelarten vgl. Tab. 13 in Teil 1

Von den elf als klimasensitiv eingestuften Vogelarten liegen für neun Arten Brutnachweise aus den Flächen des Monitorings häufiger Brutvogelarten vor. Im SPA-Monitoring werden zehn der in Tabelle 28 aufgeführten Vogelarten erfasst (nur der Kuckuck nicht). Beide Programme (Monitoring häufiger Brutvogelarten des DDA, SPA-Monitoring) zusammen decken das genannte Spektrum klimasensitiver Arten vollständig ab.

Die angestrebte Stichprobenzahl von 30 Untersuchungsflächen pro Art wird dagegen nur bei vier Arten erreicht (Eisvogel, Kuckuck, Wendehals, Schwarzkehlchen). Zwei Arten (Singschwan, Bienenfresser) sind so selten, dass diese Stichprobengröße auch im Totalzensus nicht erreicht werden kann. Ein Totalzensus liegt vor, wenn alle bekannten Vorkommen einer Art im Monitoring erfasst werden. Bei den übrigen Arten (Schilfrohrsänger, Ortolan, Bekassine, Waldwasserläufer, Wiedehopf) wäre eine

<sup>27</sup> B - möglicher Brutvogel, C - wahrscheinlicher Brutvogel, D - sicherer Brutvogel

Erhöhung der Stichprobenzahl möglich. Bei drei Arten (Eisvogel, Wendehals, Schwarzkehlchen) wird das gegenwärtige Verbreitungsgebiet in Sachsen gut durch die bestehenden Programme und ihre konkreten Monitoringflächen abgedeckt. Dagegen existieren für sieben Arten (Schilfrohrsänger, Kuckuck, Singschwan, Ortolan, Bekassine, Bienenfresser, Waldwasserläufer, Wiedehopf) Erfassungslücken in bestimmten Regionen ihres Verbreitungsgebietes (Tabelle 28). Aufgrund eines Einzelvorkommens kann beim Singschwan keine genaue Angabe hinsichtlich eines potenziellen Verbreitungsgebietes getroffen werden.

### Fazit

Drei der elf klimasensitiven Vogelarten (Eisvogel, Wendehals, Schwarzkehlchen) werden durch das Monitoring häufiger Brutvogelarten des DDA und das SPA-Monitoring in ausreichender Zahl und räumlich repräsentativ erfasst. Die Erhebungsfrequenz von einem Jahr (Monitoring häufiger Brutvogelarten findet jährlich statt) entspricht dem Idealzustand. Der Erhebungszyklus des SPA-Monitorings (zwei aufeinander folgende Untersuchungsjahre innerhalb eines Berichtszeitraumes von sechs Jahren) lässt Berechnungen von Bestandstrends nur über lange Zeiträume zu und ist daher für ein Monitoring von klimabedingten Bestandsveränderungen nicht ausreichend.

Für phänologische Auswertungen, die insbesondere für den Kuckuck (erster Tag der Wiederankunft bzw. der auch durch Laien gut erfassbare Tag des ersten Rufes) und den Singschwan (Ankunft und Wegzug von Überwinterern) von Bedeutung sind, wären jedoch zusätzliche Erfassungen erforderlich. Der Kuckuck wird als besonders sensibel angesehen, weil klimatische Veränderungen die Phänologie des Brutparasiten und seiner Wirtsarten unterschiedlich beeinflussen könnten, sodass die Gefahr einer Desynchronisation besteht (SAINO et al. 2009); siehe auch Kapitel 7.1. in Teil 1. Der Singschwan zeigt ein Migrationsverhalten, das von temperaturbedingten Veränderungen der Ressourcenverfügbarkeit beeinflusst wird (STIRNEMANN et al. 2012). Die Gewinnung zusätzlicher Daten könnte z. B. im Rahmen ehrenamtlich getragener Projekte erfolgen. So existiert in Bayern ein Programm des Landesbundes für Vogelschutz (LBV), bei dem interessierte Bürger die Erstankunft des Kuckucks melden können (<http://www.lbv.de/aktiv-werden/artenschutz/kuckuck/ergebnisse-2012.html#c5314>, Abfrage 24.02.2013). Die Art ist für ein solches öffentliches Programm besonders geeignet, weil Verwechslungsmöglichkeiten kaum gegeben sind und sich somit auch Nichtfachleute beteiligen können. Auch die Datensammlung des Onlineportals [www.ornitho.de](http://www.ornitho.de) des DDA könnte zur Gewinnung phänologischer Daten für Kuckuck und Singschwan genutzt werden. Dieses Portal sammelt bundesweit Einzelbeobachtungen aller Vogelarten, die nicht im Rahmen der regulären Monitoring-Programme anfallen.

### 3.5.2 Säugetiere

**Tabelle 29: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Säugetierarten**

Anzahl der FFH-Monitoringflächen: Stand vom 09.01.2012

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	Anzahl MTB <sup>2</sup>	FFH-Feinmonitoring-Flächen	Räumliche Erfassungslücken
<i>Crocidura leucodon</i>	Feldspitzmaus		98		Gesamtes Areal
<i>Crocidura russula</i>	Hausspitzmaus		79		Gesamtes Areal
<i>Crocidura suaveolens</i>	Gartenspitzmaus		115		Gesamtes Areal
<i>Glis glis</i>	Siebenschläfer		50		Gesamtes Areal
<i>Muscardinus avellanarius</i>	Haselmaus	FFH-IV	64	17	Zittauer Gebirge
<i>Neomys anomalus</i>	Sumpfspitzmaus		32		Gesamtes Areal
<i>Eptesicus nilssonii</i>	Nordfledermaus	FFH-IV	68	11	Mittleres Erzgebirge, Osterzgebirge
<i>Eptesicus serotinus</i>	Breitflügelfledermaus	FFH-IV	131	10	Erzgebirgsbecken, Dresdner Elbtalweitung, Westlausitzer Hügel- und Bergland, Osterzgebirge
<i>Myotis daubentonii</i>	Wasserrfledermaus	FFH-IV	162	6	Westliches Lössgefilde, Dresdner Elbtalweitung, Westerbirge, Mittleres Erzgebirge, Elbsandsteingebirge
<i>Myotis myotis</i>	Großes Mausohr	FFH-III/IV	145	10	Oberlausitzer Bergbaurevier
<i>Nyctalus noctula</i>	Großer Abendsegler	FFH-IV	151	9	Düben-Dahlender Heide <sup>1</sup>
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Rauhautfledermaus	FFH-IV	118	1	Westlausitzer Hügel- und Bergland, Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet <sup>1</sup>
<i>Plecotus austriacus</i>	Graues Langohr	FFH-IV	86	10	Oberlausitzer Teich- und Heidegebiet
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Kleine Hufeisennase	FFH-III/IV	19	11	Keine Erfassungslücken
<i>Vespertilio murinus</i>	Zweifarbflfledermaus	FFH-IV	102	5	Keine Erfassungslücken

<sup>1</sup> Für diese Art existieren Nachweise von Wochenstuben aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG, die im Rahmen des vorliegenden FFH-Monitoringkonzepts nicht für ein Monitoring vorgesehen sind

<sup>2</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 26.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen.

Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Säugetierarten vgl. Tab. 14 in Teil 1

Von 15 klimasensitiven Säugetierarten werden zehn Arten im FFH-Artmonitoring (Feinmonitoring) erfasst. Es handelt sich um neun Fledermausarten und die Haselmaus. Das FFH-Artmonitoring der Fledermäuse findet auf der Basis von Wochenstuben oder Winterquartieren statt. Der Stichprobenumfang ist bei allen Arten recht gering. Das liegt daran, dass zum Teil nur wenige Wochenstuben bzw. Winterquartiere der Arten aus Sachsen bekannt sind (z. B. Rauhautfledermaus). Für vier Arten ist ein Totalzensus vorgesehen (Großer Abendsegler *Nyctalus noctula*, Rauhautfledermaus *Pipistrellus nathusii*, Kleine Hufeisennase *Rhinolophus hipposideros*, Zweifarbfledermaus *Vespertilio murinus*), sodass hier von einer sehr guten Abdeckung der bekannten Vorkommen ausgegangen werden kann. Allerdings verzeichnet die Zentrale Artdatenbank des LfULG für zwei dieser Arten (Großer Abendsegler, Rauhautfledermaus) weitere Vorkommen von Wochenstuben, die im derzeitigen FFH-Feinmonitoring z. B. aus methodischen Gründen nicht berücksichtigt sind. Bei anderen Arten wird nur ein Teil der bekannten Wochenstuben im derzeitigen Monitoring untersucht (z. B. Breitflügelfledermaus). Bei allen Fledermausarten liegt der Stichprobenumfang unterhalb der angestrebten Zahl von 30 Flächen (bzw. Wochenstuben). Bei den im Totalzensus erfassten Arten (s. o.) ist die Anzahl von 30 auch nicht durch eine Erweiterung des Monitorings erreichbar. Der Stichprobenumfang der Haselmauserfassung liegt ebenfalls unter der angestrebten Zahl von 30 Probeflächen. Es bedarf Ergänzungen des Monitorings im Zittauer Gebirge. Nicht-FFH-Arten, wie z. B. die als klimasensitiv bewerteten Spitzmäuse in Tabelle 29, werden auf FFH-Monitoringflächen nicht erfasst.

#### Fazit

Vier Fledermausarten (*Nyctalus noctula*, *Pipistrellus nathusii*, *Rhinolophus hipposideros*, *Vespertilio murinus*) werden hinsichtlich des Stichprobenumfangs und der Raumrepräsentativität optimal erfasst. Als optimal erfasst gelten auch alle Arten, die einem Totalzensus unterliegen, auch wenn die angestrebte Stichprobenzahl von 30 Flächen aufgrund der Seltenheit der Arten nicht erreicht werden kann. Der Untersuchungszyklus für Fledermäuse (alle zwei bis drei Jahre) ist ausreichend. Dagegen ist

die Erhebungsfrequenz für die Haselmaus (in drei von vier Jahren) für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität ggf. zu gering, weil Populationsverläufe von Kleinsäugetern in der Regel hohen Schwankungen unterliegen.

### 3.5.3 Amphibien

**Tabelle 30: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Amphibienarten**

Anzahl der FFH-Monitoringflächen: Stand vom 09.01.2012

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	Anzahl MTB <sup>1</sup>	Flächen IS SaND	FFH-Monitoring Flächen-Komplexe	FFH-Monitoring Untersuchungspunkte	Räumliche Erfassungslücken	
<i>Bombina bombina</i>	Rotbauchunke	FFH-II/IV	67	126		14	161	Keine Erfassungslücken
<i>Bufo bufo</i>	Erdkröte		174					Gesamtes Areal
<i>Bufo calamita</i>	Kreuzkröte	FFH-IV	74			10	68	Vogtland, Mulde-Lösshügelland, Königsbrück-Ruhlander Heiden
<i>Bufo viridis</i>	Wechselkröte	FFH-IV	105			15	145	Elbe-Elster-Niederung, Großenhainer Pflege, Königsbrück-Ruhlander Heiden
<i>Hyla arborea</i>	Laubfrosch	FFH-IV	92			10	138	Keine Erfassungslücken
<i>Ichthyosaura alpestris</i>	Bergmolch		124					Gesamtes Areal
<i>Pelobates fuscus</i>	Knoblauchkröte	FFH-IV	128			16	231	Östliches Heideland, Östliche Oberlausitz
<i>Rana arvalis</i>	Moorfrosch	FFH-IV	113			11	128	Mulde-Lösshügelland, Mittelsächsisches Lösshügelland, Osterzgebirge, Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet
<i>Rana dalmatina</i>	Springfrosch	FFH-IV	58			14	96	Keine Erfassungslücken
<i>Rana kl. esculenta</i>	Teichfrosch	FFH-V	152					Gesamtes Areal
<i>Pelophylax lessonae</i>	Kleiner Wasserfrosch	FFH-IV	92			4	120	Ostthüringisches Lösshügelland, Mulde-Lösshügelland
<i>Pelophylax ridibundus</i>	Seefrosch	FFH-V	94					Gesamtes Areal
<i>Rana temporaria</i>	Grasfrosch	FFH-V	174					Gesamtes Areal
<i>Triturus cristatus</i>	Kammolch	FFH-II/IV	141	158		11	52	Bergland und Mittelgebirge (höhere Lagen mit Vorkommen)

Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Amphibienarten vgl. Tab. 15 in Teil 1

<sup>1</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 26.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen.

Von den 14 als klimasensitiv identifizierten Amphibienarten werden neun Arten im FFH-Monitoring hinsichtlich ihrer Populationsentwicklung untersucht (Tabelle 30). Dagegen unterliegen fünf Arten keinem oder nur einem eingeschränkten FFH-Feinmonitoring (die Nicht-FFH-Arten und Arten des FFH-Anhangs V).

Gemessen an der Zahl der Untersuchungspunkte wird bei allen bereits untersuchten Arten die angestrebte Stichprobenzahl von mindestens 30 erreicht bzw. überschritten. Allerdings können nicht alle dieser Untersuchungspunkte als unabhängig voneinander betrachtet werden, weil sie oftmals in unmittelbarer räumlicher Nähe zueinander liegen. Im aktuellen FFH-Monitoringkonzept sind die Untersuchungspunkte bestimmten Flächenkomplexen zugeordnet (Tabelle 30). Würde man lediglich einen solchen Flächenkomplex (mit räumlich nahe beieinander liegenden Untersuchungspunkten) als unabhängige Population betrachten, würde der angestrebte Stichprobenumfang bei keiner Art erreicht.

Die Raumrepräsentativität der bereits erfassten Arten ist in drei Fällen gut (Rotbauchunke, Laubfrosch, Springfrosch). Räumliche Erfassungslücken bestehen bei sechs Arten (Kreuzkröte, Wechselkröte, Knoblauchkröte, Moorfrosch, Kleiner Wasserfrosch, Kammolch). Trotz einer oftmals guten Abdeckung der Landesfläche (z. B. Kammolch) sind die südlichen, an das Bergland angrenzenden oder im Bergland gelegenen Populationen oftmals unterrepräsentiert. Weil sich klimatisch bedingte Bestandsänderungen bzw. Arealverschiebungen insbesondere entlang von Höhengradienten erwarten lassen, wurden fehlende Monitoringflächen an diesen Verbreitungsgrenzen als Erfassungslücke gewertet.

#### Fazit

Drei der 14 klimasensitiven Amphibienarten werden durch das FFH-Monitoring räumlich repräsentativ erfasst. Bei allen neun gegenwärtig erfassten Arten werden ausreichend große Datenmengen aufgenommen. Die räumliche Aggregation der Untersu-

chungspunkte ist jedoch nicht optimal, um großräumig wirkende Einflussfaktoren wie den Klimawandel zu erfassen. Die Erhebungsfrequenz des FFH-Artmonitorings (zwei aufeinander folgende Untersuchungsjahre innerhalb eines Berichtszeitraumes von sechs Jahren) lässt Berechnungen von Bestandstrends nur über lange Zeiträume zu und ist daher nicht optimal für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität.

### 3.5.4 Reptilien

**Tabelle 31: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Reptilienarten**

Anzahl der FFH-Monitoringflächen: Stand vom 09.01.2012

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	Anzahl MTB <sup>1</sup>	FFH-Feinmonitoring-Flächen	Räumliche Erfassungslücken
<i>Anguis fragilis</i>	Blindschleiche		167		Gesamtes Areal
<i>Coronella austriaca</i>	Glattnatter	FFH-IV	98	23	Elbsandsteingebirge, Osterzgebirge
<i>Lacerta agilis</i>	Zauneidechse	FFH-IV	151	60	Elbsandsteingebirge, Osterzgebirge
<i>Natrix natrix</i>	Ringelnatter		163		Gesamtes Areal
<i>Vipera berus</i>	Kreuzotter		125		Gesamtes Areal

Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Reptilienarten vgl. Tab. 15 in Teil 1

<sup>1</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 26.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen

Zwei (Glattnatter, Zauneidechse) der fünf klimasensitiven Reptilienarten werden durch das FFH-Feinmonitoring erfasst. Bei der Glattnatter ist ein Totalzensus vorgesehen. Nach den vorliegenden Daten aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG hat die Art in Sachsen allerdings zahlreiche weitere Vorkommen, die bisher nicht erfasst werden (für die Reptilien ist jedoch vom LfULG eine Neubewertung der FFH-Monitoringflächen geplant). Für ein Klimawandel-Biodiversitätsmonitoring sind insbesondere die fehlenden Stichprobenflächen im Bergland relevant.

#### Fazit

Keine klimasensitive Reptilienart wird durch das FFH-Feinmonitoring im Hinblick auf den Aspekt Klimawandel in ausreichender Zahl und räumlich repräsentativ erfasst. Die Erhebungsfrequenz des FFH-Artmonitorings (zwei aufeinander folgende Untersuchungsjahre innerhalb eines Berichtszeitraumes von sechs Jahren für die Glattnatter und sechs Jahre für die Zauneidechse) lässt Berechnungen von Bestandstrends nur über lange Zeiträume zu und ist daher für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität nicht ausreichend.

### 3.5.5 Fische und Rundmäuler

**Tabelle 32: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Fische und Rundmäuler**

Anzahl der FFH-Monitoringflächen: Stand vom 09.01.2012

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	Anzahl MTB <sup>2</sup>	Flächen IS SaND	FFH-Feinmonitoring-Flächen	Fischarten-Kataster <sup>1</sup>	WRRL-Messstellen mit Vorkommen der Art <sup>1</sup>	Räumliche Erfassungslücken
<i>Alburnus alburnus</i>	Ukelei		63			343	91	Keine Erfassungslücken
<i>Aspius aspius</i>	Rapfen	FFH-II	28	4	4	168	34	Keine Erfassungslücken
<i>Cottus gobio</i>	Groppe	FFH-II	66	14	63	367	142	Keine Erfassungslücken
<i>Lota lota</i>	Quappe		27			33	6	Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet
<i>Thymallus thymallus</i>	Äsche	FFH-V	57			116	45	Vogtland
<i>Lampetra planeri</i>	Bachneunauge	FFH-II	76	16	63	262	71	Keine Erfassungslücken
<i>Salmo trutta f. fario</i>	Bachforelle		121			1032	385	Keine Erfassungslücken

Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Fisch- und Rundmaulararten vgl. Tab. 16 in Teil 1

<sup>1</sup> Die Daten des Referates Fischerei des LfULG waren zum Zeitpunkt der Projektbearbeitung noch nicht in der Zentralen Artdatenbank verfügbar. Hilfsweise wurde für die Verschneidung mit Monitoringflächen deshalb auf Daten zurückgegriffen, die für das LfULG-Projekt „Wasserrahmenrichtlinie und Klimawandel: Auswirkungen des Klimawandels auf die biologischen Umweltqualitätskomponenten der Wasserrahmenrichtlinie in Sachsen“ (Schneider et al. 2011b) in einer Projektdatenbank zusammengestellt wurden (Daten zu Fischen und Rundmäulern von 2000-2009; Daten aus Fischartenkataster, Biodatenbank der BfUL und Zentraler Artdatenbank des LfULG).

<sup>2</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 26.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen.

Drei der sieben klimasensitiven Fisch- und Rundmaularten werden im FFH-Feinmonitoring erfasst. Durch das Monitoring nach Wasserrahmenrichtlinie werden alle Arten erfasst. Zum Teil sind die Messstellen beider Programme deckungsgleich. Die angestrebte Stichprobenzahl wird mit Ausnahme der Quappe bei allen Arten erreicht. Die geringe Stichprobenzahl bei letztgenannter Art resultiert aus ihrer Seltenheit. Allerdings liegen viele der WRRL-Messstellen in unmittelbarer räumlicher Nähe zueinander, sodass in einigen Fällen nicht von unabhängigen Wiederholungen ausgegangen werden kann. Die aktuellen Verbreitungsgebiete der betrachteten Arten werden durch die genannten Erfassungsprogramme gut abgedeckt. Lediglich bei der Äsche und der Quappe bestehen kleinere Erfassungslücken, die aus Sicht eines Klimafolgenmonitorings abgedeckt werden sollten. Im Verbreitungsatlas der Fische des Freistaates Sachsen (FÜLLNER et al. 2005) werden für die Quappe noch Vorkommen in der Weißen Elster erwähnt. Sollte es sich um stabile Vorkommen handeln, sollten diese auch in das Monitoring einbezogen werden.

## Fazit

Fünf klimasensitive Fischarten werden durch bestehende Programme zahlenmäßig gut und räumlich repräsentativ erfasst. Die Erfassungszyklen des FFH-Monitorings und des WRRL-Monitorings (zwei Erfassungstermine im Abstand von drei Jahren) sind ausreichend.

### 3.5.6 Libellen

**Tabelle 33: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Libellenarten<sup>1</sup>**

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	Anzahl MTB	IS SaND <sup>2</sup>	FFH-LRT-Feinmonitoring-Flächen	FFH-Arten-Feinmonitoring-Flächen	Räumliche Erfassungslücken
<i>Aeshna affinis</i>	Südliche Mosaikjungfer		53				Gesamtes Areal
<i>Aeshna subarctica</i>	Hochmoor-Mosaikjungfer		5		2		Westerzgebirge, Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet
<i>Brachytron pratense</i>	Kleine Mosaikjungfer		75		3		Lössgefilde, Östliches Heidefeld
<i>Coenagrion lunulatum</i>	Mond-Azurjungfer		6				Gesamtes Areal
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Helm-Azurjungfer	FFH-II	2			1	Keine Erfassungslücken
<i>Coenagrion ornatum</i>	Vogel-Azurjungfer	FFH-II	2			1	Keine Erfassungslücken
<i>Crocothemis erythraea</i>	Feuerlibelle		39		1		Lössgefilde, Östliches Heidefeld, Östliche Oberlausitz
<i>Gomphus flavipes</i>	Asiatische Keiljungfer	FFH-IV	19			19	Dresdner Elbtalweitung
<i>Lestes barbarus</i>	Südliche Binsenjungfer		68				Gesamtes Areal
<i>Leucorrhinia albifrons</i>	Östliche Moosjungfer	FFH-IV	21		2	11	Keine Erfassungslücken
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	Zierliche Moosjungfer	FFH-IV	4			3	Oberlausitzer Bergbaurevier, Königsbrück-Ruhlander Heiden
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	Große Moosjungfer	FFH-II/IV	59	55	2	46	Keine Erfassungslücken
<i>Ophiogomphus cecilia</i> <sup>28</sup>	Grüne Keiljungfer	FFH-II/IV	97	44		32	Osterzgebirge
<i>Somatochlora alpestris</i>	Alpen-Smaragdlibelle		8		1		Westerzgebirge, Mittleres Erzgebirge
<i>Sympetrum flaveolum</i>	Gefleckte Heidelibelle		123				Gesamtes Areal
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Frühe Heidelibelle		31				Gesamtes Areal
<i>Sympetrum meridionale</i>	Südliche Heidelibelle		11				Gesamtes Areal

<sup>1</sup> Bearbeitungsstand:

FFH-Monitoringflächen: 09.01.2012

Anzahl MTB: Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 27.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen

FFH-LRT-Feinmonitoring dystropher Stillgewässer: 07.05.2010

WRRL-Messstellen (Biologische Qualitätskomponente): 22.07.2011

<sup>2</sup> in der Datenbank IS SaND verzeichnete Flächen mit Stand Juni 2012

Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Libellenarten vgl. Tab. 17 in Teil 1

<sup>28</sup> Diese Art wurde als Larve an 32 WRRL-Messstellen nachgewiesen (vgl. auch Kapitel 3.3.6).

Insgesamt elf der 17 als klimasensitiv eingestuften Libellenarten werden durch bestehende Monitoring-Programme erfasst (FFH-Artmonitoring, FFF-Feinmonitoring des LRT 3160 Dystrophe Stillgewässer, Monitoring nach WRRL). Die angestrebte Stichprobenzahl von 30 Monitoringflächen wird durch die laufenden Monitoring-Programme lediglich bei zwei Arten erreicht (Große Moosjungfer, Grüne Keiljungfer). Dies ist vor allem dem Umstand geschuldet, dass etwa die Hälfte der ausgewählten klimasensitiven Arten nur sehr wenige Fundpunkte in Sachsen aufweisen. Die oftmals räumlich eng begrenzten Verbreitungsgebiete dieser Arten sind in den meisten Fällen gut mit Monitoringflächen hinterlegt (z. B. Hochmoor-Mosaikjungfer *Aeshna subarctica*, Helm-Azurjungfer *Coenagrion mercuriale*, Vogel-Azurjungfer *Coenagrion ornatum*). Räumliche Erfassungslücken bestehen bei sechs der elf bereits erfassten Arten. So bestehen z. B. bei der Grünen Keiljungfer trotz einer hohen Stichprobenzahl und einer insgesamt guten räumlichen Abdeckung Erfassungslücken im klimatisch relevanten Osterzgebirge. Bei anderen Arten sind die Erfassungslücken größer, z. B. bei der in Ausbreitung befindlichen Feuerlibelle oder der an kühle Klimate angepassten Alpen-Smaraglibelle.

### Fazit

Vier klimasensitive Libellenarten (Helm-Azurjungfer *Coenagrion mercuriale*, Vogel-Azurjungfer *Coenagrion ornatum*, Östliche Moosjungfer *Leucorrhinia albifrons*, Große Moosjungfer *Leucorrhinia pectoralis*) werden durch bestehende Monitoring-Programme in ausreichender Zahl und räumlich repräsentativ erfasst. Die derzeitigen Erfassungszyklen (FFH-Artmonitoring: zwei bis drei aufeinanderfolgende Untersuchungsjahre innerhalb von sechs Jahren, FFF-Feinmonitoring des LRT 3160: ein bis zwei Jahre innerhalb von sechs Jahren, WRRL-Monitoring: drei Jahre) sind für ein Klimafolgenmonitoring jedoch nicht ausreichend, weil Libellen starke Populationsschwankungen zeigen, die bei einer Berechnung von Trends, aber auch bei der Berechnung von Indizes auf der Basis von Artengemeinschaften (z. B. CTI, siehe Kapitel 2.1.1) berücksichtigt werden müssen. Libellen sollten daher – wie die meisten anderen Insekten auch – in einem jährlichen Rhythmus erfasst werden.

### 3.5.7 Käfer

**Tabelle 34: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Käferarten**

Anzahl der FFH-Monitoringflächen: Stand vom 09.01.2012, Anzahl der Flächen in der IS SaND: Stand vom 11.06.2012

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	Anzahl MTB <sup>1</sup>	IS SaND	FFH-Feinmonitoring-Flächen	Räumliche Erfassungslücken
<i>Agonum ericeti</i>	Hochmoor-Glanzflächläufer		8			Gesamtes Areal
<i>Amara famelica</i>	Nordöstlicher Kamelläufer		13			Gesamtes Areal
<i>Amara infima</i>	Heide-Kanalläufer		4			Gesamtes Areal
<i>Badister meridionalis</i>	Bogenfleck-Wanderläufer		19			Gesamtes Areal
<i>Bembidion humerale</i>	Hochmoor-Ahlenläufer		8			Gesamtes Areal
<i>Bembidion nigricorne</i>	Nördlicher Ahlenläufer		8			Gesamtes Areal
<i>Bembidion octomaculatum</i>	Achtfleck-Ahlenläufer		6			Gesamtes Areal
<i>Brachinus crepitans</i>	Großer Bombardierkäfer		3			Gesamtes Areal
<i>Brachinus expulso</i>	Kleiner Bombardierkäfer		11			Gesamtes Areal
<i>Bradycellus caucasicus</i>	Heller Rundbauchläufer		32			Gesamtes Areal
<i>Bradycellus ruficollis</i>	Rothals-Rundbauchläufer		19			Gesamtes Areal
<i>Carabus menetriesi pacholei</i>	Hochmoor-Laufkäfer, Menetries Laufkäfer	FFH-II	2		2	Keine Erfassungslücken
<i>Carabus nitens</i>	Heide-Laufkäfer		4			Gesamtes Areal
<i>Cerambyx cerdo</i>	Heldbock	FFH-II/IV	15	9	14	Keine Erfassungslücken
<i>Graphoderus bilineatus</i>	Schmalbindiger Breitflügel-Tauchkäfer	FFH-II/IV	8	8	9	Keine Erfassungslücken
<i>Lucanus cervus</i>	Hirschkäfer	FFH-II	28	13	20	Keine Erfassungslücken
<i>Osmoderma eremita</i>	Eremit	FFH-II/IV	63	125	59	Keine Erfassungslücken
<i>Pterostichus ovoideus</i>	Flachäugiger Grabläufer		11			Gesamtes Areal
<i>Trechus rubens</i>	Ziegelroter Flinkläufer		10			Gesamtes Areal

<sup>1</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 25.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen. Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Käferarten vgl. Tab. 19 in Teil 1

Von den 19 als klimasensitiv identifizierten Käferarten werden fünf Arten im Rahmen des FFH-Monitorings erfasst. Für die übrigen Arten existiert derzeit kein Erfassungsprogramm. Die Stichprobenumfänge erreichen das angestrebte Maß nur in einem Fall (Eremit), sind jedoch gemessen an der Zahl der Fundpunkte der jeweiligen Art ausreichend groß. Die räumliche Abdeckung der gegenwärtigen Verbreitungsgebiete ist bei allen fünf Käferarten aus dem FFH-Monitoring sehr gut.

### Fazit

Fünf klimasensitive Käferarten werden durch bestehende Erfassungsprogramme in ausreichender Zahl und räumlich repräsentativ erfasst. Die Erfassungszyklen (zwei aufeinander folgende Jahre in einem Zeitraum von sechs Jahren bei Hochmoor-Laufkäfer, Heldbock, Schmalbindigem Breitflügeltauchkäfer, Hirschkäfer; sechs Jahre bei Eremit) sind allerdings recht lang. Insekten zeigen in der Regel starke jährliche Populationsschwankungen. Trendberechnungen auf Basis von Zeitreihen, die nur in einem Abstand von vier bis sechs Jahren erhoben wurden, sind daher nur über lange Zeiträume aussagekräftig. Aufgrund ihrer besonderen Lebensweise ist es zudem schwierig, für Heldbock, Hirschkäfer und Eremit gute Abundanzdaten zu ermitteln. Das derzeitige Methodenspektrum zur Erfassung dieser drei Arten ist sehr heterogen und unzureichend standardisiert (Recherchen, qualitative Besiedlungskontrollen, Suche nach Käferresten und Larven, Zählung frischer Schlupflöcher, Lebendnachweise). Auswirkungen von Klimawandeleffekten können aus diesem heterogenen Datenbestand kaum oder gar nicht abgeleitet werden.

### 3.5.8 Tagfalter

**Tabelle 35: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Tagfalterarten**

Anzahl der FFH-Monitoringflächen: Stand vom 09.01.2012

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	Anzahl MTB <sup>2</sup>	Anzahl der TMD-Transecte mit Daten	IS SaND Flächen	FFH-Monitoring-Flächen	Räumliche Erfassungslücken
<i>Aglais io</i>	Tagpfauenauge		166	65			Gesamtes Heideland, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Aglais urticae</i>	Kleiner Fuchs		162	54			Gesamtes Heideland, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Apatura ilia</i>	Kleiner Schillerfalter		95	7			Östliches Heideland, Mulde-Lösshügelland, Erzgebirgsbecken, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Apatura iris</i>	Großer Schillerfalter		94	4			Gesamtes Lössgefilde und Bergland
<i>Aphantopus hyperantus</i>	Schornsteinfeger		161	55			gesamtes Heideland, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Araschnia levana</i>	Landkärtchenfalter		157	55			Gesamtes Heideland, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Argynnis adippe</i>	Feuriger Perlmutterfalter		43				Gesamtes Areal
<i>Argynnis aglaja</i>	Großer Perlmutterfalter		86	7			Gesamtes Heideland, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Argynnis paphia</i>	Kaisermantel		134	17			Gesamtes Heideland, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Boloria aquilonaris</i>	Hochmoor-Perlmutterfalter		8	1			Mittleres Erzgebirge
<i>Brenthis ino</i>	Mädesüß-Perlmutterfalter		78	8			Gesamtes Heideland, Mulde-Lösshügelland, Erzgebirgsbecken
<i>Carterocephalus palaemon</i>	Gelbwürfeliges Dickkopffalter		120				Gesamtes Areal
<i>Coenonympha glycerion</i>	Rotbraunes Wiesenvögelchen		55	1			Östliches Heideland, Vogtland, Mittleres Erzgebirge
<i>Coenonympha tullia</i>	Großes Wiesenvögelchen		6	3			Östliches Heideland
<i>Colias crocea</i>	Wander-Gelbling		84	14			Gesamtes Heideland, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Colias palaeno</i>	Hochmoor-Gelbling		8	1			Mittleres Erzgebirge, Westerbirge
<i>Cupido minimus</i>	Zwerg-Bläuling		14				Gesamtes Areal
<i>Erebia ligea</i>	Weißbindiger Mohrenfalter		27	3			Gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Erebia medusa</i>	Rundaugen-Mohrenfalter		34	3			Gesamtes Bergland <sup>1</sup>

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	Anzahl MTB <sup>2</sup>	Anzahl der TMD-Transekte mit Daten	IS SaND Flächen	FFH-Monitoring-Flächen	Räumliche Erfassungslücken
<i>Euphydryas maturna</i>	Eschen-Scheckenfalter	FFH-II/IV	1			2	Keine Erfassungslücken
<i>Hesperia comma</i>	Komma-Dickkopffalter		38				Gesamtes Areal
<i>Hipparchia semele</i>	Ockerbindiger Samtfalter		34				Gesamtes Areal
<i>Hipparchia statilinus</i>	Eisenfarbener Samtfalter		17				Gesamtes Areal
<i>Hyponphele lycaon</i>	Kleines Ochsenauge		24				Gesamtes Areal
<i>Iphiclides podalirius</i>	Segelfalter		34	8			Elbe-Elster-Niederung, Östliches Heideland
<i>Issoria lathonia</i>	Kleiner Perlmutterfalter		158	41			Gesamtes Heideland, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Limenitis camilla</i>	Kleiner Eisvogel		13				Gesamtes Areal
<i>Limenitis populi</i>	Großer Eisvogel		75	4			Östliches Heideland, Erzgebirgsbecken, gesamtes Bergland
<i>Lycaena alciphron</i>	Violetter Feuerfalter		32	1			Östliches Heideland, Vogtland, Osterzgebirge
<i>Lycaena dispar</i>	Großer Feuerfalter	FFH-II/IV	29	2	18	12	Keine Erfassungslücken
<i>Lycaena hippothoe</i>	Lilagold-Feuerfalter		27	2			Gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Lycaena tityrus</i>	Brauner Feuerfalter		130	19			Gesamtes Heideland, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Lycaena virgaureae</i>	Dukaten-Feuerfalter		87	6			Gesamtes Heideland, Mulde-Lösshügelland, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Maculinea nausithous</i>	Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling	FFH-II/IV	85	9	209	32	Düben-Dahleener Heide
<i>Maculinea teleius</i>	Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling	FFH-II/IV	26		25	13	Keine Erfassungslücken
<i>Melanargia galathea</i>	Schachbrettfalter		156	45			Gesamtes Heideland, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Melitaea athalia</i>	Wachtelweizen-Scheckenfalter		80	2			Gesamtes Heideland, Vogtland, Westerbirge
<i>Nymphalis antiopa</i>	Trauermantel		144	11			Gesamtes Heideland, Westliches Lössgefilde, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Plebejus optilete</i>	Hochmoor-Bläuling		7				Gesamtes Areal
<i>Polyommatus amandus</i>	Vogelwicken-Bläuling		86	8			Gesamtes Heideland, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Polyommatus coridon</i>	Silbergüner Bläuling		8	1			östliches Heideland
<i>Polyommatus semiargus</i>	Rotklee-Bläuling		36	1			Östliches Heideland, gesamtes Bergland <sup>1</sup>
<i>Pontia edusa</i>	Östlicher Resedaweißling		102	17			Gesamtes Heideland
<i>Pseudophilotes vicrama</i>	Östlicher Quendel-Bläuling		4				Gesamtes Areal
<i>Scolitantides orion</i>	Fetthennen-Bläuling		20	2			Lössgefilde, Vogtland

<sup>1</sup> die Art wird im gesamten Bergland nicht oder nicht repräsentativ erfasst, Ausnahmen gibt es im Mittleren Erzgebirge, Oberlausitzer Bergland und Vogtland, da hier einige wenige TMD-Transekte liegen (vgl. Abbildung 48)

<sup>2</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 25.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen. Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Tagfalterarten vgl. Tab. 18 in Teil 1

Von den 45 klimasensitiven Tagfalterarten werden vier Arten im FFH-Artmonitoring erfasst. Auf den Transekten des Tagfalter-Monitorings existieren Nachweise von 33 klimasensitiven Arten. Bei den FFH-Anhangsarten ist die Stichprobenzahl in vier Fällen gut (Totalzensus für *Euphydryas maturna*, *Lycaena dispar* und *Maculinea teleius*, Stichprobe für *Maculinea nausithous*). Sechs Arten wurden auf mehr als 30 Transekten des Tagfalter-Monitorings nachgewiesen.

Die räumliche Abdeckung der durch das FFH-Monitoring erfassten Arten ist bei drei Arten gut. Beim Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Maculinea nausithous*) existiert eine Erfassungslücke im nördlichen Teil des sächsischen Verbreitungsgebietes. Der Große Feuerfalter (*Lycaena dispar*) befindet sich derzeit in Ausbreitung nach Westen. Eventuelle Neukolonisierungen am westlichen Verbreitungsrand müssten im Monitoring Berücksichtigung finden.

Durch das Tagfalter-Monitoring werden weite Teile der Landesfläche gut berücksichtigt (s. Abbildung 48). Dazu gehören das Leipziger Land, Mulde-Lösshügelland, Mittelsächsische Lösshügelland, Dresdener Elbtalweitung und Westlausitzer Hügel- und Bergland. Erfassungslücken bestehen mit wenigen Ausnahmen im gesamten Mittelgebirgsraum, im östlichen Heide- und in der Östlichen Oberlausitz und der Düben-Dahleener Heide. Diese Einschränkung muss immer beachtet werden, wenn zu Bestandsänderungen von Einzelarten oder zu Veränderungen des Community Temperature Index (CTI) (Kapitel 2.1.1) Aussagen getroffen werden. Durch eine Erhöhung der Transektzahl insbesondere in den genannten Gebieten könnte eine bessere Erfassung der häufigen klimasensitiven Tagfalterarten erreicht werden. Seltene klimasensitive Arten (z. B. Hochmoorgebling *Colias palaeno*, Fetthennen-Bläuling *Scolitanides orion*) können nur im Rahmen eines gezielten Artmonitorings ausreichend gut erfasst werden.

### Fazit

Drei klimasensitive Arten werden in bestehenden Erfassungsprogrammen zahlenmäßig und räumlich repräsentativ erfasst. Aussagen zu häufigen klimasensitiven Arten und Berechnungen des Community Temperature Index (CTI) auf Basis von Daten des Tagfalter-Monitorings (TMD) sind möglich, aber unter Beachtung der o. g. Einschränkungen (Erfassungslücken) zu interpretieren. Der Erhebungszyklus des Tagfalter-Monitorings (idealerweise wöchentliche Begehungen während der Flugsaison in jedem Jahr) ist sehr gut. Die Erfassungszyklen im Rahmen des FFH-Monitorings (zwei bis drei aufeinanderfolgende Erfassungsjahre innerhalb eines Zeitraumes von sechs Jahren) sind für Insekten im Hinblick auf ein Klimawandel-Biodiversitätsmonitoring zu grob. D. h., um statistisch belastbare Aussagen über die Effekte des Klimawandels auf Insektenpopulationen treffen zu können, sind die Erfassungszyklen hier zeitlich nicht dicht genug.

### 3.5.9 Schrecken

**Tabelle 36: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Schreckenarten**

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	Anzahl MTB <sup>1</sup>	Räumliche Erfassungslücken
<i>Chorthippus mollis</i>	Verkannter Grashüpfer		83	Gesamtes Areal
<i>Chorthippus vagans</i>	Steppengrashüpfer		6	Gesamtes Areal
<i>Isophya kraussii</i>	Plumpschrecke		8	Gesamtes Areal
<i>Metrioptera bicolor</i>	Zweifarbige Beißschrecke		11	Gesamtes Areal
<i>Phaneroptera falcata</i>	Gemeine Sichelschrecke		99	Gesamtes Areal
<i>Tetrix ceperoi</i>	Westliche Dornschrecke		20	Gesamtes Areal
<i>Tettigonia cantans</i>	Zwitscherschrecke		113	Gesamtes Areal

<sup>1</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 26.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen. Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Schrecken vgl. Tab. 20 in Teil 1 der Schriftenreihe

Es werden keine Schreckenarten in bestehenden, hier einbezogenen und ausgewerteten Monitoring-Programmen erfasst. Erfassungen finden im Rahmen von AuW-Maßnahmen des EPLR statt (Kapitel 3.3.7). Ihre kontinuierliche Weiterführung über 2014 hinaus, die Voraussetzung für längerfristige Analysen klimabedingter Veränderungen wäre, ist derzeit jedoch nicht gesichert.

### 3.5.10 Sonstige Arthropoden

**Tabelle 37: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven sonstigen Arthropoden**

Anzahl der FFH-Monitoringflächen: Stand vom 09.01.2012

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	Anzahl MTB <sup>1</sup>	IS SaND	FFH-Feinmonitoring-Flächen	Räumliche Erfassungslücken
<i>Arctosa cinerea</i>	Sand-Wolfsspinne		1			Gesamtes Areal
<i>Astacus astacus</i>	Edelkrebs	FFH-V	75			Gesamtes Areal
<i>Austropotamobius torrentium</i>	Steinkrebs	FFH II/V	1		1	Keine Erfassungslücken
<i>Lasius jensi</i>			1			Gesamtes Areal

<sup>1</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 26.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen. Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Sonstigen Arthropoden vgl. Tab. 20 in Teil 1

Von vier klimasensitiven sonstigen Arthropodenarten wird eine Art (Steinkrebs) im FFH-Monitoring erfasst. Es handelt sich um ein Vorkommen, das einem Totalzensus unterliegt. Normalerweise sind Arten, die nur in isolierten Einzelpopulationen vorkommen, nicht geeignet, repräsentative Aussagen zu klimabedingten Veränderungen der Biodiversität abzuleiten, weil solche Arten besonders durch Zufallsereignisse, Störungen und sonstige Ereignisse auf lokaler Skala beeinflusst werden (siehe auch Kapitel 3.5.14). Trotzdem wurden solche Arten in die Vorschlagslisten für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität aufgenommen, sofern sie sehr klimasensitiv sind oder wenn mit starken Ausbreitungen zu rechnen ist oder ein hohes naturschutzfachliches/fachpolitisches Interesse an der Art besteht (z. B. FFH-Art).

### Fazit

Eine der vier vorausgewählten sonstigen klimasensitiven Arthropodenarten wird durch das FFH-Monitoring sowohl zahlenmäßig als auch räumlich repräsentativ erfasst. Der Erfassungszyklus (drei Jahre) ist ausreichend, weil die Art mit bis zu 15 Jahren Lebenserwartung (RENZ 1998) relativ langlebig ist.

### 3.5.11 Weichtiere

**Tabelle 38: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Schnecken und Muscheln**

Anzahl der FFH-Monitoringflächen: Stand vom 09.01.2012

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	Anzahl MTB <sup>1</sup>	IS SaND	FFH-Fein-monitoring-Flächen	WRRL-Messstellen	Räumliche Erfassungslücken
<i>Anisus spirorbis</i>	Gelippte Tellerschnecke		9				Gesamtes Areal
<i>Gyraulus laevis</i>	Glattes Posthörnchen		8				Gesamtes Areal
<i>Gyraulus rossmaessleri</i>	Rossmässlers Posthörnchen		2				Gesamtes Areal
<i>Helix pomatia</i>	Weinbergschnecke	FFH-V	69				Gesamtes Areal
<i>Margaritifera margaritifera</i>	Flussperlmuschel	FFH-II/V	3		4		Keine Erfassungslücken
<i>Omphiscola glabra</i>	Längliche Sumpfschnecke		3				Gesamtes Areal
<i>Sphaerium rivicola</i>	Flusskugelmuschel		5			25	Elbe-Elster-Niederung, Pleiße-Einzugsgebiet bei Frohburg
<i>Unio pictorum</i>	Malermuschel		2				Gesamtes Areal
<i>Unio tumidus</i>	Große Flussmuschel		7				Gesamtes Areal
<i>Vertigo angustior</i>	Schmale Windelschnecke	FFH-II	11	4	13		Keine Erfassungslücken
<i>Vertigo moulinsiana</i>	Bauchige Windelschnecke	FFH-II	3	2	6		Keine Erfassungslücken
<i>Viviparus viviparus</i>	Stumpfe Flussdeckelschnecke		5				Gesamtes Areal

<sup>1</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 27.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen. Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Weichtiere vgl. Tab. 20 in Teil 1

Von den elf als klimasensitiv eingestuftten Molluskenarten werden drei (Flussperlmuschel, Schmale Windelschnecke, Bauchige Windelschnecke) regelmäßig im FFH-Monitoring erfasst. Eine Art wurde in der Makrozoobenthos-Erfassung an Probestellen des Monitorings nach Wasserrahmenrichtlinie nachgewiesen. Für die drei im FFH-Monitoring erfassten Arten ist aufgrund ihrer geringen landesweiten Verbreitung ein Totalzensus vorgesehen. Die Stichprobenzahl für die Flusskugelmuschel liegt knapp unter der angestrebten Zahl von 30 Flächen. Die genannten vier Arten werden durch die bestehenden Erfassungsprogramme räumlich repräsentativ abgedeckt. Lediglich die Vorkommen der Flusskugelmuschel im Bereich der Elbe-Elster-Niederung und im Pleiße-Einzugsgebiet bei Frohburg sind nicht berücksichtigt.

### Fazit

Drei klimasensitive Weichtierarten (Flussperlmuschel, Schmale Windelschnecke, Bauchige Windelschnecke) werden von den bestehenden Programmen in ausreichender Zahl und räumlich repräsentativ erfasst. Der Erfassungszyklus von sechs Jahren ist jedoch sehr lang. Trendberechnungen werden erst nach einem langen Zeitraum möglich.

### 3.5.12 Pflanzen

Tabelle 39: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Gefäßpflanzen

Art (lat.)	Art (dt.)	Status <sup>1</sup>	Vorkommen in Sachsen (Nachweise ab 1990)		FFH II/IV/V	Monitoring-Priorität (UFZ) <sup>2</sup>	FFH-FM <sup>3</sup>	VA <sup>4</sup>	Räumliche Erfassungslücken
			Anzahl von MTB <sup>5</sup>	Anzahl von MTB-Q <sup>5</sup>					
<i>Aconitum variegatum</i>	Bunter Eisenhut	Indigen	36	67		Sehr hoch		1	Mittelsächsisches Lösshügelland, Osterzgebirge, Elbsandsteingebirge, Mittleres Erzgebirge
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Gewöhnliche Rosskastanie	Nicht eingebürgerter Neophyt	173	538		Hoch <sup>6</sup>		12	Gesamtes Areal außer Vogtland und westliches Lössgefilde
<i>Agrimonia procera</i>	Großer Odermennig	Indigen	27	30		Gering			Gesamtes Areal
<i>Ailanthus altissima</i>	Götterbaum	Eingebürgerter Neophyt	23	40		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Beifußblättriges Traubenkraut	Eingebürgerter Neophyt	54	73		Hoch			Gesamtes Areal
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Echte Bärentraube	Indigen	5	7		Gering			Gesamtes Areal
<i>Arnica montana</i>	Arnika	Indigen	66	155	FFH-V	Sehr hoch		6	Östliches Heideland, gesamtes Bergland
<i>Artemisia annua</i>	Einjähriger Beifuß	Nicht eingebürgerter Neophyt	7	11		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Aruncus dioicus</i>	Wald-Geißbart	Indigen	91	229		Gering <sup>6</sup>		14	Gesamtes Lössgefilde, Vogtland, Westerzgebirge, Osterzgebirge, Oberlausitzer Bergland, Zittauer Gebirge
<i>Asplenium adulterinum</i>	Braungrüner Streifenfarne	Indigen	3	4	FFH-II/IV	Hoch <sup>6</sup>	10	1	Keine Erfassungslücken
<i>Atriplex sagittata</i>	Glanz-Melde	Wahrscheinlich Archäophyt	156	454		Hoch		2	Gesamtes Areal außer Düben-Dahleener Heide
<i>Bromus inermis</i>	Unbegrante Trespe	Indigen	176	548		Hoch		14	Östliches Heideland, nahezu gesamtes Lössgefilde und Bergland
<i>Bunias orientalis</i>	Orientalische Zackenschote	Eingebürgerter Neophyt	62	94		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	Behaarter Kälberkropf	Indigen	118	364		Gering <sup>6</sup>		23	Vogtland, Osterzgebirge, Zittauer Gebirge, Gesamtes Lössgefilde außer Dresdener Elbtalweitung
<i>Chaerophyllum temulum</i>	Taumel-Kälberkropf	Indigen	156	424		Gering <sup>6</sup>		15	Östliches Heideland, Gesamtes Lössgefilde außer Östliche Lausitz, gesamtes Bergland
<i>Cicerbita alpina</i>	Alpen-Milchlattich	Indigen	22	49		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Coleanthus subtilis</i>	Scheidenblütgras	Indigen	12	18	FFH-II/IV	Hoch	26		Keine Erfassungslücken
<i>Cornus mas</i>	Kornelkirsche	Eingebürgerter Neophyt	34	50		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Cytisus scoparius</i>	Besenginster	indigen	174	548		Gering <sup>6</sup>		10	Gesamtes Areal außer Elbe-Elster-Niederung, Königsbrück-Ruhlander Heiden, Nordsächsisches Platten- und Hügelland und Mittleres Erzgebirge
<i>Diphasiastrum alpinum</i>	Alpen-Flachbärlapp	Indigen	2	2	FFH-V	Sehr hoch			Gesamtes Areal

Art (lat.)	Art (dt.)	Status <sup>1</sup>	Vorkommen in Sachsen (Nachweise ab 1990)		FFH II/IV/V	Monitoring-Priorität (UFZ) <sup>2</sup>	FFH-FM <sup>3</sup>	VA <sup>4</sup>	Räumliche Erfassungslücken
			Anzahl von MTB <sup>5</sup>	Anzahl von MTB-Q <sup>5</sup>					
<i>Diphasiastrum complanatum</i>	Gewöhnlicher Flachbärlapp	Indigen	26	32	FFH-V	Hoch			Gesamtes Areal
<i>Diphasiastrum issleri</i>	Isslers Flachbärlapp	Indigen	8	10	FFH-V	Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Diphasiastrum tristachyum</i>	Zypressen Flachbärlapp	Indigen	8	12	FFH-V	Hoch			Gesamtes Areal
<i>Diphasiastrum zeilleri</i>	Zeillers Flachbärlapp	Indigen	10	12	FFH-V	Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Diploxys tenuifolia</i>	Schmalblättriger Doppelsame	Eingebürgerter Neophyt	104	200		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Echinocystis lobata</i>	Stachelgurke	Nicht eingebürgerter Neophyt	13	15		Gering			Gesamtes Areal
<i>Gentiana asclepiadea</i>	Schwalbenwurz-Enzian	Eingebürgerter Neophyt	4	5		Gering			Gesamtes Areal
<i>Hedera helix</i>	Gewöhnlicher Efeu	Indigen	168	537		Hoch <sup>b</sup>		40	Düben-Dahlener Heide, Erzgebirgsbecken, Mulde-Lösshügelland, Mittelsächsisches Hügelland, Erzgebirge
<i>Hesperis matronalis</i>	Gewöhnliche Nachtviole	Eingebürgerter Neophyt	141	328		Gering			Gesamtes Areal
<i>Homogyne alpina</i>	Grüner Alpenlattich	Indigen	8	18		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Huperzia selago</i>	Tannen-Bärlapp	Indigen	33	44	FFH-V	Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Ilex aquifolium</i>	Stechpalme	Nicht eingebürgerter Neophyt	6	7		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Impatiens glandulifera</i>	Drüsiges Springkraut	Eingebürgerter Neophyt	167	490		Hoch <sup>b</sup>		47	Östliches Heideland, fast gesamtes Lössgefülle, Vogtland, Mittleres Erzgebirge, Zittauer Gebirge
<i>Juglans regia</i>	Echte Walnuss	Nicht eingebürgerter Neophyt	16	21		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Lactuca virosa</i>	Gift-Lattich	Eingebürgerter Neophyt	4	4		Hoch			Gesamtes Areal
<i>Lamium galeobdolon</i>	Gewöhnliche Goldnessel	Indigen	159	432		Gering <sup>b</sup>		68	Ostthüringisches Lösshügelland, Erzgebirgsbecken, Mulde-Lösshügelland, Mittelsächsisches Lösshügelland, Westlausitzer Hügel- und Bergland
<i>Ligustrum vulgare</i>	Liguster	Indigenat unsicher, z. T. synanthrop	150	401		Gering		4	Gesamtes Areal außer Vogtland und Berbaurevier Südraum Leipzig
<i>Lindernia procumbens</i>	Liegendes Büchsenkraut	Indigen	5	8	FFH-IV	Hoch <sup>b</sup>	7		Keine Erfassungslücken
<i>Linnaea borealis</i>	Moosglöckchen	Indigen	1	1		Gering			Gesamtes Areal
<i>Lonicera nigra</i>	Schwarze Heckenkirsche	Indigen	55	132		Sehr hoch		2	Erzgebirgsbecken, gesamtes Bergland außer Vogtland
<i>Lonicera periclymenum</i>	Deutsches Geißblatt	Indigen	101	181		Gering			Gesamtes Areal
<i>Luronium natans</i>	Froschkraut	Indigen	10	13	FFH-II/IV	Sehr hoch	12	1	Keine Erfassungslücken

Art (lat.)	Art (dt.)	Status <sup>1</sup>	Vorkommen in Sachsen (Nachweise ab 1990)		FFH II/IV/V	Monitoring-Priorität (UFZ) <sup>2</sup>	FFH-FM <sup>3</sup>	VA <sup>4</sup>	Räumliche Erfassungslücken
			Anzahl von MTB <sup>5</sup>	Anzahl von MTB-Q <sup>5</sup>					
<i>Luzula sudetica</i>	Sudeten-Hainsimse	Indigen	7	10		Hoch			Gesamtes Areal
<i>Lycopodiella inundata</i>	Sumpf-Bärlapp	Indigen	26	35	FFH-V	Hoch			Gesamtes Areal
<i>Lycopodium annotinum</i>	Sprossender Bärlapp	Indigen	41	56	FFH-V	Hoch			Gesamtes Areal
<i>Lycopodium clavatum</i>	Keulen-Bärlapp	Indigen	117	236	FFH-V	Hoch		2	Gesamtes Areal
<i>Moneses uniflora</i>	Moosauge	Indigen	31	54		Gering			Gesamtes Areal
<i>Onopordum acanthium</i>	Gewöhnliche Eselsdistel	Archäophyt, im Bergland Neophyt	141	367		Hoch			Gesamtes Areal
<i>Petasites albus</i>	Weißer Pestwurz	Indigen	94	212		Sehr hoch		1	Gesamtes Areal außer Zittauer Gebirge
<i>Phyteuma nigrum</i>	Schwarze Teufelskralle	indigen	59	143		Gering		1	Gesamtes Areal außer Mittleres Erzgebirge
<i>Picea abies</i>	Europäische Fichte	Indigen, gebietsweise synanthrop	168	548		Hoch		79	Westliches und mittleres Lössgefilde <sup>7</sup> , Hochlagen des Mittleren Erzgebirges
<i>Pinguicula vulgaris</i>	Gemeines Fettkraut	Indigen	33	47		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Poa chaixii</i>	Wald-Rispengras	Indigen	77	140		Hoch			Gesamtes Areal
<i>Polygala chamaebuxus</i>	Zwergbuchs	Indigen	5	10		Hoch			Gesamtes Areal
<i>Prenanthes purpurea</i>	Purpur-Hasenlattich	Indigen	84	229		Sehr hoch		17	Vogtland, Westerzgebirge, Mittleres Erzgebirge
<i>Prunus mahaleb</i>	Steinweichsel	Eingebürgerter Neophyt	70	130		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Pseudofumaria lutea</i>	Gelber Lerchensporn	Eingebürgerter Neophyt	83	133		Gering			Gesamtes Areal
<i>Quercus rubra</i>	Rot-Eiche	Eingebürgerter Neophyt	173	551		Hoch <sup>6</sup>		26	Östliches Heidefeld, Mulde-Lösshügelland, Mittelsächsisches Hügelland, Westlausitzer Hügel- und Bergland, gesamtes Bergland außer Elbsandsteingebirge
<i>Rubus saxatilis</i>	Steinbeere	Indigen	28	36		Gering			Gesamtes Areal
<i>Rumex arifolius</i>	Gebirgs-Sauerampfer	Indigen	6	9		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Salvinia natans</i>	Gemeiner Schwimmpflanz	Nicht eingebürgerter Neophyt	3	3		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Senecio hercynicus</i>	Harz-Greiskraut	Indigen	15	25		Hoch			Gesamtes Areal
<i>Senecio inaequidens</i>	Schmalblättriges Greiskraut	Eingebürgerter Neophyt	41	54		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Senecio vernalis</i>	Frühlings-Greiskraut	Eingebürgerter Neophyt	153	429		Hoch		3	Gesamtes Areal außer Elbe-Elster-Niederung und Nordsächsisches Platten- und Hügelland
<i>Streptopus amplexifolius</i>	Stängelumfassender Knotenfuß	Indigen	4	5		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Teucrium scorodonia</i>	Salbei-Gamander	Indigen	96	174		Gering			Gesamtes Areal
<i>Thlaspi caerulescens</i>	Gebirgs-Hellerkraut	Indigen	124	315		Gering			Gesamtes Areal
<i>Trichomanes speciosum</i>	Prächtiger Dünnpflanz	Indigen	7	12	FFH-II/IV	Hoch	60		Keine Erfassungslücken
<i>Trientalis europaea</i>	Europäischer Siebenstern	Indigen	115	262		Hoch		4	Gesamtes Areal außer Westerzgebirge und Osterzgebirge

Art (lat.)	Art (dt.)	Status <sup>1</sup>	Vorkommen in Sachsen (Nachweise ab 1990)		FFH II/IV/V	Monitoring-Priorität (UFZ) <sup>2</sup>	FFH-FM <sup>3</sup>	VA <sup>4</sup>	Räumliche Erfassungslücken
			Anzahl von MTB <sup>5</sup>	Anzahl von MTB-Q <sup>5</sup>					
<i>Ulex europaeus</i>	Stechginster	Eingebürgerter Neophyt	16	17		Sehr hoch			Gesamtes Areal
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Rauschbeere	Indigen	43	79		Hoch		12	Oberlausitzer Bergbaurevier, Königsbrück-Ruhlander heiden, Vogtland, Ostergebirge
<i>Valeriana sambucifolia</i>	Holunderblättriger Baldrian	Indigen	97	379		Hoch		8	Östliches Heidefeld, gesamtes Lössgefülle, gesamtes Bergland außer Elbsandsteingebirge
<i>Viola biflora</i>	Zweiblütiges Veilchen	Indigen	5	6		Sehr hoch			Gesamtes Areal

Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Gefäßpflanzen vgl. Tab. 21 in Teil 1

<sup>1</sup> nach HARDTKE & IHL (2000)

<sup>2</sup> Diese Einschätzung ist eine nochmalige Gewichtung der Klimasensitivität innerhalb der vorausgewählten klimasensitiven Arten. Die Priorisierung für ein Monitoring basiert aber auch auf weiteren Kriterien (v. a. ob diese Arten schon in laufenden Monitoring-Programmen untersucht werden). D. h. in einem Monitoring Klimawandel und Biodiversität können demnach auch geringer klimasensitive Arten eingebunden werden, wenn diese schon systematisch erfasst werden (z. B. FFH-Arten). Dies hat fachliche (Zurückgreifen auf z. T. bereits längere Datenreihen) und finanzielle Vorteile (Nutzung ohnehin erfasster Daten, Neuanlage von Monitoringflächen kann reduziert werden).

<sup>3</sup> Anzahl der FFH-Monitoringflächen: Stand vom 09.01.2012

<sup>4</sup> Anzahl Vegetationsaufnahmen aus IS SaND (FFH-LRT-Feinmonitoringflächen): Abfragestand vom 06.06.2012 (IS SaND Access Datenbank des LfULG)

<sup>5</sup> Berücksichtigt wurden alle Nachweise ab 1990. In der Summe gibt es 188 MTB (TK 25) und 665 Messtischblattquadranten (MTB-Q) in Sachsen. Nach Angaben der Zentralen Artdatenbank vom 27.02.2013. **Die Angaben stellen nur Orientierungswerte dar. Aufgrund von diversen Unsicherheiten bei der Datenqualität und Datenbankabfrage dürfen die Zahlenangaben, auch wenn sie eine hohe Genauigkeit vortäuschen, nicht für wissenschaftliche Zwecke weiterverwendet werden!**

<sup>6</sup> Diese im Rahmen der Vegetationsaufnahmen des FFH-(LRT-)Feinmonitorings erfassten Arten sind vom UFZ als weniger klimasensitiv eingestuft worden (im Vergleich mit den anderen ausgewählten Arten), jedoch aufgrund der schon systematischen Erfassung für ein Monitoring gut geeignet.

<sup>7</sup> Die Vorkommen der Fichte im Lössgefülle gehen auf forstliche Aktivitäten zurück (HARDTKE & IHL 2000). Das natürliche Verbreitungsgebiet der Art im Bergland und im Tiefland der Lausitz ist durch die Vegetationsaufnahmen des FFH-LRT-Monitorings einigermaßen gut abgedeckt. In gepflanzten Beständen kann die Fichte sich auch verjüngen (Diasporendruck). Deshalb wäre ein Monitoring der Spontanverjüngung generell interessant. Die spontane Verjüngung müsste in niederen Lagen deutlich abnehmen oder ausbleiben. Aufgrund der forstlichen Verwendung der Fichte sollten sich die Beobachtungsflächen auf Flächen, die dem potenziellen natürlichen Areal der Fichte entsprechen, konzentrieren (besonders im LRT 9410 Fichtenwälder, 91D4 Fichten-Moorwälder sowie auf montanen und hochmontanen Flächen des LRT 9110 Hainsimsen-Buchenwälder; vgl. auch Anmerkungen in Kapitel 3.1.3 und Karte der potenziellen natürlichen Vegetation Sachsens in SCHMIDT et al. 2002).

Von den 73 als klimasensitiv eingestufteten Gefäßpflanzenarten unterliegen fünf Arten dem FFH-Feinmonitoring (Braungrüner Streifenfarn *Asplenium adnigrum*, Scheidenblütgras *Coleanthus subtilis*, Liegendes Büchsenkraut *Lindernia procumbens*, Froschkraut *Luronium natans*, Prächtiger Dünnpfarn *Trichomanes speciosum*), weil es sich um Arten des Anhangs II und/oder IV der FFH-Richtlinie handelt. Diese werden aufgrund ihrer geringen Verbreitung in Sachsen (vgl. geringe Anzahl der besetzten MTB und MTB-Quadranten in Tabelle 39) jeweils im Totalzensus erfasst, sodass eine sehr gute zahlenmäßige und räumliche Repräsentanz zu verzeichnen ist. Daneben existieren für 26 Arten Nachweise aus den Vegetationsaufnahmeflächen des Feinmonitorings der FFH-Lebensraumtypen. Allerdings bleibt die Anzahl dieser Nachweise außer bei vier Arten (*Hedera helix*, *Impatiens glandulifera*, *Lamium galeobdolon* und *Picea abies*) hinter der Stichprobengröße von 30 zurück, die für artbezogene Aussagen notwendig wäre. Eine Überprüfung der räumlichen Repräsentanz dieser Arten sowie weiterer Arten mit Stichprobengrößen über zehn zeigte eine unzureichende Abdeckung ihrer sächsischen Verbreitung.

Durch das LRT-Feinmonitoring fallen zukünftig kontinuierlich auf identischen oder zumindest vergleichbaren Probeflächen in den LRT Vegetationsaufnahmen an, die z. T. auch klimasensitive Pflanzenarten enthalten. Dadurch ergeben sich Zeitreihen, aus denen Veränderungen der Stetigkeiten und Artmächtigkeiten bestimmter Arten auf der Zeitachse analysiert werden können, sowohl artbezogen über alle LRT hinweg als auch LRT-spezifisch. In einem Monitoring Klimawandel und Biodiversität sollten auch noch weitere Möglichkeiten der Auswertung von vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen, wie sie das LRT-Feinmonitoring zukünftig ermöglicht, genutzt werden (z. B. Berechnung bestimmter Indizes, Anwendung statistischer Methoden,

die Entwicklungen aufzeigen und absichern, s. a. Kapitel 2.1.4). In dem vorliegenden FuE-Vorhaben war die Auswertung von Vegetationsaufnahmen aus dem FFH-Monitoring noch nicht sinnvoll, weil die Zeitreihen noch zu kurz sind. Für die Monitoringflächen liegen jeweils erst ein oder zwei Erfassungsdurchgänge vor, was noch zu wenig ist, um Trendaussagen zu treffen. Hierzu sollten mindestens drei Datensets für die einzelnen Monitoringflächen verfügbar sein.

### Fazit

Fünf klimasensitive Gefäßpflanzenarten werden durch das FFH-Artmonitoring sowohl zahlenmäßig als auch räumlich repräsentativ abgedeckt. Die Vegetationsaufnahmeflächen des FFH-Lebensraumtypenmonitorings geben hingegen nach dem derzeit vorliegenden unvollständigen Material (Eingabestand: 07.06.2012) kein repräsentatives Bild der dort nachgewiesenen Arten ab. Diese Daten können aber genutzt werden, um Veränderungen der Artengemeinschaften zu dokumentieren (siehe Kapitel 2.1.4).

Die Erhebungsfrequenz des FFH-Artmonitorings (zwei aufeinanderfolgende Untersuchungsjahre innerhalb eines Berichtszeitraumes von sechs Jahren) und des LRT-Feinmonitorings (sechs Jahre) lässt Berechnungen von Bestandstrends allerdings nur über lange Zeiträume zu und ist daher für ein Klimafolgenmonitoring nicht ausreichend. Beim LRT-Monitoring ist allerdings eine Differenzierung der Aussage sinnvoll, denn in LRT, in denen sich Veränderungen der Bodenvegetation eher langsam vollziehen (z. B. manche Wälder), kann eine Erhebung aller sechs Jahre auch ausreichend sein.

**Tabelle 40: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Flechtenarten**

Art (lat.)	Art (dt.)	Anzahl MTB <sup>1</sup>	FFH	FFH-Feinmonitoring-Flächen	Anzahl Vegetationsaufnahmen aus IS SaND (FFH-LRT-Feinmonitoringflächen)*
<i>Cladonia arbuscula</i>	Einseitwendige Rentierflechte	29	FFH-V		1
<i>Cladonia ciliata</i>	Zarte Rentierflechte	17	FFH-V		
<i>Cladonia portentosa</i>	Graue Rentierflechte	27	FFH-V		2
<i>Cladonia rangiferina</i>	Echte Rentierflechte	14	FFH-V		
<i>Flavoparmelia caperata</i>	Caperattflechte	11			
<i>Physconia grisea</i>	Graue Physconie	15			
<i>Punctelia subrudecta</i>	Punktierte Schüsselflechte	21			

\*Stand: 06.06.2012

<sup>1</sup> nach Angaben von Andreas Gnüchtel per E-Mail vom 27.02.2013, Funde ab 1990

Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Flechtenarten vgl. Tab. 21 in Teil 1

Klimasensitive Flechtenarten werden durch bestehende Monitoringprogramme nur unzureichend erfasst. Aufgrund der eingeschränkten Datenlage zu Flechten in der Zentralen Artdatenbank des LfULG zur Bearbeitungszeit des vorliegenden FuE-Vorhabens können derzeit keine Aussagen zur räumlichen Abdeckung getroffen werden. Die Erhebungsfrequenz der Vegetationsaufnahmen im LRT-Feinmonitoring (sechs Jahre) lässt Berechnungen von Bestandstrends nur über lange Zeiträume zu und ist daher für ein Monitoring von klimabedingten Bestandsveränderungen nicht ausreichend. Flechten werden im FFH-Arten-Feinmonitoring nicht systematisch untersucht, weil es keine FFH-Anhang II/IV Arten aus der Gruppe der Flechten gibt. Durch die „Zufallsfunde“ in Vegetationsaufnahmen des LRT-Feinmonitorings lässt sich aber kaum ein Klimafolgenmonitoring für Flechten realisieren, sodass für diese Artengruppe ggf. eigene geeignete Monitoringflächen angelegt werden müssen, sofern sie in ein Klimafolgenmonitoring einbezogen werden sollen. Die drei in Tabelle 40 zuletzt genannten, hauptsächlich auf Baumrinde (epiphytisch) und selten auf Gestein (epilithisch) wachsenden Arten, werden in Vegetationsaufnahmen üblicherweise gar nicht erfasst, weil sie eigene Kryptogamensynusien bilden. Für diese epiphytischen Flechtenarten sowie für die beiden in Tabelle 41 genannten Orthotrichum-Moosarten sollte geprüft werden, ob auch eine Erfassung im Zuge von Bioindikationsverfahren zur Untersuchung der Luftqualität (z. B. nach den VDI-Richtlinien 3957, Blatt 12 für Flechten und Blatt 13 für Moose) möglich ist.

**Tabelle 41: Aktuelle Monitoringflächen der ausgewählten klimasensitiven Moosarten**

Anzahl der FFH-Monitoringflächen: Stand vom 09.01.2012

Anzahl Vegetationsaufnahmen: Abfragestand vom 06.06.2012 (IS SaND des LfULG)

Art (lat.)	Art (dt.)	Anzahl MTB <sup>2</sup>	Anzahl MTB-Q <sup>2</sup>	FFH	FFH-Feinmonitoring-Flächen	Anzahl Vegetationsaufnahmen aus IS SaND (FFH-LRT-Feinmonitoringflächen)
<i>Anastrophyllum michauxii</i>	Michaux's Kahnblattmoos	4	4			
<i>Aulacomnium androgynum</i>	Zwittriges Streifenstermoos	166	498			18
<i>Dicranodontium asperulum</i>	Raues Zweizinkenmoos	5	8			
<i>Dicranum bergeri</i>	Moor-Gabelzahnmoos	2	3			
<i>Dicranum viride</i>	Grünes Besenmoos	1	1	FFH-II	1	
<i>Didymodon australasiae</i> var. <i>umbrosus</i> <sup>1</sup>		1	1			
<i>Hamatocaulis vernicosus</i>	Firnsglänzendes Sichelmoos	4	4	FFH-II	4	
<i>Leucobryum glaucum</i>	Gemeines Weißmoos	87	161	FFH-V		7
<i>Lunularia cruciata</i>	Kreuz-Mondbechermoos	49	73			
<i>Mylia taylorii</i>	Taylor's Dünkelchmoos	8	15			2
<i>Orthotrichum pulchellum</i>	Hübsches Goldhaarmoos	23	28			
<i>Orthotrichum rogeri</i>	Rogers Kapuzenmoos	14	31	FFH-II	4	
<i>Pterygoneurum lamellatum</i>	Lamellen-Flügelnermoos	2	3			
<i>Sphagnum affine</i>	Verwandtes Torfmoos	39	52	FFH-V		2
<i>Sphagnum angustifolium</i>	Schmalblättriges Torfmoos	34	47	FFH-V		
<i>Sphagnum balticum</i>	Baltisches Torfmoos	3	4	FFH-V		
<i>Sphagnum capillifolium</i>	Spitzblättriges Torfmoos	79	153	FFH-V		11
<i>Sphagnum centrale</i>	Zweifarbige Torfmoos	13	14	FFH-V		
<i>Sphagnum compactum</i>	Dichtes Torfmoos	19	32	FFH-V		1
<i>Sphagnum contortum</i>	Gedrehtes Torfmoos	18	20	FFH-V		
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	Spieß-Torfmoos	39	60	FFH-V		26
<i>Sphagnum denticulatum</i> <sup>3</sup>	Geöhrted Torfmoos	126	270	FFH-V		26
<i>Sphagnum fallax</i>	Trügerisches Torfmoos	148	393	FFH-V		57
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	Gefranstes Torfmoos	142	347	FFH-V		32
<i>Sphagnum flexuosum</i>	Gekrümmtes Torfmoos	70	133	FFH-V		2
<i>Sphagnum fuscum</i>	Braunes Torfmoos	6	7	FFH-V		
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	Girgensohn's Torfmoos	99	198	FFH-V		15
<i>Sphagnum magellanicum</i>	Mittleres Torfmoos	26	41	FFH-V		3
<i>Sphagnum majus</i>	Großes Torfmoos	2	3	FFH-V		
<i>Sphagnum molle</i>	Weiches Torfmoos	2	2	FFH-V		
<i>Sphagnum obtusum</i>	Stumpfbältriges Torfmoos	2	2	FFH-V		
<i>Sphagnum palustre</i>	Kahnblättriges Torfmoos	124	283	FFH-V		31
<i>Sphagnum papillosum</i>	Warziges Torfmoos	56	101	FFH-V		25
<i>Sphagnum platyphyllum</i>	Löffelblatt-Torfmoos	1	1	FFH-V		
<i>Sphagnum quinquefarium</i>	Fünfzeiliges Torfmoos	19	25	FFH-V		
<i>Sphagnum riparium</i>	Ufer-Torfmoos	42	73	FFH-V		4
<i>Sphagnum rubellum</i>	Rötliches Torfmoos	16	28	FFH-V		1
<i>Sphagnum russowii</i>	Derbes Torfmoos	85	153	FFH-V		15
<i>Sphagnum squarrosum</i>	Sparriges Torfmoos	130	303	FFH-V		4
<i>Sphagnum subnitens</i>	Glanz Torfmoos	49	74	FFH-V		1
<i>Sphagnum subsecundum</i>	Einseitwendiges Torfmoos	41	59	FFH-V		1
<i>Sphagnum tenellum</i>	Zartes Torfmoos	8	13	FFH-V		1
<i>Sphagnum teres</i>	Rundliches Torfmoos	57	99	FFH-V		4
<i>Sphagnum warnstorffii</i>	Warnstorfs Torfmoos	16	23	FFH-V		

<sup>1</sup> Gemeint ist hier die Varietät *umbrosus*, die tlw. auch als eigene Art *Didymodon umbrosus* (Müll. Hal.) R.H.Zander eingestuft wird. Es handelt sich dabei wahrscheinlich um einen aus Amerika eingeschleppten Neophyten, der in Europa z. B. aus England, Spanien, Deutschland und Tschechien angegeben wird. In Sachsen wurde die wärmeliebende Art in Dresden gefunden, zunächst im Gewächshaus (in den Warmhäusern) des Botanischen Gartens, später auch im Freiland. Es bleibt abzuwarten und zu untersuchen, ob sich diese bisher sehr seltene, wärmeliebende Art im Zuge der Klimaerwärmung in Sachsen ausbreiten kann.

<sup>2</sup> Berücksichtigt wurden alle Nachweise ab 1990. In der Summe gibt es 188 MTB (TK 25) und 665 Messtischblattquadranten (MTB-Q) in Sachsen. Nach Angaben der Zentralen Artdatenbank vom 27.02.2013. **Die Angaben stellen nur Orientierungswerte dar. Aufgrund von diversen Unsicherheiten bei der Datenqualität und Datenbankabfrage dürfen die Zahlenangaben, auch wenn sie eine hohe Genauigkeit vortäuschen, nicht für wissenschaftliche Zwecke weiterverwendet werden!** Gerade bei Moosen existieren weitere Funddaten, die noch nicht in der Zentralen Artdatenbank des LfULG enthalten sind.

<sup>3</sup> *Sphagnum denticulatum* agg. (*Sphagnum denticulatum* Brid. = *Sphagnum auriculatum* Schimp. sowie *Sphagnum inundatum* Russow); Angaben zu MTB und MTB-Q aus dem Verbreitungsatlas der Moose Sachsens von 2004, Funde ab 1980

Angenommener Einfluss des Klimawandels auf die Moosarten vgl. Tab. 21 in Teil 1

Insgesamt wurden 44 klimasensitive Moosarten vorgeschlagen, von denen drei Arten im FFH-Artmonitoring (Feinmonitoring) erfasst werden, weil sie im Anhang II der FFH-RL enthalten sind (Grünes Besenmoos *Dicranum viride*, Firnisglänzendes Sichelmoos *Hamatocaulis vernicosus*, Rogers Kapuzenmoos *Orthotrichum rogeri*). Für alle drei Arten ist aufgrund ihrer geringen Verbreitung in Sachsen ein Totalzensus vorgesehen. Daher sind sowohl die Anforderungen an die zahlenmäßige als auch die räumliche Repräsentanz erfüllt. Für weitere 23 Arten existieren Nachweise aus den Vegetationsaufnahmeflächen des Feinmonitorings der FFH-Lebensraumtypen. Bei insgesamt drei Torfmoosarten wird die angestrebte Stichprobenzahl von 30 erreicht (*Sphagnum fallax*, *Sphagnum fimbriatum*, *Sphagnum palustre*) und bei drei weiteren Arten nahezu erreicht (*Sphagnum cuspidatum*, *Sphagnum papillosum*, *Sphagnum denticulatum*).

In der Artenliste der als klimasensitiv ausgewählten, für ein Klimafolgenmonitoring in Betracht kommenden Arten in Tabelle 41 sind alle **Torfmoosarten** Sachsens enthalten. Sie wurden zunächst alle einbezogen, weil sie FFH-Arten (Anhang V) sind, und weil sie an feuchte bis nasse Standorte, häufig in Mooren, angepasst sind. Sie reagieren i. d. R. sehr empfindlich auf Veränderungen im Wasserhaushalt. Beeinflussungen des Wasserhaushalts wurden in der Vergangenheit und werden noch aktuell zwar weit überwiegend durch direkte anthropogene Einflüsse ausgelöst (z. B. Moorentwässerung, Grundwasserentnahme, Grundwasserabsenkung für Bergbau), sind aber zukünftig verstärkt auch als Folge eines wärmeren (höhere Verdunstung) und trockeneren Klimas (insgesamt Verringerung der klimatischen Wasserbilanz) zu erwarten. Untersuchungen im Auftrag des LfULG zu Auswirkungen des Klimawandels auf Schutzgüter des Naturschutzes unter Heranziehung von Klimaprojektionen haben gezeigt, dass die Moore und andere Feuchtgebiete sowie die dort vorkommenden Arten von Folgen des Klimawandels besonders betroffen sein werden (SCHLUMPRECHT et al. 2005; SCHLUMPRECHT et al. 2006; EDMOND et al. 2008). Allerdings werden die Torfmoosarten als Anhang V-Arten der FFH-Richtlinie im FFH-Feinmonitoring nicht näher untersucht, sodass hierüber keine für ein Klimafolgenmonitoring auswertbaren Daten(reihen) anfallen. Torfmoose spielen aber eine wichtige Rolle in der Mooschicht aller FFH-LRT der Moorökosysteme und werden dort im Zuge des FFH-LRT-Feinmonitorings obligatorisch in den Vegetationsaufnahmen mit erfasst.

Es sollte zukünftig noch überlegt werden, ob eine Konzentration auf bestimmte *Sphagnum*-Arten im Klimafolgenmonitoring erfolgen kann, z. B. auf solche Arten, die in den Vegetationsaufnahmen der LRT-Monitoringflächen der Moor-LRT häufiger vorkommen. Außerdem dürfen nur sichere Nachweise aus vertrauenswürdigen Quellen ausgewertet werden (bestimmungsschwierige Artengruppe).

Die Auswahl der klimasensitiven Moosarten sollte noch um hochmontan verbreitete Arten (z. B. der Wollreitgras-Fichtenwälder, FFH-LRT 9410) ergänzt werden, die nur in hohen Lagen des sächsischen Berglandes (und z. T. gleichzeitig an Sonderstandorten in kühl-feuchten Schluchten und Bachtälern) vorkommen. Solche Arten sind in der Tabelle 41 noch unterrepräsentiert, auch weil bisher keine merklichen Rückgangstendenzen zu verzeichnen sind bzw. die Rückgangsursachen (noch) nicht auf Klimawandeleffekte zurückgeführt werden. Beispiele sind: *Barbilophozia lycopodioides*, *Barbilophozia floerkei*, *Anastrepta orcadensis*, *Brachythecium starkei*, *Dicranella palustris*, *Oligotrichum hercynicum*, *Philonotis seriata*, *Pohlia drummondii*, *Pohlia filum*, *Tayloria tenuis*, *Polytrichum alpinum*. In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Frage, inwieweit Gesteinsmoose mit (hoch)montaner Verbreitung (z. B. *Grimmia donniana*, *Dicranoweisia crispula*, *Kiaeria blyttii*, *Plagiothecium platyphyllum*) vs. Verbreitung in warmen Tieflagen (z. B. *Grimmia crinita*) berücksichtigt werden sollten. Sie bilden eigenständige Synusien und werden deshalb in Vegetationsaufnahmen mit Gefäßpflanzen i. d. R. nicht erfasst.

Hinsichtlich der Auswertungsmöglichkeiten für Arten in Vegetationsaufnahmen sei auf den Abschnitt bei Gefäßpflanzen verwiesen.

## Fazit

Sechs Moosarten werden gut durch bestehende Monitoring-Programme erfasst. Der Untersuchungszyklus des FFH-Artmonitorings (ein bis zwei Erfassungen pro Sechsjahreszeitraum) und der Vegetationsaufnahmen im LRT-Feinmonitoring (sechs Jahre) lässt Berechnungen von Bestandstrends nur über lange Zeiträume zu und ist daher für ein Klimafolgenmonitoring nicht ausreichend. Die Auswahlliste der in einem Monitoring Klimawandel und Biodiversität zu untersuchenden Moosarten sollte zukünftig, auch unter praktischen Erwägungen, noch angepasst werden. Sinnvoll könnten diesbezüglich sein: Reduzierung der Torfmoose auf die gut untersuchbaren Arten, Hinzunahme hochmontan verbreiteter Arten, Überlegungen, wie Arten von Baumrinde (Epiphyten) methodisch einbezogen werden können und ob auch Gesteinsmoose berücksichtigt werden sollten.

### 3.5.13 Lebensräume

**Tabelle 42: Anzahl Monitoringflächen und Vegetationsaufnahmen in ausgewählten klimasensitiven FFH-Lebensraumtypen und sonstigen klimasensitiven Biotoptypen**

FFH-LRT Code/Biotop-code <sup>1</sup>	Bezeichnung des FFH-LRT	Reaktion auf Klimawandel	Monitoring (Stichprobe/Totalzensus)	Anzahl Monitoringflächen in Sachsen (Information 03/2011)	Anzahl Vegetationsaufnahmen in IS SaND <sup>2</sup> Stand: 7.6.2012
3130	Oligo- bis mesotrophe Stillgewässer	negativ	Stichprobe	63	6
3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Stillgewässer	negativ	Totalzensus Land	6	0
3160	Dystrophe Stillgewässer	negativ	Stichprobe	63	14
3260	Fließgewässer mit Unterwasservegetation	negativ	Stichprobe	63	24
4010	Feuchte Heiden	negativ	Totalzensus Land	38	41
6210	Kalk-Trockenrasen (* orchideenreiche Bestände)	negativ	Stichprobe	63	8
6230	Artenreiche Borstgrasrasen*	negativ	Stichprobe	63	18
6240	Steppen-Trockenrasen*	negativ	Totalzensus Land	9	
6410	Pfeifengraswiesen	negativ	Stichprobe	63	24
6430	Feuchte Hochstaudenfluren	negativ	Stichprobe	32	38
6440	Brenndolden-Auenwiesen	negativ	Totalzensus Land	34	14
6520	Berg-Mähwiesen	negativ	Stichprobe	63	14
7110	Lebende Hochmoore*	negativ	Totalzensus	8	7
7120	Regenerierbare Hochmoore	negativ	Totalzensus	36	2
7140	Übergangs- und Schwinggrasmoore	negativ	Stichprobe	63	96
7150	Torfmoor-Schlenken	negativ	Totalzensus Land	43	37
7220	Kalktuff-Quellen*	negativ	Totalzensus Land	8	6
7230	Kalkreiche Niedermoore	negativ	Totalzensus Land	25	6
9180	Schlucht- und Hangmischwälder*	negativ	Stichprobe	32	46
91D0	Moorwälder*	negativ	Stichprobe	63	70
91E0	Erlen-Eschen- und Weichholzauenwälder*	negativ	Stichprobe	63	71
91F0	Hartholzauenwälder	negativ	Stichprobe	63	28
91T0	Mitteuropäische Flechten-Kiefernwälder	negativ	Totalzensus Bund	1	
91U0	Kiefernwälder der sarmatischen Steppe	negativ	Totalzensus Bund	5	
9410	Montane Fichtenwälder	negativ	Bundeswaldinventur (Stichprobe elf Flächen)	32	8
GFS <sup>1</sup>	Nasswiesen	negativ	kein Monitoring		
GFF <sup>1</sup>	Seggen- und binsenreiche Feuchtweiden und Flutrasen	negativ	kein Monitoring		

FFH-LRT Code/Biotop-code <sup>1</sup>	Bezeichnung des FFH-LRT	Reaktion auf Klimawandel	Monitoring (Stichprobe/Totalzensus)	Anzahl Monitoringflächen in Sachsen (Information 03/2011)	Anzahl Vegetationsaufnahmen in IS SaND <sup>2</sup> Stand: 7.6.2012
GFY <sup>1</sup>	Sonstiges artenreiches Feuchtgrünland	negativ	kein Monitoring		
FQS <sup>1</sup>	Sturzquellen	negativ	kein Monitoring		
FQT <sup>1</sup>	Tümpelquellen	negativ	kein Monitoring		
FQA <sup>1</sup>	Kalkarme Sickerquellen	negativ	kein Monitoring		
WBR <sup>1</sup>	Erlen-Bruchwälder nährstoffreicher Standorte	negativ	kein Monitoring		
WBA <sup>1</sup>	Birken-Erlen-Bruchwälder nährstoffärmerer Standorte	negativ	kein Monitoring		
2310	Binnendünen mit Sandheiden	positiv	Totalzensus Land	45	6
5130	Wacholder-Heiden	positiv	Totalzensus Land	1	0
8150	Silikatschutthalden	positiv	Stichprobe	63	10
8220	Silikatfelsen mit Felsspaltenvegetation	positiv	Stichprobe	32	19
8230	Silikatfelsen mit Pioniervegetation	positiv	Stichprobe	32	9
9170	Labkraut-Eichen-Hainbuchenwälder	positiv	Stichprobe	32	36
91G0	Pannonische (subkontinentale) Eichen-Hainbuchenwälder*	positiv	Totalzensus Land	3	2

<sup>1</sup> Biotopcode nach selektiver Biotopkartierung (LfULG 2009a) für Biotoptypen, die keinem FFH-LRT zugeordnet werden können

<sup>2</sup> Die Dateneingabe lief parallel zum FuE-Vorhaben und geht im Zuge des FFH-Monitorings kontinuierlich weiter. Es handelt sich also um einen Zwischenstand zum angegebenen Stichtag.

\* prioritärer Lebensraumtyp nach FFH-Richtlinie

Alle der als klimasensitiv eingestuften FFH-Lebensraumtypen werden durch eine ausreichend hohe Stichprobe oder einen Totalzensus im Rahmen des LRT-Feinmonitorings abgedeckt. Keine Monitoring-Programme bestehen für klimasensitive Biotoptypen, die keinem FFH-Lebensraumtypen zugeordnet werden können (Kapitel 3.1.5). Aussagen zur räumlichen Repräsentativität der Monitoringflächen können aufgrund fehlender aktueller Daten nicht getroffen werden. Es ist jedoch sichergestellt, dass bei der Konzeption des FFH-LRT-Feinmonitorings berücksichtigt wurde, die Monitoringflächen hinsichtlich der Anzahl und räumlichen Verteilung repräsentativ auszuwählen. Außerdem wurde auf eine statistische Auswertbarkeit der Daten geachtet.

Klimatisch bedingte Veränderungen von Lebensraumtypen lassen sich vor allem anhand der Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaften analysieren. Dazu bieten sich die im Feinmonitoring durchgeführten Vegetationsaufnahmen an (siehe Kapitel 2.1.4). Laut FFH-Monitoringkonzept ist es vorgesehen, auf jeder Feinmonitoringfläche eine Vegetationsaufnahme anzufertigen. Die Diskrepanz zwischen der Stichprobenzahl der Monitoringflächen und der Zahl der Vegetationsaufnahmen erklärt sich aus dem noch nicht abgeschlossenen Erfassungsprozess. Auch Bestandsänderungen klimasensitiver lebensraumtypischer Arten, deren Präsenz und Deckung zur Bewertung des Erhaltungszustandes der LRT erfasst werden, können Hinweise auf Auswirkungen des Klimawandels geben.

### 3.5.14 Fazit zur Integration bestehender Untersuchungsprogramme in ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität

Bestehende Untersuchungsprogramme sind in der Lage, zur Erfassung eines Teils der klimasensitiven Arten beizutragen.

Der Anteil der Arten, die sowohl hinsichtlich der angestrebten Stichprobenzahl von 30 als auch der räumlichen Abdeckung als gut erfasst eingestuft werden können, variiert je nach Artengruppe (Tabelle 43), beträgt aber in der Regel nicht mehr als 30 %. Gut abgedeckt mit Anteilen von 71 % bzw. sogar 100 % sind klimasensitive Fische und Rundmäuler sowie FFH-Lebensraumtypen.

Die Zahlenangaben in Tabelle 43 dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, dass sich unter den gut abgedeckten Arten viele Arten befinden, die nur wenige Vorkommen in Sachsen aufweisen und daher im Totalzensus erfasst werden. Solche in oftmals isolierten und kleinen Populationen vorkommenden Arten sind jedoch hoch empfindlich gegenüber stochastischen Prozessen (Häufigkeitsschwankungen durch Zufallsereignisse), demografischen Fluktuationen (z. B. witterungsbedingten Häufigkeitsschwankungen) sowie genetischen Effekten (Inzuchtdepression und genetische Drift). Sie unterliegen daher stärkeren Populations-

schwankungen und einem höheren Aussterberisiko. Veränderungen der Abundanz und Verbreitung dieser Arten lassen sich daher nicht unbedingt auf klimatische Ursachen zurückführen. Eine Fokussierung des Monitorings Klimawandel und Biodiversität auf eine Auswahl seltener Arten sollte daher unbedingt vermieden werden. Stattdessen sollten auch häufigere Arten in ausreichender Zahl im Artenset vorhanden sein.

Weil bei der Artenauswahl (1. Projektphase, vgl. WINTER et al. 2010 bzw. Teil 1) klimasensitive FFH-Arten und Nicht-FFH-Arten unterschiedlichen Auswahlkriterien unterlagen (Bevorzugung von FFH-Arten aus praktischen Gründen), ist die Klimasensitivität des bereits einem Monitoring unterliegenden Artensets unterdurchschnittlich. Auch aus diesem Grund sollten FFH-Arten nicht die alleinige Grundlage für die Ableitung von Aussagen zur Wirkung des Klimawandels auf die Biodiversität bilden. Notwendig wäre eine Ergänzung um weitere stark klimasensitive Arten.

Auch Arten, die hinsichtlich der Stichprobenzahl und der Raumrepräsentativität als gut bearbeitet angesehen werden können, werden zum Teil in zu großen zeitlichen Abständen erfasst (z. B. vielfach mit einer Erfassung in zwei aufeinanderfolgenden Jahren innerhalb eines Zeitraums von sechs Jahren). Unter diesen Bedingungen können Aussagen zu Klimawandeleffekten nur über lange Zeiträume hinweg getroffen werden. Dies ist der Fall, wenn nur alle sechs Jahre im Durchschnitt neue Daten anfallen, denn dann würde eine Zeitreihe von drei Erfassungen schon 18 Jahre andauern. Solche Zeiträume sind insbesondere für Artengruppen und LRT, in denen schon in kurzen Zeitabständen Reaktionen auf Umweltveränderungen erfolgen können, zu lang. Mittelfristige Aussagen erfordern engere Erhebungszyklen, die für bestimmte Artengruppen wie z. B. Insekten jährlich stattfinden sollten.

Die in den Kapiteln 2.1.1 und 2.1.2 vorgestellten komplexen Indikatoren „Areal-Index“ und Community Temperature Index“ können nur auf Basis der **Erfassungen ganzer Artengruppen** berechnet werden. Die Vorteile einer solchen Herangehensweise (Erfassung klimasensitiver Indikator(arten)gruppen vs. Erfassung klimasensitiver Einzelarten) wurden ausführlich im Kapitel 3.1.6 beschrieben. Entsprechende Erfassungsprogramme bestehen hier insbesondere bereits bei den Vögeln im Rahmen des **DDA-Monitorings häufiger Brutvögel**, die auf den repräsentativ in Sachsen verteilten **ÖFS-Flächen** aufgenommen werden. Allerdings befindet sich derzeit erst gut die Hälfte der vorgesehenen Flächen in Bearbeitung.

Bei den Tagfaltern kann hierfür auf die Daten des **Tagfalter-Monitorings (TMD)** zurückgegriffen werden. Allerdings sind die zugrundeliegenden Transekte räumlich nicht repräsentativ verteilt. Weil insbesondere das Bergland stark unterrepräsentiert ist, muss davon ausgegangen werden, dass der CTI auf dieser Datenbasis überschätzt wird. Für eine repräsentative Berechnung wären entsprechende räumliche Erweiterungen notwendig.

Bei **Libellen** als Indikatorgruppe existiert derzeit nur die Erfassung im Rahmen des FFH-LRT-Monitorings, die auf den Lebensraumtypen 3160 „Dystrophe Stillgewässer“ beschränkt ist. Dies reicht nicht aus, um repräsentative Indexwerte auf der Basis von Monitoringdaten zu berechnen.

Aussagen zu klimabedingten Veränderungen von **Pflanzengemeinschaften** lassen sich auf der Basis der Vegetationserfassungen treffen, die im Feinmonitoring der FFH-Lebensraumtypen und im forstlichen Umweltmonitoring stattfinden. Zu beachten ist jedoch, dass es sich bei diesen Aufnahmen nur um eine selektive Auswahl von Biotop- und Lebensraumtypen handelt, die große Teile der agrarisch genutzten Landschaft und damit fast das gesamte Mittelsachsen ausspart. Im **HNV-Monitoring** werden dagegen Pflanzenaufnahmen auf den repräsentativen ÖFS-Flächen durchgeführt. Dabei wird aber nur eine Auswahl von Pflanzenarten erfasst (keine vollständigen Vegetationsaufnahmen). Der für die Auswertung von Vegetationsdaten mögliche Index ist derzeit noch nicht fertig entwickelt, befindet sich jedoch bereits in der Testphase (siehe Kapitel 2.1.4). Sobald der Index positiv evaluiert ist, besteht die Möglichkeit, diesen als Datenblatt dem LfULG zur Verfügung zu stellen.

Die Erfassung der klimatisch bedingten Veränderung von **Biotoptypen** (einschließlich der FFH-Lebensraumtypen) ist nur über ein Monitoring ihrer Artengemeinschaften sinnvoll möglich. Dazu gehören neben ihren Vegetationseinheiten auch die entsprechenden Tiergemeinschaften. Anzustreben wäre daher ein Monitoring von Flora und Fauna auf gleicher Flächenkulisse.

## Schlussfolgerung

Um statistisch und damit wissenschaftlich und naturschutzfachlich robuste Aussagen zu den Effekten des Klimawandels auf die Biodiversität ableiten zu können, sind Änderungen und Erweiterungen der bestehenden Monitoring-Programme zwingend nötig. Neben dem Monitoring von Einzelarten kommt hierbei dem Monitoring von kompletten Artengruppen (Indikatorgruppen) eine besondere Bedeutung zu, weil nur damit komplexe Indikatoren berechnet werden können, die es erlauben, Klimaeinflüsse von Einflüssen durch Landnutzungsänderungen zu trennen. Sinnvolle Erweiterungsmodulare für die bestehenden Monitoring-Programme werden in Kapitel 3.6 vorgeschlagen.

**Tabelle 43: Übersicht zur Abdeckung der für ein Monitoring ausgewählten klimasensitiven Arten, FFH-Lebensraumtypen und sonstigen Biotoptypen durch bestehende Monitoring-Programme**

Taxon/LRT/Biototyp	Anzahl der Arten/LRT/ Biotoptypen mit guter Stichprobe und guter Raumrepräsentativität	Gesamtzahl der ausgewählten klimasensitiven Arten/LRT/ Biotoptypen	Anteil [%] der durch bereits laufende Monitoring-Programme gut abgedeckten Arten/LRT/ Biotoptypen
Vögel	3	11	27%
Säugetiere	4	15	27%
Amphibien	3	14	21%
Reptilien	0	4	0%
Fische und Rundmäuler	5	7	71%
Libellen	4	17	24%
Tagfalter	3	45	7%
Käfer	5	19	26%
Schrecken	0	8	0%
Sonstige Arthropoden	1	4	25%
Weichtiere	3	11	27%
Gefäßpflanzen	5	63	8%
Moose	6	44	14%
Flechten	0	7	0%
FFH-Lebensraumtypen	32	32	100%
Sonstige Biotoptypen	0	8	0%

## 3.6 Vorschläge für Ergänzungen der sächsischen Monitoring-Programme im Hinblick auf ein Klimawandel-Biodiversitätsmonitoring

In Kapitel 3.5 wurde dargelegt, welche der klimasensitiven Arten, Artengruppen und Lebensraumtypen durch bereits bestehende Monitoring-Programme abgedeckt werden. Dazu erfolgte eine Bewertung hinsichtlich Stichprobenzahl, Raumrepräsentativität, Erhebungsfrequenz und der angewandten Methoden.

Aus fachlicher Sicht und aufgrund der besseren Umsetzbarkeit (schrittweise Möglichkeit der Einführung bzw. Erweiterung) wird ein modulweise aufgebautes Monitoringkonzept zur Erfassung von Klimawandeleffekten auf die Biodiversität vorgeschlagen. Dieses soll aus Kapazitäts- und Kostengründen möglichst umfassend auf Daten zurückgreifen, die im Rahmen bereits existierender Erfassungsprogramme erhoben werden. Ausgehend von einem Grundmodul, das durch bestehende Programme abgedeckt wird, sind verschiedene Optimierungen und Erweiterungen sinnvoll, damit eine bessere Aussagekraft eines Klimafolgenmonitorings Biodiversität erreicht werden kann. Dazu gehören in erster Linie:

- Erhöhungen der Erhebungsfrequenz (z. B. jährliche Erfassungen anstatt Erfassungen alle drei Jahre bei Insektengruppen)
- Erhöhung der Stichprobenzahl
- Anpassung der räumlichen Stichprobenverteilung

- Einbeziehung weiterer klimasensitiver Arten und Lebensräume
- Einbeziehung weiterer klimasensitiver Artengruppen (Indikatorgruppen)
- Änderungen der Erfassungsmethoden.

Das Ziel der Ergänzungsmodule besteht darin,

- klimasensitive Arten, Lebensraumtypen und sonstige Biotoptypen repräsentativ abzudecken,
- die vielfältigen Auswirkungen des Klimawandels zu erfassen (z. B. Arealveränderungen, Veränderungen der Artenzusammensetzungen, Verschiebungen von Phänologien),
- räumlich differenzierte Aussagen zu treffen und
- die in Kapitel 3.7 vorgestellten komplexen Indikatoren (Impact-Indikatoren<sup>29</sup>) für ein sächsisches Klimafolgenmonitoring in den vorgesehenen Zeitintervallen zu berechnen.

Aus praktischen und finanziellen Gründen wird es nicht möglich sein, alle identifizierten und ausgewählten klimasensitiven Arten (vgl. WINTER et al. 2010, Teil 1) in einem Monitoring-Programm zu berücksichtigen. Daher werden in den folgenden Kapiteln sinnvolle Erweiterungsmodule formuliert, die dazu beitragen sollen, robuste Aussagen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität in Sachsen zu treffen.

Dabei werden zwei Ansätze verfolgt:

(1) Das **Monitoring von Einzelarten** ermöglicht konkrete Aussagen zur Entwicklung besonders klimasensitiver, seltener, besonders gefährdeter und/oder gesetzlich geschützter Arten, die in einem artengruppenbezogenen Erfassungsansatz nicht ausreichend berücksichtigt werden. Dieser Ansatz sollte vor allem bei Arten verfolgt werden, die zu den potenziellen Verlierern des Klimawandels gehören und für die im Zuge des Klimawandels wahrscheinliche Arealeinbußen bzw. ein Rückgang ihrer Vorkommen erwartet werden kann. Dagegen ist eine solche Vorgehensweise bei potenziellen Gewinnern problematisch, weil die zu erwartende Ausbreitungsdynamik mit einem artspezifischen, statischen Set an Untersuchungsflächen nicht berücksichtigt werden kann.

(2) Das **Monitoring kompletter Artengemeinschaften** (Indikatorgruppen) dient dazu, Effekte des Klimawandels auf die Zusammensetzung von Biozönosen zu analysieren und einwandernde Arten zu erfassen. Die im Kapitel 3.7 vorgestellten komplexen Indikatoren für ein Klimafolgenmonitoring lassen sich nur anhand der Erfassungsdaten von Artengemeinschaften (Tagfalter, Libellen, Vögel) berechnen und nicht auf Basis von Einzelarten. Durch die Verschneidung von Artenlisten mit Datenbanken biologischer Eigenschaften ergibt sich zudem eine Vielzahl an Analysemöglichkeiten. Das Monitoring von Artengemeinschaften (insbesondere Pflanzengemeinschaften) trägt dazu bei, Veränderungen von Lebensräumen zu analysieren. Die einzelnen Zusatzmodule können nach folgendem Schema untergliedert werden. Fast alle dieser Module basieren auf bereits bestehenden Monitoring-/Erfassungsprogrammen, lediglich für klimasensitive Biotoptypen, die keine FFH-LRT sind, existiert noch kein geeignetes Monitoring, welches auch Pflanzengemeinschaften erfasst (Modul 7).

<sup>29</sup> Impact-Indikatoren des D-P-S-I-R-Modells zur Strukturierung von Indikatorensystemen zeigen spezifische Auswirkungen an, im Falle von Biodiversität und Klimawandel die Auswirkungen der Klimaveränderungen auf die Biodiversität bzw. bestimmte Schutzgüter.

### **Optimierung des Einzelartenmonitorings um Anforderungen eines Klimafolgenmonitorings Biodiversität**

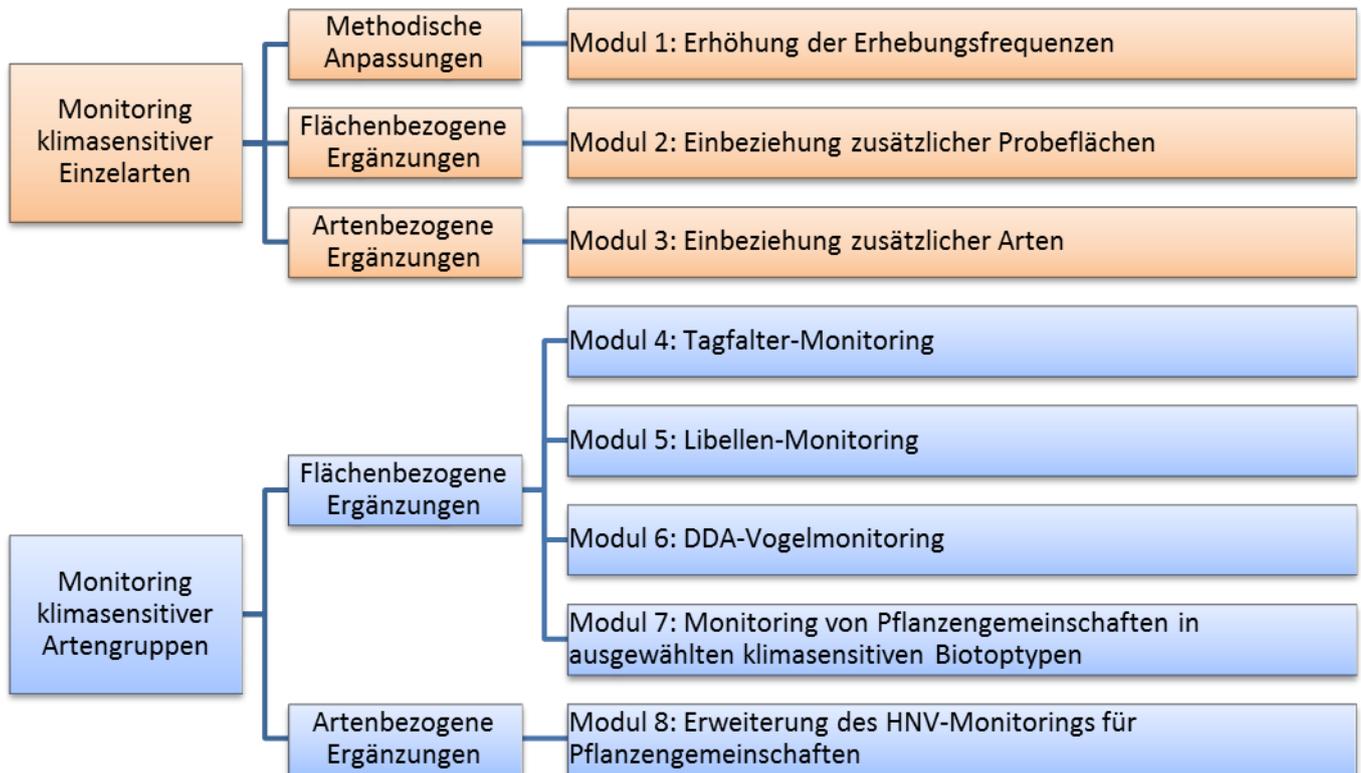
- Modul 1:* Erhöhung der Erhebungsfrequenzen innerhalb bestehender Erfassungsprogramme für ausgewählte Arten (Optimierung der Erhebungsfrequenz)
- Modul 2:* Einbeziehung zusätzlicher Probeflächen für ausgewählte, bereits erfasste Arten (Optimierung der räumlichen Repräsentativität)
- Modul 3:* Einbeziehung zusätzlicher Arten (Optimierung des Sets an klimasensitiven Arten)

### **Optimierung des Artengruppenmonitorings**

- Modul 4:* Erhöhung der Stichprobenzahl des Tagfalter-Monitorings im Bergland (Gewinnung räumlich repräsentativer Daten zur Berechnung des Areal-Index und des CTI)
- Modul 5:* Räumlich repräsentative Erfassung der Libellengemeinschaften an Fließ- und Standgewässern (Ergänzung der bestehenden Libellenerfassungen des LRT-Feinmonitorings und des WRRL-Monitorings zur Berechnung von Areal-Index und CTI)
- Modul 6:* Erhöhung der Stichprobenzahl des DDA-Monitorings häufiger Brutvogelarten (Bearbeitung bislang noch unberücksichtigter ÖFS-Flächen)
- Modul 7:* Monitoring von Pflanzengemeinschaften in ausgewählten klimasensitiven Biotoptypen, die keinem FFH-LRT zugeordnet werden können
- Modul 8:* Erweiterung der Gefäßpflanzen-Erfassung des HNV-Monitorings auf ÖFS-Flächen

Die Module werden in den folgenden Kapiteln näher beschrieben.

Angaben zu möglichen konkreten Monitoringmethoden zur Erfassung klimasensitiver Arten und LRT wurden bereits in der 1. Projektphase erarbeitet und finden sich deshalb in Teil 1, Kapitel 9 (Heft 24/2013 der Schriftenreihe).



**Abbildung 53: Schema für ein modularisiertes Konzept zur schrittweisen Einführung und Umsetzung eines Monitorings Biodiversität und Klimawandel**

Beispielhafte erste Kostenkalkulationen für ein Monitoringkonzept von Indikatorgruppen (Gefäßpflanzen, Vögel, Amphibien, Libellen, Tagfalter und Heuschrecken) und Biotoptypen auf einem erweiterten Set von 170 ÖFS-Flächen sind in einer separaten, nur beim Auftraggeber LfULG verfügbaren Exceltabelle in zwei Varianten aufgeführt. In der ersten Variante wird die Erfassung ausschließlich als Auftragsarbeit vergeben (wie es vom Land NRW bei den Kartierungen der Lebensräume, Pflanzen und Vögel praktiziert wird), und in der zweiten Variante werden die Arbeiten durch Ehrenamtler gegen Aufwandsentschädigung durchgeführt (wie beim Monitoring häufiger Brutvogelarten des DDA in Sachsen und dem neuen Tagfalter- und Libellen-Monitoring in NRW). Realistisch ist eine Mischlösung, weil manche Erfassungen (wie die flächendeckende Biotopkartierung) kaum über Ehrenamtler/Freiwillige durchgeführt werden können und zudem eine vollständige Abdeckung aller Untersuchungsflächen unwahrscheinlich ist. Selbst in der teuersten Variante (alle Arbeiten als Auftragsarbeit) beträgt die Gesamtsumme lediglich 31 % der Kostenschätzung für ein sächsisches Monitoring Klimawandel und Biodiversität aus der ersten Projektphase, bei vollständiger Ausführung durch Ehrenamtler (mit Aufwandsentschädigung) betrüge sie sogar nur noch 9,5 %. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Kosten pro gesamtem Durchgang des Monitorings (und nicht pro Jahr) angegeben sind, wobei ein Durchgang im Rahmen eines rotierenden Verfahrens (analog zur Vorgehensweise NRWs und der Schweiz sowie der Kostenschätzung in der ersten Projektphase) im Verlauf von sechs Jahren erfolgen kann, sodass pro Jahr nur ein Sechstel der Kosten anfällt. Für die Basiskartierung wird allerdings ein schnellerer Durchgang (z. B. über zwei Jahre) empfohlen, damit möglichst frühzeitig auswertbare Daten vorliegen. Die angegebenen Indikatorgruppen sind lediglich erste Vorschläge und könnten zudem modular eingeführt werden, wodurch sich die Kosten in den ersten Jahren nochmals reduzieren würden.

### 3.6.1 Modul 1: Erhöhung der Erhebungsfrequenzen innerhalb bestehender Erfassungsprogramme

Der Inhalt dieses Moduls ist eine Erhöhung der Erhebungsfrequenzen für klimasensitive Arten, die im Rahmen bestehender Monitoring-Programme untersucht werden. Eine solche Maßnahme ist grundsätzlich bei jenen Arten erforderlich, die in einem Abstand von mehr als drei Jahren erfasst werden. Das gilt insbesondere für Organismen mit einem Erfassungszyklus von sechs Jahren, wie er im Zuge des FFH-Arten-Feinmonitorings infolge des dortigen sechsjährigen Berichtszeitraumes häufiger vorkommt (vgl. Art. 17 der Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992). Die folgende Tabelle 44 zeigt alle klimasensitiven Arten, für die eine solche Maßnahme anzuraten wäre, um mittelfristig Aussagen zum Einfluss des Klimawandels auf die Popula-

tionstrends dieser Arten treffen zu können. Bei Arten, die auf den Monitoringflächen nicht jährlich erfasst werden, wird eine rotierende Erfassung empfohlen, sodass jedes Jahr ein möglichst repräsentativer Anteil der gesamten Monitoringflächen untersucht wird.

**Tabelle 44: Erhöhung der Erhebungsfrequenzen für ausgewählte klimasensitive Arten in bestehenden Monitoring-Programmen**

Taxon	Arten	Derzeit praktizierter Erhebungszyklus	Monitoring-Programm	Empfohlener veränderter Erhebungszyklus
Vögel	Alle durch das SPA-Monitoring abgedeckten klimasensitiven Arten	2 aufeinander folgende Jahre innerhalb von 6 Jahren	SPA-Monitoring	jedes 3. Jahr*
Säugetiere	Haselmaus ( <i>Muscardinus avellanarius</i> )	3 Jahre innerhalb von 6 Jahren	FFH-Feinmonitoring der Arten	jedes 3. Jahr
Amphibien	Alle durch das FFH-Feinmonitoring abgedeckten klimasensitiven Arten	2 aufeinander folgende Jahre innerhalb von 6 Jahren	FFH-Feinmonitoring der Arten	jedes 3. Jahr
Reptilien	Glattnatter ( <i>Coronella austriaca</i> )	2 aufeinander folgende Jahre innerhalb von 6 Jahren	FFH-Feinmonitoring der Arten	jedes 3. Jahr
	Zauneidechse ( <i>Lacerta agilis</i> )	6 Jahre	FFH-Feinmonitoring der Arten	jedes 3. Jahr
Libellen	Alle im Rahmen des FFH-Arten-Feinmonitorings erfassten klimasensitiven Arten	3 aufeinander folgende Jahre innerhalb von 6 Jahren	FFH-Feinmonitoring der Arten	jährlich
	Im Rahmen des LRT-Feinmonitorings erfasste Libellengemeinschaften	1-2 Jahre innerhalb von 6 Jahren	FFH-Feinmonitoring des LRT 3160	jährlich
Käfer	Alle im Rahmen des FFH-Arten-Feinmonitorings erfassten klimasensitiven Arten	2 aufeinander folgende Jahre innerhalb von 6 Jahren	FFH-Feinmonitoring der Arten	jährlich
Tagfalter	Eschen-Schneckenfalter ( <i>Euphydryas maturna</i> )	3 aufeinander folgende Jahre innerhalb von 6 Jahren	FFH-Feinmonitoring der Arten	jährlich
	Großer Feuerfalter ( <i>Lycaena dispar</i> )	3 aufeinander folgende Jahre innerhalb von 6 Jahren	FFH-Feinmonitoring der Arten	jährlich
	Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling ( <i>Maculinea nausithous</i> )	2 aufeinander folgende Jahre innerhalb von 6 Jahren	FFH-Feinmonitoring der Arten	jährlich
	Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling ( <i>Maculinea teleius</i> )	2 aufeinander folgende Jahre innerhalb von 6 Jahren	FFH-Feinmonitoring der Arten	jährlich
Weichtiere	Alle im Rahmen des FFH-Arten-Feinmonitorings erfassten klimasensitiven Arten	6 Jahre	FFH-Feinmonitoring der Arten	jedes 3. Jahr
Pflanzen	Braungrüner Streifenfarn ( <i>Asplenium adnigrinum</i> )	6 Jahre	FFH-Feinmonitoring der Arten	jedes 3. Jahr
	Scheidenblütgras ( <i>Coleanthus subtilis</i> )	2 Untersuchungsjahre innerhalb von 6 Jahren	FFH-Feinmonitoring der Arten	jedes 3. Jahr
	Liegendes Büchsenkraut ( <i>Lindernia procumbens</i> )	2 Untersuchungsjahre innerhalb von 6 Jahren	FFH-Feinmonitoring der Arten	jedes 3. Jahr
	Schwimmendes Froschkraut ( <i>Luronium natans</i> )	2 Untersuchungsjahre innerhalb von 6 Jahren	FFH-Feinmonitoring der Arten	jedes 3. Jahr
	Prächtiger Dünnfarn ( <i>Trichomanes speciosum</i> )	6 Jahre	FFH-Feinmonitoring der Arten	jedes 3. Jahr
Moose	Alle im Rahmen des FFH-Arten-Feinmonitorings erfassten klimasensitiven Arten	6 Jahre	FFH-Feinmonitoring der Arten	jedes 3. Jahr

\* Für phänologische Auswertungen sind zusätzliche Aufnahmen erforderlich (s. Kapitel 3.5.1).

### 3.6.2 Modul 2: Einbeziehung zusätzlicher Probeflächen für ausgewählte bereits erfasste Arten

Obwohl viele klimasensitive Arten im Rahmen bestehender Monitoring-Programme erfasst werden, gibt es oftmals Optimierungsbedarf hinsichtlich des Stichprobenumfangs und der räumlichen Stichprobenverteilung (Kapitel 3.5). Das Ziel dieses Zusatzmoduls ist es, für ausgewählte Arten zusätzliche Stichprobenflächen zu definieren, um die Aussagekraft des Einzelartenmonitorings zu erhöhen. Ausgangspunkt ist die in Kapitel 3.5 vorgenommene Analyse bestehender Monitoring-Programme. Berücksichtigt wurden alle Arten, die im FFH-Feinmonitoring und SPA-Monitoring erfasst werden. Zusätzliche Stichproben wurden vor allem dann benannt, wenn Teile der sächsischen Verbreitungsgebiete der Arten bzw. bestimmte klimatische Räume

nicht abgedeckt waren. Die Grundlage für die Ausweisung der Regionen, in denen zusätzliche Monitoringflächen eingerichtet werden sollten, bildeten die zur Verfügung stehenden Verbreitungsdaten aus dem Datenbanksystem „MultiBaseCS“ der Zentralen Artdatenbank des LfULG. Auf der Grundlage dieser Daten konnte jedoch nicht geprüft werden, ob es sich um sporadische oder dauerhafte Vorkommen handelt. Im Zuge der Umsetzung dieses Moduls sollte daher jede Art einer genaueren Bestandsanalyse unterzogen werden. Die vorgeschlagene Anzahl der zusätzlichen Stichproben leitet sich aus der Differenz der empfohlenen Stichprobengröße von 30 und der Anzahl bereits vorhandener Monitoringflächen für die jeweilige Art ab.

Für bestimmte Arten ist jedoch aufgrund ihrer beschränkten Verbreitung in Sachsen eine Stichprobenzahl von 30 nicht zu erreichen. Für diese Arten wird empfohlen, sie im Totalzensus zu erfassen (also alle bekannten Vorkommen einzubeziehen). Die zusätzlichen Stichproben sollten möglichst gleichmäßig über die noch nicht oder bisher unterrepräsentierten Naturräume (vgl. Spalte Region in Tabelle 45) verteilt werden. Bei manchen Arten ist zudem eine Verdichtung des Stichprobennetzes im gesamten Verbreitungsgebiet anzuraten. Gefäßpflanzen werden in Tabelle 45 nicht aufgeführt, weil nur wenige Arten einem bestehenden Einzelartenmonitoring unterliegen (FFH-Feinmonitoring) und diese ausnahmslos im Totalzensus erfasst werden (Kapitel 3.5.12, Tabelle 39). Eine Erweiterung von Programmen, die primär der Erfassung von Artengemeinschaften dienen, zum Zwecke der Verbesserung der Datenlage von klimasensitiven Einzelarten, wurde in der Regel als nicht zielführend angesehen. Insbesondere sind die Erfassungsmethoden dieser allgemeinen Monitoring-Programme nicht auf den Nachweis seltener Arten oder Arten mit niedrigen Populationsdichten ausgelegt. Zu solchen Programmen gehören vor allem das Monitoring häufiger Brutvögel des DDA, das Tagfalter-Monitoring (TMD) und die Erfassung von Libellen- und Pflanzengemeinschaften im FFH-LRT-Feinmonitoring.

In der folgenden Übersicht werden sächsische Regionen, aber noch keine konkrete Lage für die zusätzlichen Stichprobenflächen vorgeschlagen. Konkrete Flächen können erst nach genauerer Analyse der Vorkommensdaten der benannten Arten durch das LfULG ausgewählt werden, wobei mögliche Synergie zu bestehenden Monitoringflächen (ÖFS, Forstliches Umweltmonitoring etc.) geprüft werden sollten.

**Tabelle 45: Anzahl und Lage zusätzlicher Stichprobenflächen für bereits in sächsischen Monitoring-Programmen erfasste klimasensitive Arten**

Taxon	Artname (lat.)	Artname (dt.)	Anzahl zusätzlicher Stichprobenflächen	Region (s. Tabelle 27)
Vögel	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Schilfrohrsänger	2	Vogtland
	<i>Cygnus cygnus</i>	Singschwan	1	Östliche Oberlausitz
	<i>Emberiza hortulana</i>	Ortolan	5	Westliches Lössgefilde
	<i>Gallinago gallinago</i>	Bekassine	5	Vogtland, Westliches Lössgefilde
	<i>Merops apiaster</i>	Bienenfresser	3	Östliches Lössgefilde
	<i>Tringa ochropus</i>	Waldwasserläufer	5	Westliches Lössgefilde, Mittleres und Osterzgebirge
	<i>Upupa epops</i>	Wiedehopf	4	Westliches Lössgefilde, Östliches Erzgebirgsvorland
Säugetiere	<i>Muscardinus avelanarius</i>	Haselmaus	13	Zittauer Gebirge, Verdichtung im gesamten Verbreitungsgebiet
	<i>Eptesicus nilssonii</i>	Nordfledermaus	19	Mittleres Erzgebirge, Osterzgebirge, Verdichtung im gesamten Verbreitungsgebiet
	<i>Eptesicus serotinus</i>	Breitflügelfledermaus	20	Erzgebirgsbecken, Dresdener Elbtalweitung, Westlausitzer Hügel- und Bergland, Osterzgebirge
	<i>Myotis daubentonii</i>	Wasserfledermaus	24	Westliches Lössgefilde, Dresdner Elbtalweitung, Westerbirge, Mittleres Erzgebirge, Elbsandsteingebirge
	<i>Myotis myotis</i>	Großes Mausohr	20	Oberlausitzer Bergbaurevier, Verdichtung im gesamten Verbreitungsgebiet
	<i>Nyctalus noctula</i>	Großer Abendsegler	21	Düben-Dahlender Heide, Östliches Heidegebiet, Verdichtung im gesamten Verbreitungsgebiet <sup>1</sup>
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Rauhautfledermaus	3	Westlausitzer Hügel- und Bergland, Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet <sup>1</sup>

Taxon	Artname (lat.)	Artname (dt.)	Anzahl zusätzlicher Stichprobenflächen	Region (s. Tabelle 27)
	<i>Plecotus austriacus</i>	Graues Langohr	ca. 5-10	Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet
Amphibien	<i>Bufo calamita</i>	Kreuzkröte	6	Vogtland, Mulde-Lösshügelland, Königsbrück-Ruhlander Heiden
	<i>Bufo viridis</i>	Wechselkröte	6	Elbe-Elster-Niederung, Großenhainer Pflege, Königsbrück-Ruhlander Heiden
	<i>Pelobates fuscus</i>	Knoblauchkröte	6	Östliches Heideland, Östliche Oberlausitz
	<i>Rana arvalis</i>	Moorfrosch	6	Mulde-Lösshügelland, Mittelsächsisches Lösshügelland, Osterzgebirge, Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet
	<i>Rana lessonae</i>	Kleiner Wasserfrosch	6	Ostthüringisches Lösshügelland, Mulde-Lösshügelland
	<i>Triturus cristatus</i>	Kammolch	6	Bergland und Mittelgebirge (höhere Lagen mit Vorkommen)
Reptilien	<i>Coronella austriaca</i>	Glattnatter	3	Elbsandsteingebirge, Osterzgebirge
Fische	<i>Lota lota</i>	Quappe	2	Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet
	<i>Thymallus thymallus</i>	Äsche	1	Vogtland
Libellen	<i>Gomphus flavipes</i>	Asiatische Keiljungfer	2	Dresdner Elbtalweitung
	<i>Leucorrhinia caudalis</i>	Zierliche Moosjungfer	3	Oberlausitzer Bergbaurevier, Königsbrück-Ruhlander Heiden
	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Grüne Keiljungfer	2	Osterzgebirge
Tagfalter	<i>Maculinea nausithous</i>	Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling	2	Düben-Dahlener Heide
Weichtiere	<i>Sphaerium rivicola</i>	Flusskugelmuschel	3	Elbe-Elster-Niederung, Pleiße-Einzugsgebiet bei Frohburg

<sup>1</sup> Für diese Art existieren Nachweise von Wochenstuben aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG, die trotz des angegebenen Totalzensus im Rahmen des im FuE ausgewerteten FFH-Monitoringkonzepts nicht für ein Monitoring vorgesehen sind.

### 3.6.3 Modul 3: Einbeziehung zusätzlicher klimasensitiver Arten

Durch bestehende Monitoring-Programme in Sachsen wird nur ein Teil der für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität ausgewählten klimasensitiven Arten hinreichend abgedeckt (Kapitel 3.5). Ziel dieses Moduls ist es daher, die Repräsentativität des Einzelartenmonitorings durch die Einbeziehung zusätzlicher Arten zu erhöhen. Die gezielte Erfassung weiterer klimasensitiver Arten ist insbesondere dann sinnvoll, wenn eine bestimmte taxonomische Gruppe in bestehenden Monitoring-Programmen nur unzureichend repräsentiert ist und ein Monitoring der ganzen Organismengruppe zu aufwändig ist. Dies betrifft z. B. Säugtiere, Käfer und Weichtiere. Dagegen wäre es für andere Organismengruppen sinnvoller, bestehende Ansätze des Artengruppenmonitorings (Erfassung von Indikatorgruppen) auszubauen. Dazu gehören vor allem Vögel, Tagfalter, Libellen und Gefäßpflanzen. Arten dieser Gruppen sind deshalb in Tabelle 46 nicht enthalten. Tabelle 46 zeigt jene im 1. Teilprojekt für ein Monitoring ausgewählten klimasensitiven Arten (vgl. Teil 1, Kapitel 8.2) aus den Tierartengruppen der Säugetiere, Amphibien, Reptilien, Käfer, Schrecken, sonstigen Arthropoden und Weichtiere, die bislang in keinem Monitoring-Programm Berücksichtigung finden und demzufolge Bestandteil eines Zusatzmoduls im Einzelartenmonitoring sein könnten. Arten, die in Sachsen häufiger vorkommen, aber bisher noch in keinem Monitoring-Programm systematisch erfasst werden, erhielten eine Stichprobenanzahl von 30 zugewiesen (vgl. Teil 1, Kapitel 9.2.1). Vor der Auswahl und Einrichtung der Monitoringflächen sollte überlegt und geprüft werden, ob sich manche der in Tabelle 46 enthaltenen Arten aufwands- und kostengünstig auf bestehenden Monitoringflächen (z. B. FFH-Feinmonitoringflächen, ÖFS-Flächen) mit erfassen lassen. Zudem besteht das Ziel, die 30 Stichprobenflächen repräsentativ auf die Naturräume Sachsens bzw. über die Vorkommensgebiete der Arten zu verteilen. Bei selteneren Arten, die in Sachsen nur eine kleinflächige oder sehr unregelmäßige Verbreitung haben, kann eine Stichprobengröße von 30 oft nicht erreicht werden. Trotzdem ist es sinnvoll, auch solche selteneren Arten in das Monitoring Klimawandel und Biodiversität einzubeziehen, wenn es sich um stark klimasensitive Arten handelt oder wenn diese Arten, auch bei einer geringeren Klimasensitivität, im besonderen Fokus des Naturschutzes stehen oder Leitarten für im Fokus des Naturschutzes stehende Lebensräume (z. B. Moore, Heiden) darstellen. Bei diesen Arten wird ein Totalzensus empfohlen. In Tabelle 46 ist daher die Anzahl der derzeit bekannten Vorkommen aufgeführt (vgl. auch Angaben zu Anzahl MTB in den Tabellen des Kapitels 3.5).

**Tabelle 46: Zusätzliche klimasensitive Arten für ein erweitertes Einzelartenmonitoring**

Taxon	Artname (lat.)	Artname (dt.)	Anzahl Stichprobenflächen
Säugetiere	<i>Crocidura leucodon</i>	Feldspitzmaus	30
	<i>Crocidura russula</i>	Hauspitzmaus	30
	<i>Crocidura suaveolens</i>	Gartenspitzmaus	30
	<i>Glis glis</i>	Siebenschläfer	30
	<i>Neomys anomalus</i>	Sumpfspitzmaus	30
Amphibien	<i>Bufo bufo</i>	Erdkröte	30
	<i>Ichthyosaura alpestris</i>	Bergmolch	30
	<i>Rana kl. esculenta</i>	Teichfrosch	30
	<i>Pelophylax ridibundus</i>	Seefrosch	30
	<i>Rana temporaria</i>	Grasfrosch	30
Reptilien	<i>Anguis fragilis</i>	Blindschleiche	30
	<i>Natrix natrix</i>	Ringelnatter	30
	<i>Vipera berus</i>	Kreuzotter	30
Käfer	<i>Agonum ericeti</i>	Hochmoor-Glanzflächläufer	8
	<i>Amara famelica</i>	Nordöstlicher Kamelläufer	13
	<i>Amara infima</i>	Heide-Kanalläufer	4
	<i>Badister meridionalis</i>	Bogenfleck-Wanderläufer	19
	<i>Bembidion humerale</i>	Hochmoor-Ahlenläufer	8
	<i>Bembidion nigricorne</i>	Nördlicher Ahlenläufer	8
	<i>Bembidion octomaculatum</i>	Achtfleck-Ahlenläufer	6
	<i>Brachinus crepitans</i>	Großer Bombardierkäfer	3
	<i>Brachinus explodens</i>	Kleiner Bombardierkäfer	11
	<i>Bradycellus caucasicus</i>	Heller Rundbauchläufer	30
	<i>Bradycellus ruficollis</i>	Rothals-Rundbauchläufer	19
	<i>Carabus nitens</i>	Heide-Laufkäfer	4
	<i>Pterostichus ovoideus</i>	Flachhäugiger Grabläufer	11
	<i>Trechus rubens</i>	Ziegelroter Flinkläufer	10
	Schrecken	<i>Chorthippus mollis</i>	Verkannter Grashüpfer
<i>Chorthippus vagans</i>		Steppengrashüpfer	10
<i>Isophya kraussii</i>		Plumpschrecke	10
<i>Metrioptera bicolor</i>		Zweifarbige Beißschrecke	12
<i>Phaneroptera falcata</i>		Gemeine Sichelschrecke	30
<i>Tetrix ceperoi</i>		Westliche Dornschrecke	30
<i>Tettigonia cantans</i>		Zwitscherschrecke	30
Sonstige Arthropoden	<i>Arctosa cinerea</i>	Sand-Wolfsspinne	1
	<i>Astacus astacus</i>	Edelkrebs	30
	<i>Lasius jensi</i>		1
Weichtiere	<i>Anisus spirorbis</i>	Gelippte Tellerschnecke	9
	<i>Gyraulus laevis</i>	Glattes Posthörnchen	8
	<i>Gyraulus rossmaessleri</i>	Rossmässlers Posthörnchen	2
	<i>Helix pomatia</i>	Weinbergschnecke	30
	<i>Omphiscola glabra</i>	Längliche Sumpfschnecke	3
	<i>Unio pictorum</i>	Malermuschel	2
	<i>Unio tumidus</i>	Große Flussmuschel	7
	<i>Viviparus viviparus</i>	Stumpfe Flussdeckelschnecke	5

### 3.6.4 Modul 4: Erhöhung der Stichprobenzahl des Tagfalter-Monitorings durch Auswahl zusätzlicher Monitoringflächen

Tagfalter sind eine sehr klimasensitive Artengruppe (WARREN et al. 2001; DEVICTOR et al. 2012) und aufgrund ihrer leichten Kartierbarkeit hervorragend geeignet für ein Klimawandel-Monitoring. Zudem besteht in Form des Tagfalter-Monitorings Deutschland (TMD, [www.tagfalter-monitoring.de](http://www.tagfalter-monitoring.de)) bereits ein Netzwerk an Kartierern. Allerdings werden gegenwärtig weite Bereiche Sachsens nicht durch das Tagfalter-Monitoring abgedeckt. In fast der Hälfte der sächsischen Naturräume liegen derzeit keine TMD-Transekte (Tabelle 47, Abbildung 48). Weil insbesondere im Bergland Erfassungslücken bestehen, ist davon auszugehen, dass die in den Kapiteln 2.1.1 und 2.1.2 vorgestellten Indikatoren Community Temperature Index (CTI) und Areal-Index (AI) auf der Basis der bisherigen Monitoringdaten des TMD keine sachsenweit repräsentativen Werte ergeben. Um repräsentativere Ergebnisse zu erzielen, sollten neue Transekte auf den ÖFS-Flächen angelegt werden. Damit wird nicht nur eine räumliche Repräsentanz, sondern auch eine Repräsentanz der Lebensräume erreicht. Außerdem sollte grundsätzlich eine stärkere Einbeziehung der ÖFS-Flächenkulisse in Monitoringprogramme erfolgen. Besonders gefährdete Lebensräume, die in den ÖFS-Flächen nicht ausreichend vertreten sind, wie z. B. Hochmoore und Trockenrasen, müssten durch zusätzliche Transekte abgedeckt werden. Dabei sollte der Schwerpunkt auf den Flächen liegen, auf denen bereits Vegetationserfassungen im FFH-LRT-Feinmonitoring durchgeführt werden. In der Startphase sollten neue Transekte schwerpunktmäßig zuerst in die bisher nicht erfassten Naturräume gelegt werden, z. B. in die Naturräume Düben-Dahleener Heide, Nordsächsisches Platten- und Hügelland, Muskauer Heide, Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet, Mittleres Erzgebirge, Osterzgebirge (Tabelle 47, s. hier fettgedruckte Angaben in der Spalte Differenz ÖFS-TMD).

Um dieses Ziel zu erreichen, wird empfohlen, das ehrenamtliche Tagfalter-Monitoring für Transekte in den ÖFS-Flächen finanziell zu fördern. Die gezahlten Pauschalen sollten hierbei eine Entfernungskomponente enthalten, um einen Anreiz für Transekte in den dünner besiedelten Gebieten Sachsens (wie dem Vogtland und Erzgebirge, der Oberlausitz und den nördlichen Teilen Sachsens) zu bieten.

**Tabelle 47: Anzahl der ÖFS-Flächen und TMD-Transekte in sächsischen Naturräumen**

Sächsische Naturräume (Makrogeochoren)	ÖFS-Flächen	TMD-Transekte	Differenz ÖFS-TMD
Bergbaurevier Südraum Leipzig	3	4	-1
Dresdener Elbtalweitung	1	6	-5
Düben-Dahleener Heide	8	0	<b>8</b>
Elbe-Elster-Niederung	5	0	<b>5</b>
Elstergebirge	0	1	-1
Erzgebirgsbecken	8	6	2
Großenhainer Pflege	4	0	<b>4</b>
Königsbrück-Ruhlander Heiden	4	0	<b>4</b>
Zittauer Gebirge	0	0	0
Lausitzer Grenzwall	0	0	0
Leipziger Land	9	18	-9
Mittelsächsisches Lösshügelland	4	1	<b>3</b>
Mittleres Erzgebirge	12	3	<b>9</b>
Mulde-Lösshügelland	7	5	2
Muskauer Heide	5	0	<b>5</b>
Nordsächsisches Platten- und Hügelland	9	0	<b>9</b>
Oberlausitzer Bergbaurevier	6	0	<b>6</b>
Oberlausitzer Bergland	2	3	-1
Oberlausitzer Gefilde	0	0	0

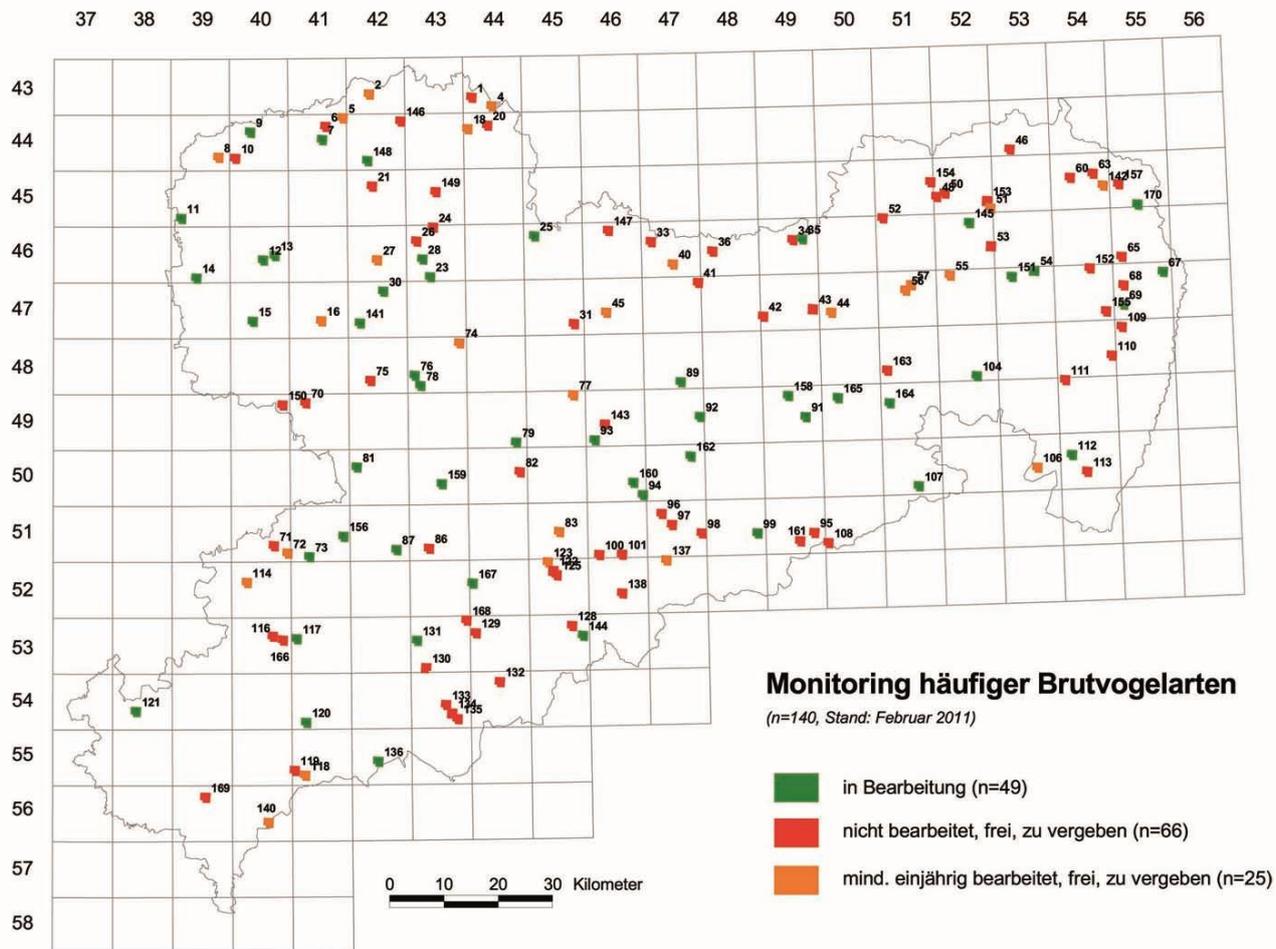
Sächsische Naturräume (Makrogeochoren)	ÖFS-Flächen	TMD-Transekte	Differenz ÖFS-TMD
Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet	13	0	13
Osterzgebirge	15	2	13
Östliche Oberlausitz	6	0	6
Östliches Erzgebirgsvorland	3	1	2
Ostthüringisches Lösshügelland	2	0	2
Sächsische Schweiz	2	3	-1
Vogtland	2	3	-1
Westerzgebirge	4	1	3
Westlausitzer Hügel- und Bergland	6	6	0
<b>GESAMT</b>	<b>140</b>	<b>63</b>	<b>77 (96-19)</b>

### 3.6.5 Modul 5: Erweiterung der Erfassung von Libellengemeinschaften als Indikatorgruppe

Neben den Tagfaltern sind die Libellen eine weitere sehr geeignete Indikatorgruppe für ein Klimawandel-Biodiversitätsmonitoring, die sich zudem aufgrund ihrer aquatischen Larvalentwicklung und räuberischen Lebensweise sehr gut als komplementäre Artengruppe eignen. Das Ziel dieses Moduls ist es daher, die Berechnung der Indikatoren Community Temperature Index (CTI) (Kapitel 2.1.1) und Areal-Index (AI) (Kapitel 2.1.2) für die Artengruppe Libellen auf eine repräsentative Datenbasis zu stellen. Libellengemeinschaften werden derzeit lediglich im Feinmonitoring des FFH-Lebensraumtyps 3160 „Dystrophe Stillgewässer“ erfasst. Diese Erfassungen sind jedoch selektiv auf einen seltenen Gewässertyp ausgerichtet und zudem hinsichtlich des Erfassungszyklus (ein bis zwei Jahre innerhalb von sechs Jahren) nicht geeignet, um kurz- bis mittelfristige Veränderungen der Zusammensetzung der Artengemeinschaften abbilden zu können. Daher wird vorgeschlagen, zusätzliche Transekte zur Erfassung von Libellengemeinschaften in dafür geeigneten ÖFS-Flächen einzurichten. Teilweise kann dies vermutlich in analoger Weise zum DDA-Monitoring häufiger Brutvögel und TMD-Monitoring der Tagfalter über ehrenamtliche Mitarbeiter erfolgen. Zunächst müsste in einem ersten Schritt aber geprüft werden, welche ÖFS-Flächen sich für Libellenerfassungen überhaupt eignen. Es sollten sowohl Erfassungen an Fließgewässern als auch an Stillgewässern und in Mooren erfolgen. Zur Analyse der ÖFS-Flächen bezüglich ihrer Gewässeranteile eignet sich die BTLNK (Biotoptypen- und Landnutzungskartierung). Weitere Hinweise auf Vorkommen von Libellen in ÖFS-Flächen können aus der Verbreitung der Libellenarten durch Auswertung der Zentralen Artdatenbank gewonnen werden (vgl. Kapitel 6.2.2). Daneben sollten in seltenen Gewässertypen, die von den ÖFS-Flächen unzureichend abgedeckt werden, zusätzliche Transekte angelegt werden. Zu diesen gehören vermutlich auch die dystrophen Seen und Teiche (FFH-LRT 3160), weil keine ihrer derzeitigen Monitoringflächen in einer ÖFS-Fläche liegt. Es wird empfohlen, die bisherigen Erfassungen auf den bestehenden 14 Untersuchungsflächen im jährlichen Turnus fortzuführen (Verdichtung der Erhebungsfrequenz). Außerdem sollten die anfallenden Libellendaten aus dem WRRL-Monitoring (vgl. Kapitel 3.3.6) in die Auswertungen zu Libellen einbezogen werden.

### 3.6.6 Modul 6: Erhöhung der Stichprobenzahl des Monitorings häufiger Brutvogelarten (DDA) durch Auswahl zusätzlicher Monitoringflächen

Ziel dieses Moduls ist eine Erweiterung des Monitorings häufiger Brutvogelarten des DDA ([www.dda-web.de](http://www.dda-web.de)), das auf 49 ÖFS-Flächen in Sachsen (kontinuierlich) stattfindet (LfULG 2011d), s. Abbildung 54. Daneben existieren jedoch weitere 66 ÖFS-Flächen, die zurzeit noch gar nicht bearbeitet werden und 25 Flächen, die bislang unvollständig (zeitweise bzw. mindestens einjährig) bearbeitet wurden. Die Bearbeitungszahlen schwanken teilweise von Jahr zu Jahr, weil nicht alle Flächen kontinuierlich (jährlich) aufgenommen wurden (vgl. auch Angaben im Kapitel 3.3.4). Um klimabedingte Veränderungen der Zusammensetzung der Artengemeinschaften (z. B. CTI für Vögel) oder Bestandsänderungen einzelner Arten analysieren zu können, wäre eine Verbesserung der Datenlage durch die Bearbeitung ausstehender Flächen anzuraten. Auf diese Weise würde z. B. der in Sachsen vorhandene Höhengradient besser als bisher abgedeckt werden. In welchen Teilen Sachsens die im DDA-Monitoring bearbeiteten ÖFS-Flächen noch unterrepräsentiert sind, geht aus Abbildung 54 hervor. Beispiele sind das Vogtland, die mittleren und oberen Lagen des Erzgebirges, die Düben-Dahleiner Heide, Riesa-Torgauer Elbtal, Großenhainer Pflege, Königsbrück-Ruhlander Heiden und das Oberlausitzer Tiefland. Die Neubearbeitung oder Wiederaufnahme der Bearbeitung von DDA-Flächen sollte gezielt in Bereiche gelenkt werden, die räumlich noch unterrepräsentiert sind.



**Abbildung 54: Bearbeitungsstand des Monitorings häufiger Brutvogelarten (Quelle: LfULG 2011d)**

(s. auch <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/23211.htm>, Abfrage 10.04.2013)

### 3.6.7 Modul 7: Monitoring von Pflanzengemeinschaften in ausgewählten klimasensitiven Nicht-FFH-Biototypen

Neben den FFH-Lebensraumtypen, die bereits einem Monitoring unterliegen, gibt es verschiedene klimasensitive Biototypen, für die kein spezielles Monitoring-Programm existiert (Kapitel 3.5.13, Tabelle 42). Um klimabedingte Veränderungen der Artenzusammensetzung zu analysieren (Kapitel 2.1.4), sollten in folgenden Biototypen Erfassungen der Pflanzengemeinschaften stattfinden:

- Nasswiesen §
- Seggen- und binsenreiche Feuchtwälder und Flutrasen §
- Sonstiges artenreiches Feuchtgrünland
- Sturzquellen §
- Tümpelquellen §
- Kalkarme Sickerquellen §
- Erlen-Bruchwälder nährstoffreicher Standorte §
- Birken-Erlen-Bruchwälder nährstoffärmerer Standorte §

Um die Vergleichbarkeit der Datengrundlage zu gewährleisten, sollten die Vegetationsaufnahmen mit der gleichen Methodik angefertigt werden, die im Feinmonitoring der FFH-Lebensraumtypen zur Anwendung kommt (LfULG 2011c). Zusätzliche Datenerhebungen sind bei den Quellbiototypen notwendig, um klimabedingte Effekte von Landnutzungseinflüssen zu trennen. Weil Quellen oftmals stark durch anthropogene Einflüsse (insbesondere Quellfassungen und Wasserentnahmen) geprägt sind, sollte für diese Biototypen begleitend eine Einschätzung solcher Beeinträchtigungen (in statistisch auswertbarer Form) erfolgen, die sich an der Bewertungsmatrix für den FFH-LRT 7220 (Kalktuffquellen) orientiert (LfULG 2011e). Über die Verbreitung der o. g. Biototypen geben die Ergebnisse des 2. Durchgangs der Selektiven Biotopkartierung erste Hinweise. Diese Kartie-

rung liegt landesweit und im Wald über alle Eigentumsarten vor, ist jedoch vom Datenstand schon relativ alt (zehn Jahre und älter). Für bestimmte Biotoptypen wie z. B. Grünland ist sie nur noch eingeschränkt repräsentativ. Neuere Daten liegen im Zuge des FFH-Grobmonitorings aus bestimmten, bereits bearbeiteten TK 25 vor und für den gesamten Landeswald durch den aktuellen Durchgang der Waldbiotopkartierung. Das FFH-Grobmonitoring, welches außerhalb des Waldes die selektive Biotopkartierung zukünftig ersetzt, soll ca. alle zwölf Jahre (TK 25 bezogen) aktualisierte Daten bereitstellen. Weil außer dem Sonstigen artenreichen Feuchtgrünland alle o. g. Biotoptypen gesetzlich geschützte Biotope darstellen (§), führen die Unteren Naturschutzbehörden Verzeichnisse (und ggf. Karten) über die Verbreitung dieser Biotope, die ebenfalls herangezogen werden können.

Für die Auswahl der konkreten Monitoringflächen wäre zunächst die Verbreitung der o. g. Biotoptypen zu recherchieren und dann eine repräsentative Auswahl an Monitoringflächen über Sachsen verteilt zu treffen. Dabei sollten Synergien zu bestehenden Monitoringflächen angestrebt werden (z. B. ÖFS, FFH, HNV). Bezüglich des Stichprobenumfanges (Anzahl an Monitoringflächen, Anzahl Vegetationsaufnahmen) sollte sich wegen der Vergleichbarkeit an das FFH-LRT-Feinmonitoring angelehnt werden. Eine Erfassung alle sechs Jahre reicht für ein Klimawandel-Biodiversitätsmonitoring jedoch nicht für alle Biotoptypen aus, sondern sollte abhängig vom Biotoptyp (z. B. im Grünland) in kürzeren Zyklen erfolgen (alle drei Jahre, in Wäldern alle sechs Jahre ggf. ausreichend).

### 3.6.8 Modul 8: Erweiterung des HNV-Monitorings für Pflanzengemeinschaften

Die derzeitigen Erfassungen im HNV-Monitoring sind kaum für eine Analyse klimawandelbedingter Veränderungen von Flora und Vegetation geeignet, weil nur selektive Erfassungen, z. T. nicht bis auf Artniveau, durchgeführt werden (siehe Kapitel 3.3.4). Um die Nutzungsmöglichkeiten der in diesem Programm erhobenen Daten zu verbessern, sind verschiedene Erweiterungen denkbar:

- Durch eine Erfassung aller Gefäßpflanzenarten auf den bestehenden 30 m-Transekten (anstelle der Beschränkung auf eine Kennartenauswahl) könnten Veränderungen des Arteninventars der untersuchten Lebensraum- und Nutzungstypen nachvollzogen werden.
- Die Gefäßpflanzenerfassungen könnten über die ausgewählten Lebensraum- und Nutzungstypen des HNV-Monitorings hinaus erweitert werden, um für die gesamte ÖFS-Fläche repräsentative Artenlisten zu gewinnen. Eine mögliche Methode wäre die Bearbeitung eines langen Transektes nach dem Vorbild des Schweizer Biodiversitätsmonitorings (<http://www.biodiversitymonitoring.ch>). Der Vorteil bestünde darin, dass bereits bearbeitete Abschnitte des HNV-Monitorings integriert werden könnten. Alternativ wäre auch eine flächenweise Erfassung entsprechend der Kartieranleitung des Landes Nordrhein-Westfalen ([http://www.naturschutzinformationen-nrw.de/methoden/de/dv\\_verfahren](http://www.naturschutzinformationen-nrw.de/methoden/de/dv_verfahren)) denkbar.
- Zu prüfen wäre, ob neben den Gefäßpflanzen in diesen Monitoringflächen (oder Transekten) auch Moose und Flechten erfasst werden können bzw. mit welchem Mehraufwand dies verbunden ist.
- Bei den Erfassungen sind neben den Artenlisten auch quantitative Angaben zu Deckungsgraden oder Individuenzahlen (jeweils in Klassen) zu erheben, um die Auswertungsmöglichkeiten zu erweitern (nicht nur Presence-Absence-Angaben).

Nachteilig ist, dass die Ergebnisse der verschiedenen Programme zum Monitoring von Flora und Vegetation aufgrund methodischer Unterschiede und unterschiedlicher räumlicher Skalen nicht ohne weiteres miteinander vergleichbar sind. Die Spannweite reicht von kleinräumigen quantitativen Erfassungen (Vegetationsaufnahmen des FFH-LRT-Feinmonitorings und des forstlichen Umweltmonitorings Level I und II) bis hin zu selektiven qualitativen (HNV-Monitoring) und semiquantitativen Erfassungen auf größerer Skala (LRT-typisches Arteninventar im Rahmen des FFH-LRT-Feinmonitorings). Optimal wäre ein einheitlicher methodischer Ansatz sowohl auf naturschutzfachlich bedeutsamen Flächen als auch in der Normallandschaft. Die zukünftige Ausgestaltung des Vegetationsmonitorings und des Pflanzenartenmonitorings bedarf noch der weiteren Diskussion, weil eine Vielzahl von Fragestellungen berücksichtigt werden müssen, die über das Thema Klimawandel hinausgehen, z. B. Bewertung von Erhaltungszuständen (FFH-Monitoring, Kapitel 3.3.1), Erfolgskontrolle von Agrarumweltmaßnahmen (EPLR-Programm, Kapitel 3.3.7), Evaluierung des Einflusses von Stoffeinträgen (forstliches Umweltmonitoring, Kapitel 3.3.5). An dieser Stelle sei noch einmal darauf verwiesen, dass sich ein komplexer Indikator für Vegetationsveränderungen analog dem CTI und AI derzeit am UFZ in Entwicklung befindet (Kapitel 2.1.4). Nach Abschluss der Entwicklung der Formel und der Testphase an realen Datensets (ggf. aus Sachsen) soll dieser Indikator ebenfalls für ein sächsisches Klimafolgenmonitoring verfügbar gemacht werden.

### 3.7 Vorschlag und Erläuterung eines Sets von komplexen Kernindikatoren zum Thema Biodiversität, die in ein themenübergreifendes sächsisches Klimafolgenmonitoring integriert werden können

In Sachsen wird derzeit ein ressortübergreifendes Klimafolgenmonitoring nach dem DPSIR-Modell<sup>30</sup> entwickelt. Beteiligt sind das SMUL und nachgeordnete Behörden (betroffene Fachressorts von LfULG, SBS, LTV). Diskussionsplattform ist die AG Klimafolgen. Das ressortübergreifend zu konzipierende Klimafolgenmonitoring soll v. a. die Auswirkungen des Klimawandels über Impact-Indikatoren darstellen und die ergriffenen Anpassungsmaßnahmen aufzeigen (mittels Response-Indikatoren), welche durchgeführt werden, um Folgewirkungen des Klimawandels zu begrenzen. Die Entwicklung der Impact-Indikatoren aus den Umweltbereichen Biodiversität/Naturschutz, Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft, Boden, den Landnutzungsbereichen Landwirtschaft und Wald/Forstwirtschaft sowie übergreifender Indikatoren ist weitgehend abgeschlossen.

Auf bundesweiter Ebene werden in dem BfN-Vorhaben „Indikatorensystem zur Darstellung direkter und indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt“ Biodiversitätsindikatoren im Kontext Klimawandel ebenfalls nach dem DPSIR-Modell entwickelt und abgestimmt. Es liegen Vorschläge für zahlreiche Indikatoren vor, die auch indirekte Auswirkungen des Klimawandels infolge der Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen einbeziehen (vgl. Projekttitel und Kapitel 3.2.2). Die beiden nachfolgend für Sachsen vorgeschlagenen Indikatoren (CTI, AI) sollen auch bundesweit Anwendung finden (z. B. CTI für Tagfalter und Vögel), wobei die konkrete Auswahl, Datengrundlage und Berechnungsmethodik der Indikatoren im bundesweiten Projekt derzeit noch in Diskussion ist. Jeweils ein geeignetes Set von Indikatoren des BfN-Projekts soll in die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) und die Nationale Biodiversitätsstrategie (NBS) einbezogen werden.

Für das Klimafolgenmonitoring Sachsen wurden für den Bereich Biodiversität zwei **komplexe** Kernindikatoren zur „Änderung der Artenzusammensetzung“ (N1, s. Kapitel 3.7.1) und zu „Arealveränderungen klimasensitiver Arten“ (N2, s. Kapitel 3.7.2) erarbeitet. Sie sind weniger taxonspezifisch als zuvor verwendete Systeme zur Klimasensitivitätsbewertung (s. Teil 1) und für verschiedene Tier- und Pflanzengruppen einsetzbar. Sie ermöglichen sowohl die Auswertung landesweiter Daten als auch einen Vergleich zwischen Regionen (auf großer Skalenebene, z. B. Vergleich der drei Naturregionen Tiefland, Hügelland und Mittelgebirge). Phänologische Aspekte des Klimawandels bei Pflanzenarten werden vom Indikator Ü1 (Veränderung phänologischer Phasen bei Pflanzen) abgedeckt, der von anderer Stelle (Referat Klima, Luftqualität des LfULG) bearbeitet wird. Diese drei Indikatoren bilden bereits übersichtsartig wichtige Folgen des Klimawandels auf die Biodiversität ab. Sie ermöglichen aber keine Auswertungen auf dem Niveau einzelner Arten oder den Vergleich kleinräumiger Gebiete. Beides und weitere detaillierte Auswertungsmöglichkeiten eröffnet erst ein spezifisches Klimawandel-Biodiversitätsmonitoring, während die komplexen Kernindikatoren methodisch so gestaltet sind, dass sie mit vorhandenen und in Zukunft vsl. auch weiterhin verfügbaren Daten berechnet werden können. Eine wichtige Grundlage dafür sind die jährlich neu hinzukommenden Datensätze bei Tagfaltern und Libellen in der Zentralen Artdatenbank des LfULG (s. Kapitel 2.3).

Momentan testen die Autoren dieser Studie wie bereits erwähnt einen Klimaindikator für Pflanzen, der auf den Arealdiagnosen (Arealformeln) nach MEUSEL et al. (1965; 1978) und MEUSEL & JÄGER (1992) beruht. Hierbei soll quasi die zu erwartende Klimareaktion der Arten durch die Abbildung hinsichtlich der Ozeanität und Kontinentalität ihrer Areale unter Berücksichtigung der Höhenstufe getrennt dargestellt werden (siehe Kapitel 2.1.4).

Nachfolgend werden die beiden komplexen Kernindikatoren für das sächsische ressortübergreifende Klimafolgenmonitoring (Impact-Indikatoren) von SMUL und AG Klimafolgen dargestellt. Dafür wird die Formatvorlage für die Kennblätter der Impact-Indikatoren verwendet, wie sie vom Referat Klima, Luftqualität des LfULG in Kooperation mit der AG Klimafolgen entwickelt

<sup>30</sup> DPSIR (Abkürzung für Driving forces, Pressures, States, Impacts and Responses) ist ein vereinfachtes Modell zur Darstellung von Umweltbelastungen und Umweltschutzmaßnahmen. Bisher wird es auf europäischer Ebene verwendet, so zum Beispiel von der Europäischen Umweltagentur (EEA). Das DPSIR-Modell beschreibt eine kausale Kette von Einflussgrößen: Driving forces (Treibende Kräfte), Pressures (Belastungen), State (Zustand), Impacts (Auswirkungen), Responses (Reaktionen, Anpassungsmaßnahmen).

wurde. Kernstück der Kennblätter sind die Darstellung der Berechnungsmethode (Formeln) und die beispielhaften Auswertungen bereits vorliegender Daten (mit Grafik) sowie die Hinweise für notwendigen Klärungsbedarf und für Weiterentwicklungen. Von der AG Klimafolgen wird angestrebt, alle entwickelten und als geeignet bewerteten Kernindikatoren zukünftig regelmäßig zu aktualisieren, wobei die genauen Berechnungsintervalle noch diskutiert werden müssen.

### 3.7.1 Artenzusammensetzung

<h1 style="margin: 0;">Klimafolgenmonitor Sachsen</h1> <h2 style="margin: 0;">IMPACT-Indikatoren</h2>	
<i>Indikator</i>	<i>Kennnummer</i>
<b>Änderung der Artenzusammensetzung (CTI)</b>	<b>I-N1</b>
<i>Stand:</i>	<i>Ansprechpartner</i>
10.05.2012	Dr. Rolf Tenholtern Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Tel. 03731 294-2100 Rolf.Tenholtern@smul.sachsen.de
<i>DAS-Abgleich</i>	
Impact: n.v. Response: n.v.	
<i>Thema</i>	<i>Sektor</i>
Artenzusammensetzung	Biodiversität/Naturschutz
<i>Definition</i>	
Als Indikator für die mittel- und langfristige Auswirkung der Temperaturentwicklung auf Tier- oder Pflanzengemeinschaften wird die Veränderung ihres <i>Community Temperature Index</i> (CTI) betrachtet, der Verschiebungen in den Populationsgrößen von Arten in einer Artengemeinschaft als Antwort auf Klimaveränderungen widerspiegelt.	
<i>Berechnungsvorschrift/Datenquelle</i>	
<p><u>1. Berechnung</u></p> <p>Der <i>Community Temperature Index</i> (CTI) berechnet sich als arithmetisches Mittel der nach ihrer Häufigkeit gewichteten <i>Species Temperature Indices</i> (STI) einer Artengemeinschaft in einer Zeiteinheit. Hierbei stellen die STI-Werte das arithmetische Mittel aus den Mitteltemperaturen eines gerasterten Verbreitungsareals innerhalb einer Referenzperiode dar (DEVICTOR et al. 2008). Im Vergleich zu alternativen Methoden hat sich der CTI als die am besten geeignete Methode erwiesen (VAN SWAAY et al. 2008 &amp; 2010). Ein großer Vorteil dieser Methode ist insbesondere die Möglichkeit der Anwendung in und der Vergleichbarkeit zwischen sehr unterschiedlichen Regionen und ihre Robustheit in Bezug auf Artenauswahl und Datenqualität. Für belastbare Auswertungen muss auf eine ausreichende Datenmenge geachtet werden (nach vorläufiger Einschätzung sind mindestens etwa 1.000 Datensätze pro Zeiteinheit und mindestens etwa 20 zufällig gewählte Arten nötig). Weil die Ergebnisse hauptsächlich durch häufige Arten bestimmt werden, sind auch Daten aus nicht flächendeckenden Monitoring-Programmen für die Auswertung geeignet. Verfälschungen der Ergebnisse sind möglich bei systematischer Auswahl (positiv wie negativ) temperatursensibler Arten sowie bei starken Migrationsereignissen, sodass u. U. migrierende Arten, deren Populationsentwicklung primär von Klimabedingungen in ihren Herkunftsgebieten bestimmt wird, aus der Analyse entfernt werden müssen. Nachteil der Methode ist die Notwendigkeit der Berechnung von STI-Werten für alle analysierten Arten, wofür zumindest europaweite Verbreitungskarten vorliegen müssen. STI-Werte existieren bislang nur für Vögel, Tagfalter und Libellen, sind aber grundsätzlich für jede Art(engruppe) mit entsprechender Kenntnis ihrer Verbreitung berechenbar. Beachtet werden muss auch, dass die Korrelationen des CTI mit Temperaturwerten von der Generationslänge der Arten abhängig sind. Während Populationen von Arten mit mehreren Generationen pro Jahr (z. B. viele Tagfalter) bereits im selben Jahr auf Temperaturveränderungen reagieren, sind bei Arten mit mehrjährigem Entwicklungszyklus (z. B. viele Libellen) Veränderungen in der Populationsdichte der Adulten erst mit mehrjähriger Verzögerung erkennbar. In diesen Fällen können beispielsweise einseitige gleitende Mittelwerte der Jahresmitteltemperaturen über eine entsprechende Zeitdauer zu besseren Korrelationen führen.</p>	

Zur Gewichtung sind zwei verschiedene Methoden möglich:

Methode 1 – Gewichtung mittels Individuenzahlen:

$$CTI_{IZ} = \sum_{j=1}^n \frac{STI_j \cdot IZ_j}{\sum_{i=1}^n IZ_i}$$

Hierbei sind  $i$  und  $j$  die Arten mit  $n$  als Anzahl der Arten,  $IZ$  die Individuenzahlen und  $STI$  die Species Temperature Indices.

Diese Methode ist vorzugsweise zu verwenden bei Monitoring-Daten, wobei hier im Falle von extremen Abundanzmöglichkeiten eine Transformation der Daten notwendig sein kann. Falls Individuenzahlen nicht oder nicht durchgängig vorliegen, kann stattdessen auch die folgende Methode verwendet werden:

Methode 2 – Gewichtung anhand von Datensatzzahlen:

$$CTI_{DS} = \sum_{j=1}^n \frac{STI_j \cdot DS_j}{\sum_{i=1}^n DS_i}$$

Hierbei sind  $i$  und  $j$  die Arten mit  $n$  als Anzahl der Arten,  $DS$  die Anzahl der Datensätze und  $STI$  die Species Temperature Indices.

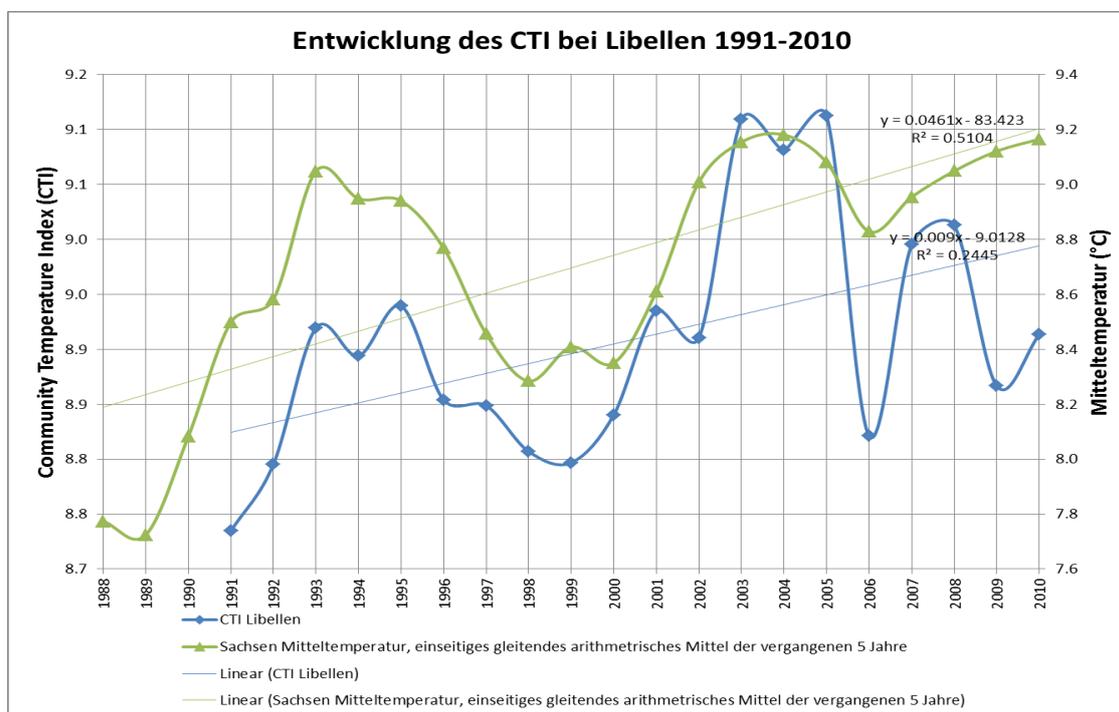
Die Veränderung des CTI entlang einer Zeitachse kann durch Berechnung generalisierter linearer Modelle (GLMs) erfolgen, wobei lineare Regressionsmodelle für einfache Trendberechnungen ausreichend sind.

## 2. Datenquellen

Tagfalter: Artdatenbank MultiBaseCS Rolf Reinhardt: ca. 100.000 Datensätze, ausreichende Daten für 1975-2010; TMD (Tagfalter-Monitoring Deutschland), UFZ (seit 2005)

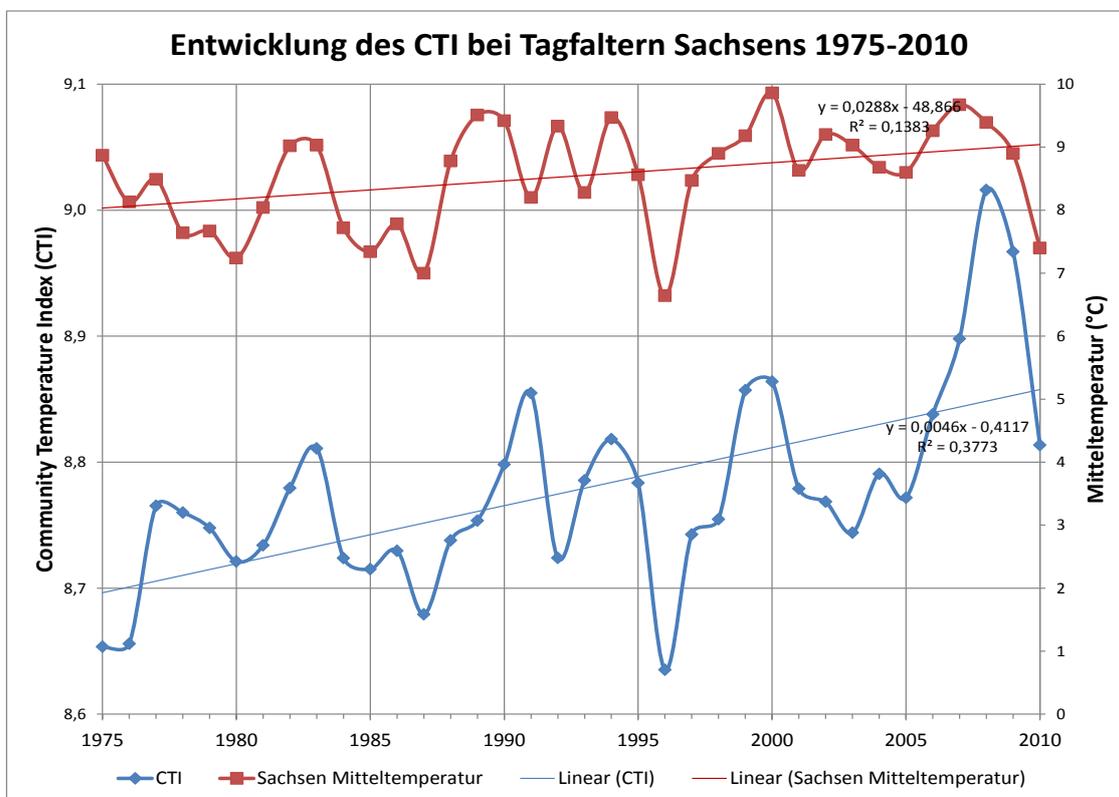
Libellen: Zentrale Artdatenbank des LfULG: ca. 50.000 Datensätze, ausreichende Daten für 1991-2010

## Grafik



Steigt der CTI mit der Zeitachse an, wie das anhand dieser und der folgenden Grafiken bei Libellen und Tagfaltern nachgewiesen wurde, dann hat sich das Verhältnis der Arten (bzw. ihrer Individuenzahlen/Datensätze) dahingehend verändert, dass Arten mit höheren STI-Werten anteilig zugenommen haben. Das bedeutet, dass Arten (bzw. ihre Individuenzahlen/Datensätze) anteilmäßig zunehmen, die hinsichtlich ihres Verbreitungsbildes (auch) in wärmeren

Regionen vorkommen, während Arten kühlerer Regionen zurückgehen. Eine signifikante Korrelation zwischen CTI und Jahresmitteltemperatur bringt zum Ausdruck, dass der CTI und damit die Zusammensetzung der Artengemeinschaft der klimasensitiven Artengruppe von der Temperatur abhängig ist. In der Grafik oben zum CTI bei Libellen ergibt sich eine hohe Korrelation ( $0,73^{***31}$ ) mit dem gleitenden Mittel der Temperatur der vergangenen fünf Jahre, während wegen der meist mehrjährigen Generationslänge der Libellen zur Jahresmitteltemperatur keine signifikante Korrelation besteht.

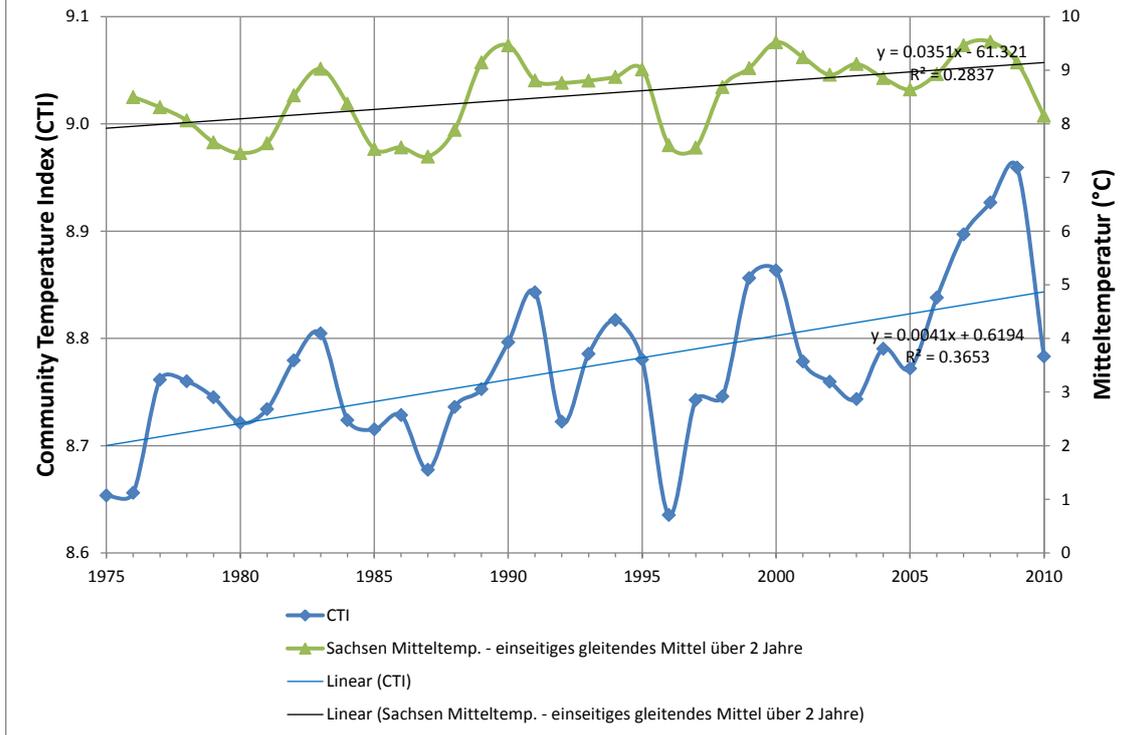


Der Korrelationskoeffizient des CTI mit der Jahresmitteltemperatur beträgt  $0,59^{***}$  ( $p=0,0002$ ).

Der ungewöhnlich hohe Peak des CTI im Jahre 2008 ist durch die starke Einwanderung des Postillons (*Colias crocea*) bedingt, einer in Sachsen nicht bodenständigen Wanderfalterart. Bei Entfernung der Daten für diese Art aus der Analyse verschwindet dieser Peak:

<sup>31</sup> \*\*\* = höchstsignifikante Korrelation ( $p < 0,001$ )

### Entwicklung des CTI bei Tagfaltern Sachsen 1975-2010 ohne Wandergelbling (*Colias crocea*)



In dieser Grafik wird statt der Jahresmitteltemperatur das gleitende zweijährige Mittel (für das aktuelle und das vorangehende Jahr) angezeigt, weil die Reproduktion und Larvalentwicklung vieler Tagfalter bereits im Vorjahr erfolgt. Die Korrelation mit dem CTI steigt dann auf 0,67\*\*\* (p=0,00001).

#### Klimasensitivität/Bewertung

Die klimarelevante Aussagekraft des CTI wurde bereits bei Vögeln und Tagfaltern nachgewiesen. Im Vergleich zu anderen Methoden zeigte der CTI die größte Sensitivität für klimatisch bedingte Populationsveränderungen. Besonders geeignet ist der CTI für wechselwarme Organismen mit hoher Temperaturabhängigkeit wie Insekten. Diese sind sehr klimasensitiv und reagieren auch aufgrund ihrer vergleichsweise kurzen Generationszyklen schneller auf Klimaveränderungen als die meisten Wirbeltiere. Eine Verbindung dieses Indikators besteht zu Indikator N2 (Arealveränderungen klimasensitiver Arten), der in einer Berechnungsvariante auch die Verwendung des STI (eine Komponente des CTI) vorsieht.

#### Hinweise/Klärungsbedarf

Die Anwendung dieses Indikators erfordert relativ große und möglichst regelmäßige Datenerhebungen mit kurzen (möglichst mindestens jährlichen) Erfassungsintervallen. Optimal geeignet hierfür sind Monitoring-Programme wie das *Tagfalter Monitoring Deutschland* (TMD), die Populationsentwicklungen gut erfassen. Eine kostengünstige Datenerhebung ist mit Hilfe von langfristig angelegten Citizen Science Programmen möglich. Die Berechnung des CTI ist grundsätzlich mit in regelmäßigen Zeitintervallen standardisiert erfassten Daten (Monitoring-Programme) als auch mit unregelmäßigeren Erfassungsdaten der ehrenamtlichen Artenkartierer möglich, wobei in beiden Fällen bestimmte Anforderungen an die Datensets hinsichtlich Datensatzzahl, Homogenität, Repräsentativität erfüllt sein müssen. Um die Vergleichbarkeit der Daten zwischen den Jahren zu gewährleisten, ist auf ausreichende Homogenität in räumlicher wie zeitlicher Hinsicht zu achten. Dabei ist weniger die Gesamtdatenmenge entscheidend als vielmehr das Vorliegen eines ähnlichen Verhältnisses an Daten zwischen verschiedenen Regionen (z. B. Tiefland vs. Bergland), unterschiedlichen Lebensräumen (z. B. Feuchtgrünland vs. Trockenrasen) und verschiedenen Jah-

reszeiten. Für einen Vergleich mit anderen Bundesländern sind repräsentative Erhebungen anzustreben. Diese werden am besten mittels standardisierter Monitoring-Programme auf repräsentativen Flächen (Beispiel: ÖFS) erreicht. Die gezeigten Grafiken im vorliegenden Kennblatt basieren hingegen auf Zufallsdaten ehrenamtlicher Kartierer, die nur für eine allgemeine Trendanalyse über langjährige Zeitintervalle hinreichend homogen sind. Zu beachten ist, dass CTI-Berechnungen von den zugrunde gelegten Verbreitungsarealen abhängen, deren Abgrenzung mit verschiedenen Problemen behaftet sein kann (z. B. aufgrund von Migration oder Extinktion) und dass großflächige Änderungen in der Landnutzung (z. B. Änderungen im Waldanteil, s. CLAVERO et al., 2011) einen Einfluss auf den CTI haben können. Für regionalisierte CTI-Auswertungen sind die derzeit vorhandenen sächsischen Daten größtenteils unzureichend. Klärungsbedarf besteht noch in der korrekten Berechnung von Konfidenzintervallen und Signifikanztests. Die Ergebnisse v. a. für die Jahre 2009 und 2010 könnten ggf. noch komplettiert werden, weil erfahrungsgemäß die Einspeisung der Kartierungsdaten in die Zentrale Artdatenbank des LfULG nachläuft.

#### Referenzen:

- CLAVERO, M., VILLERO, D. & BROTON, L. (2011): Climate change or land use dynamics: Do we know what climate change indicators indicate? PLoS ONE 6 (4): e18581.
- DEVICTOR, V., JULLIARD, R., COUVET, D. & JIGUET, F. (2008): Birds are tracking climate warming, but not fast enough. Proceedings of the Royal Society Series B-Biological Sciences 275: 2743-2748.
- VAN SWAAY, C., HARPKE, A., VAN STRIEN, A., FONTAINE, B., STEFANESCU, C., ROY, D. B., MAES, D., KÜHN, E., ÖUNAP, E., REGAN, E., ŠVITRA, G., HELIÖLÄ, J., SETTELE, J., MUSCHE, M., WARREN, M., PLATTNER, M., KUUSSAARI, M., CORNISH, N., SCHWEIGER, O., FELDMANN, R., JULLIARD, R., VEROVNIK, R., ROTH, T., BRERETON, T. & DEVICTOR, V. (2010): The impact of climate change on butterfly communities 1990-2009. (ed. by B.C.D. Vlinderstichting), Wageningen.
- VAN SWAAY, C., VAN STRIEN, A. J., JULLIARD, R., SCHWEIGER, O., BRERETON, T., HELIÖLÄ, J., KUUSSAARI, M., ROY, D. B., STEFANESCU, C., WARREN, M. S. & SETTELE, J. (2008): Developing a methodology for a European butterfly climate change indicator. De Vlinderstichting, Wageningen.

### 3.7.2 Arealveränderungen

## Klimafolgenmonitor Sachsen

### IMPACT-Indikatoren

#### Indikator

**Arealveränderungen klimasensitiver Arten (AI)**

#### Kennnummer

**I-N2**

#### Stand:

06.06.2012

#### Ansprechpartner

Dr. Rolf Tenholtern  
Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Tel. 03731 294-2100  
Rolf.Tenholtern@smul.sachsen.de

#### DAS-Abgleich

Impact: n.v.  
Response: n.v.

#### Thema

Areale klimasensitiver Arten

#### Sektor

Biodiversität/Naturschutz

#### Definition

Als Indikator für die langfristige Auswirkung der Temperaturentwicklung auf die Arealgrenzen von Tier- und Pflanzenarten wird die Veränderung des *Areal-Index* (AI) abgebildet, die klimabedingte Verschiebungen von Arealgrenzen widerspiegelt.

#### Berechnungsvorschrift/Datenquelle

##### 1. Berechnung

Der *Areal-Index* (AI) ist ein Maß für das Verhältnis der Areale wärmeadaptierter zu kälteadaptierten Arten einer Artengruppe in einer Region. Zur Berechnung werden die Summen der besiedelten Rasterzellen (z. B. Messtischblätter) aller wärmeadaptierten und kälteadaptierten Arten getrennt berechnet und daraus ein Quotient gebildet. Mit wärmeadaptierten Arten sind diejenigen Arten gemeint, die in Sachsen aufgrund ihrer höheren Temperatursprüche eine Verbreitungsgrenze besitzen, beispielsweise (sub-) mediterrane Faunen- und Florenelemente, die in

Sachsen auf wärmebegünstigte Standorte der Tieflagen beschränkt sind. Demgegenüber handelt es sich bei den kälteadaptierten Arten um boreale oder montane Elemente, die in Sachsen meist nur Gebirgslagen und Mooregebiete besiedeln. Die Auswahl und Zuordnung klimasensitiver Arten erfolgt anhand ihrer europäischen Verbreitungsareale (Methode 1). Hierbei werden nur Arten berücksichtigt, die in Mitteleuropa ihre nördliche oder südliche Verbreitungsgrenze besitzen. Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in Nordeuropa oder in den Gebirgen bilden die Gruppe der „nördlichen“ Arten, diejenigen mit Verbreitungsschwerpunkt in Südeuropa die der „südlichen“ Arten. Nicht klar zuordenbare Arten (beispielsweise solche mit atlantischem oder kontinentalem Verbreitungsschwerpunkt) werden in der Analyse nach Methode 1 nicht berücksichtigt.

Als Alternative zu dieser Methode, der eine gewisse Subjektivität anhaftet, besteht auch die Möglichkeit, eine Selektion und Gewichtung der Arten hinsichtlich ihrer Klimasensitivität mit Hilfe ihrer *Species Temperature Indices* (STI) vorzunehmen (Methode 2). Bei dieser Methode werden alle Arten einer Artengruppe in die Auswertung einbezogen und ihre Areale gemäß der Abweichung ihrer STI-Werte vom mittleren *Community Temperature Index* (CTI) der Artengruppe gewichtet (s. a. Erläuterungen unter Indikator N1 zum CTI, Kapitel 3.7.1). STI-Werte liegen bisher für die Artengruppen der Vögel, Tagfalter und Libellen vor.

Der Areal-Index stellt eine Neuentwicklung im vorliegenden FuE-Vorhaben „Naturschutzfachliches Monitoring Klimawandel und Biodiversität“ dar und wurde bereits für sächsische Tagfalter und Libellen getestet. Dieser Index kann nur für Artengruppen verwendet werden, in denen es (auf Sachsen bezogen) sowohl wärmeadaptierte als auch kälteadaptierte Arten gibt. Wichtig ist eine möglichst gute räumliche Abdeckung des Landes Sachsen. Der große Vorteil dieses Index ist seine Robustheit gegenüber Schwankungen in der Datenmenge und seine Unabhängigkeit von Abundanzangaben. Dies ermöglicht die Auswertung langer Zeitperioden, zumal Daten bei unzureichender Datenlage auch zu mehrjährigen Zeitintervallen zusammengefasst werden können. Damit ist dieser Indikator insbesondere für die Auswertung von Datenbanken geeignet (z. B. Zentrale Artdatenbank des LfULG), die u. a. zum Zweck der Erstellung von Verbreitungsatlanten generiert werden, wohingegen Daten aus Monitoring-Programmen nur bei einer guten räumlichen Abdeckung geeignet sind. Wie der CTI ist auch der AI empfindlich gegenüber starken sporadischen Migrationseignissen, sodass solche Arten u. U. aus der Analyse entfernt werden müssen.

Die Veränderung des AI entlang einer Zeitachse erfolgt mittels linearen Regressionsmodellen.

Berechnungsformeln:

Methode 1 – manuelle Selektion:

$$AI = \frac{\sum_{i=1}^w MTB_i}{\sum_{j=1}^k MTB_j}$$

Hierbei sind  $i$  und  $j$  die südlichen bzw. nördlichen Arten mit  $w$  als Anzahl der südlichen und  $k$  als Anzahl der nördlichen Arten und  $MTB$  die Anzahl der besiedelten Messtischblatffelder.

Methode 2 – Gewichtung mittels STI:

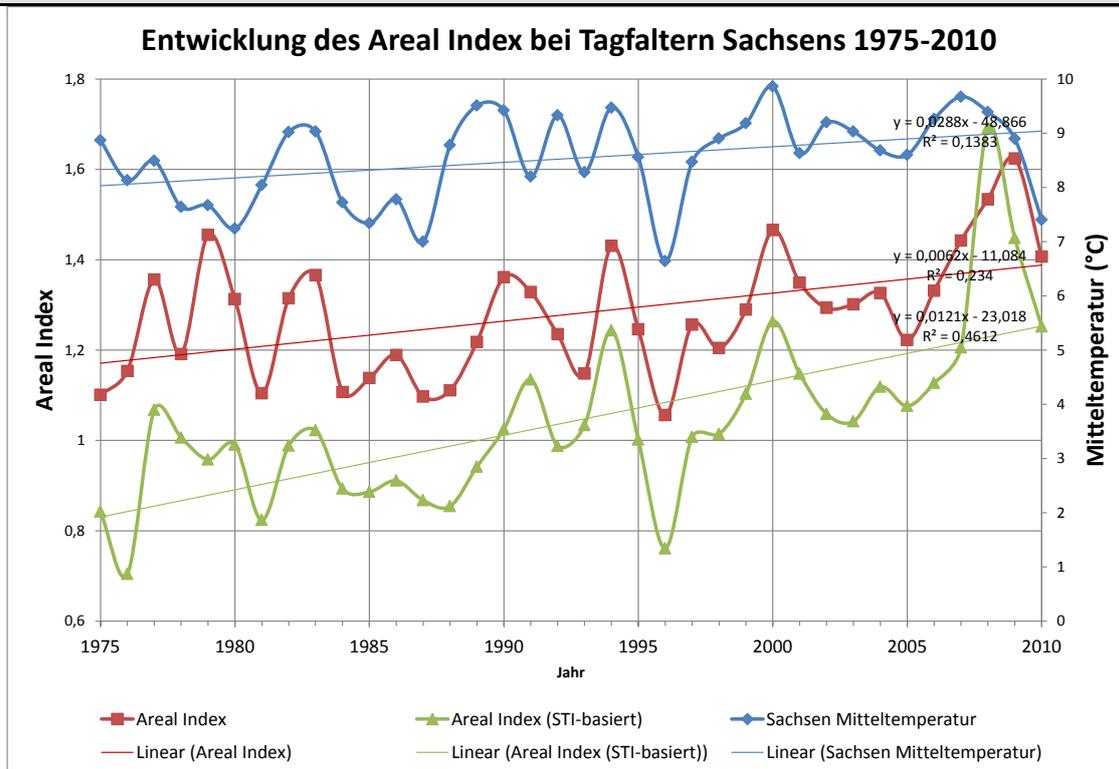
$$AI_{STI} = \frac{\sum_{i=1}^w MTB_i * (STI_i - \overline{CTI})}{\sum_{j=1}^k MTB_j * (\overline{CTI} - STI_j)}$$

Hierbei sind  $i$  und  $j$  die südlichen bzw. nördlichen Arten mit  $w$  als Anzahl der südlichen und  $k$  als Anzahl der nördlichen Arten,  $MTB$  die Anzahl der besiedelten Messtischblatffelder,  $STI$  die Species Temperature Indices und  $\overline{CTI}$  der mittlere Community Temperature Index in einer Referenzperiode. Zur Berechnung von STI und CTI s. Indikator N1, Kapitel 3.7.1.

## 2. Datenquellen

Tagfalter: Artdatenbank MultiBaseCS Rolf Reinhardt: ca. 100.000 Datensätze, ausreichende Daten für 1975-2010;  
Libellen: Zentrale Artdatenbank des LfULG: ca. 65.000 Datensätze, ausreichende Daten für 1991-2010.

### Grafik



Wenn der *Areal-Index* (AI) wie im Falle der Tagfalter in der Abbildung über die Zeitachse ansteigt, dann haben sich die Areale (beurteilt bspw. anhand der besiedelten MTB) wärmeadaptierter Arten ausgeweitet oder die Areale kälteadaptierter Arten verkleinert oder Beides. Eine signifikante Korrelation des AI zur Jahresmitteltemperatur (z. B. STI-basierter Areal-Index 0,48\*\* in obiger Abbildung) zeigt die Abhängigkeit des AI von der Temperatur. Die beiden AI nach Methode 1 und Methode 2 sind für die Tagfalter stark korreliert (0,81\*\*\*).

### Klimasensitivität/Bewertung

Veränderungen von Arealgrenzen durch Klimaveränderung sind bei verschiedenen Organismengruppen (z. B. Vögel, Tagfalter, Libellen, Gefäßpflanzen) bereits gut dokumentiert, insbesondere am Nordrand ihrer Verbreitung (z. B. in Großbritannien und Finnland) sowie entlang von Höhengradienten (GRABHERR et al. 1994; PARMESAN et al. 1999; THOMAS & LENNON 1999; WARREN et al. 2001; HILL et al. 2002; KONVICKA et al. 2003; BROMMER 2004; THOMAS et al. 2006). Die Auswertung der sächsischen Tagfalterdaten hat zudem eine deutliche Korrelation des AI mit der Jahresmitteltemperatur erwiesen.

Eine Verbindung besteht insbesondere mit dem Indikator N1 (Änderung der Artenzusammensetzung).

Der AI ist insbesondere für faunistische Datensätze mit guter räumlicher Abdeckung geeignet. Die Anwendung des AI erfordert eine ausreichende Anzahl wärmeadaptierter wie kälteadaptierter Arten. Eine automatisierte Anwendung des AI ist bei Vorliegen von STI-Werten möglich. Der AI (insbesondere der STI-basierte) korreliert stark mit dem CTI (Indikator N1), ist aber ein weniger sensibler Indikator. Der AI ist jedoch auch für Organismengruppen geeignet, für die keine europäischen Arealarten vorliegen und für die somit keine STI-Werte verfügbar sind bzw. berechnet werden können. Damit ist der AI universeller einsetzbar.

Für die korrekte Anwendung des AI ist eine vergleichbare räumliche Abdeckung in der Erfassungsintensität zwischen den verglichenen Zeitperioden entscheidend. Wenn sich beispielsweise das Verhältnis der Erfassungsintensität von Bergland zu Tiefland zwischen zwei Erfassungsperioden ändert, kommt es zu verfälschten AI-Werten. Bei periodischen Erhebungen (z. B. alle drei bis sechs Jahre wie beim FFH-Monitoring) können die Daten problemlos zu entsprechenden Perioden zusammengefasst werden, um die Streuung der AI-Werte zu verringern. Allerdings reduziert sich dadurch die zeitliche Auflösung bei der Auswertung entsprechend. Für Berechnungsmethode 2 – Gewichtung mittels STI – finden sich bezüglich der Anforderungen an die Datensets Hinweise im Kennblatt des Indikators N1 (siehe dort im Kapitel 3.7.1). Monitoringdaten sind insbesondere bei geringer räumlicher Abdeckung zur Berechnung des AI weniger geeignet.

Als neuentwickelter Indikator sind weitere Tests erforderlich, um seine Anwendbarkeit auf weitere reale Datensets zu überprüfen. Klärungsbedarf besteht auch noch in der korrekten Berechnung von Konfidenzintervallen und Signifikanztests.

### Referenzen:

- BROMMER, J.E. (2004): The range margins of northern birds shift polewards. *Ann Zool Fennici* 41: 391-397.
- GRABHERR, G., GOTTFRIED, M. & PAULI, H. (1994): Climate Effects on Mountain Plants. *Nature* 369 (6480): 448-448.
- HILL, J. K., THOMAS, C. D., FOX, R., TELFER, M. G., WILLIS, S. G., ASHER, J. & HUNTLEY, B. (2002): Responses of butterflies to twentieth century climate warming: implications for future ranges. *Proceedings of the Royal Society Series B-Biological Sciences* 269 (1505): 2163-2171.
- KONVICKA, M., MARADOVA, M., BENES, J., FRIC, Z. & KEPKA, P. (2003): Uphill shifts in distribution of butterflies in the Czech Republic: effects of changing climate detected on a regional scale. *Glob Ecol Biogeogr* 12 (5): 403-410. doi:10.1046/j.1466-822X.2003.00053.x
- PARMESAN, C., RYRHOLM, N., STEFANESCU, C., HILL, J. K., THOMAS, C. D., DESCIMON, H., HUNTLEY, B., KAILA, L., KULLBERG, J., TAMMARU, T., TENNENT, W. J., THOMAS, J. A. & WARREN, M. (1999): Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature* 399 (6736): 579-583.
- THOMAS, C. D., FRANCO, A. M. A. & HILL, J. K. (2006): Range retractions and extinction in the face of climate warming. *Trends Ecol Evol* 21 (8): 415-416. doi:DOI 10.1016/j.tree.2006.05.012
- THOMAS, C. D. & LENNON, J. J. (1999): Birds extend their ranges northwards. *Nature* 399 (6733): 213.
- WARREN, M. S., HILL, J. K., THOMAS, J. A., ASHER, J., FOX, R., HUNTLEY, B., ROY, D. B., TELFER, M. G., JEFFCOATE, F., HARDING, P., JEFFCOATE, G., WILLIS, F. G., GREATORREX-DAVIES, J. N., MOSS, D. & THOMAS, C. D. (2001): Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. *Nature* 414: 65-69.

# 4 Zusammenfassung

Um Veränderungen der Biodiversität durch den Klimawandel frühzeitig erkennen, langfristig beobachten und dokumentieren zu können, ist ein systematisches Monitoring Klimawandel und Biodiversität notwendig. Die daraus abgeleiteten Erkenntnisse hinsichtlich der Betroffenheit von klimasensitiven Arten, Biotopen und Biozönosen sind für eine zielgerichtete Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen des Naturschutzes an den Klimawandel und das rechtzeitige Erkennen von Chancen und Risiken (z. B. hinsichtlich zurückgehender oder neu einwandernder Arten) hilfreich. Mit den Erkenntnissen können u. a. Maßnahmen des Biotopverbunds, des Schutzgebietsmanagements, der Stabilisierung und Renaturierung des Wasserhaushaltes von Feuchtgebieten, v. a. von Mooren, oder gezielte Artenschutzmaßnahmen effektiver an den Erfordernissen des Klimawandels ausgerichtet werden.

Im Jahr 2009 startete deshalb das vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) beim Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) beauftragte FuE-Vorhaben zur Entwicklung eines Monitoringkonzeptes Klimawandel und Biodiversität. In der ersten Projektphase (Teil 1 – Heft 24/2013 der Schriftenreihe) wurden folgende Themenkomplexe bearbeitet:

- Recherche bestehender Indikatoren und Bewertungssysteme zum Klimawandel
- Literaturrecherche zu den Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tiergruppen, Pflanzen und Lebensräume
- Identifizierung in Sachsen vorkommender klimasensitiver Arten und Lebensräume sowie deren Auswahl für ein Monitoring
- erste räumliche Analysen zum Vorkommen klimasensitiver Arten und Lebensräume in Sachsen
- Recherche nach laufenden Monitoring-Programmen mit möglichem Synergiepotenzial für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität
- Darstellung geeigneter Monitoringmethoden zur Erfassung der klimasensitiven Arten und Biotope

Im vorliegenden Teil werden die Ergebnisse der zweiten Projektphase dargestellt, in der als wesentliche Themenkomplexe bearbeitet wurden:

- eine Analyse sächsischer Biodiversitätsdaten unter dem Aspekt Klimawandel
- konkrete Auswahl der sächsischen Monitoring-Programme, deren Daten für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität mit genutzt werden können; Aufzeigen der Synergien und Lücken im Hinblick auf ein Klimafolgenmonitoring
- die Weiterentwicklung des sächsischen Monitoringkonzeptes Klimawandel und Biodiversität basierend auf den Ergebnissen der ersten Projektphase (Teil 1)

## Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität – Auswertung von Daten aus Sachsen

### *Erarbeitung geeigneter Auswertungsmethoden*

Die Analyse der Effekte von Klimaveränderungen auf die Biodiversität ist anspruchsvoll, weil Landnutzungseffekte ebenfalls eine, häufig sogar dominante Rolle spielen und sich diese teilweise nur schwer von Klimaeffekten trennen lassen. Ein möglicher Ausweg sind speziell für die Abbildung von Klimaveränderungen konzipierte Indices auf der Basis ganzer Artengemeinschaften, deren Entwicklung erst in den letzten Jahren begonnen hat. Im Rahmen dieses Projektes wurden solche Indices neu entwickelt bzw. weiterentwickelt:

- Der Community Temperature Index (CTI) ist ein Maß für das Verhältnis von wärmeliebenden zu kälteadaptierten Arten in einem Gebiet, gewichtet nach ihrer Häufigkeit. Ein Anstieg dieses Index zeigt an, dass die Populationen wärmeliebender Arten im Vergleich zu kälteadaptierten Arten zunehmen (**Populationsveränderungen**) und dies bereits dann, wenn sich das Artenspektrum noch nicht geändert hat. Dieser erst in den letzten Jahren entwickelte Index wurde insofern fortentwickelt, als dass nun auch für eine vergleichsweise kleinere Region wie Sachsen überprüft werden kann, ob sich innerhalb der Artengemeinschaften der Tagfalter, Libellen oder Vögel temperaturbedingte Veränderungen ergeben. Des Weiteren wird ersichtlich, ob die Anpassung der Artengemeinschaft mit der beobachteten Klimaveränderung schritthalten kann oder ob durch mangelnde Reaktion eine „Klimaschuld“ entsteht.
- Der in diesem Projekt neu entwickelte Areal-Index (AI) bezeichnet das Verhältnis der Areale (besiedelten Messtischblätter) wärmeliebender zu kälteadaptierter Arten und ermöglicht es damit, klimabedingte **Arealveränderungen** in einer Artengemeinschaft abzubilden. Für die Selektion der wärme- und kälteadaptierten Arten wurden zwei Methoden vorgeschlagen. Sie

kann manuell erfolgen, wobei dann nur Arten mit Verbreitungsgrenzen innerhalb Sachsens berücksichtigt werden. Diese Methode hat den Vorteil, dass die Berechnung für jede Artengruppe (auch Pflanzen) möglich ist. Bei der zweiten Methode werden alle Arten der Artengruppe einbezogen und eine Gewichtung anhand der STI-Werte (Species Temperature Indices) vorgenommen, die aber bisher erst für die drei o. g. Artengruppen verfügbar sind (vgl. Anstrich zu CTI).

- Für Pflanzengemeinschaften wurde mit der Erarbeitung eines neuartigen Index auf Basis von Arealformeln begonnen, weil bspw. die Analyse von Ellenberg-Zeigerwerten nur unter großen Einschränkungen Hinweise auf klimabedingte Reaktionen geben kann.
- Stehen lediglich Daten zu einzelnen oder wenigen klimasensitiven Arten zur Verfügung, kann zwar die Populations- oder Arealentwicklung als mögliche Reaktion auf Klimaveränderungen interpretiert werden; eine Verwendung der o. g. Indices ist hingegen nicht möglich.

#### *Für eine Auswertung in Frage kommende Datensätze*

Die Nutzbarkeit vorhandener faunistischer Datensätze am LfULG wurde dahingehend überprüft, ob sich diese zur Berechnung des CTI eignen. Für die Auswertung geeignete Datensätze liegen derzeit insbesondere bei den Tagfaltern (seit 1975) und bei den Libellen (seit 1990) vor, ferner bei den Vögeln (aus dem DDA-Monitoring erst seit 2005). Bei den Säugetieren, Amphibien und Schrecken liegen zwar seit 1990 geeignete Datensätze vor, aber die für CTI-Auswertungen erforderlichen STI-Werte fehlen derzeit noch. Für die Fortschreibung der entwickelten Indices ergeben sich bestimmte Anforderungen, die neben einer allgemeinen Charakterisierung und Darstellung der Berechnungsmethoden in zwei Indikatoren-Kennblättern beschrieben wurden. So werden für die Berechnung des CTI mindestens 1.000 Datensätze pro Jahr von mindestens 20 zufällig gewählten Arten, deren Verbreitungsdaten räumlich über Sachsen verteilt sind, als Anwendungsvoraussetzung empfohlen.

#### *Ergebnisse der Berechnungen von CTI und AI bei Tagfaltern, Libellen und Vögeln*

Die Auswertungen des CTI und AI zeigen sowohl bei Tagfaltern wie bei Libellen einen ansteigenden Trend, der aber nur etwa halb so stark ausfällt wie gemäß Temperaturentwicklung zu erwarten wäre. Der Anstieg deutet darauf hin, dass sich das Artengefüge der Tagfalter und Libellen Sachsens in den zurückliegenden 20-35 Jahren bereits in Richtung einer Zunahme der wärmeadaptierten Arten verschoben hat. Während Tagfalterpopulationen auf Temperaturveränderungen innerhalb von 1-2 Jahren reagieren, kommt es bei Libellen aufgrund ihrer meist mehrjährigen Larvalentwicklung zu einer deutlich verzögerten Reaktion. Signifikante Korrelationen des CTI mit der Jahresmitteltemperatur verdeutlichen eine enge Abhängigkeit der Populationen dieser wechselwarmen Insektengruppen von der Temperatur. Bei Vögeln ist ein klarer Trend des CTI dagegen anhand der sächsischen Daten nicht erkennbar, was mit der Heterogenität der Daten und der zu kurzen Zeitreihe (der DDA-Monitoringdaten) begründet werden kann. Europa- und deutschlandweit wurde dagegen ein steigender CTI auch schon für Vogelgemeinschaften belegt.

Die beiden Indikatoren CTI und AI wurden auch in das bundesweite Projekt des BfN zur Indikatorenentwicklung im Bereich Klimawandel und Biodiversität sowie als Impact-Indikatoren in das sächsische Klimafolgenmonitoring eingebracht. Sie sollen zukünftig in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden.

#### *Analyse potenzieller Einwanderungen von Arten nach Sachsen am Beispiel der Tagfalter*

Sämtliche derzeit in Sachsen nicht bodenständigen Tagfalterarten Europas wurden unter Berücksichtigung ihrer modellierten Klimanische auf ihr Potenzial zur Einwanderung nach Sachsen geprüft. Dabei zeigte sich nicht nur bei einigen historisch bereits nachgewiesenen Arten, sondern auch bei 22 in Sachsen noch nie gefundenen Arten (5,7 % der bewerteten Arten) eine hohe Einwanderungswahrscheinlichkeit innerhalb der nächsten 70 Jahre.

### **Weiterentwicklung des sächsischen Monitoringkonzeptes**

#### *Aktualisierung der Listen klimasensitiver Arten*

Ausgehend von der in der ersten Projektphase (s. Teil 1) erfolgten Erarbeitung von Listen klimasensitiver Arten wurden in der zweiten Projektphase diverse Aktualisierungen und Ergänzungen vorgenommen. Somit wurde dem sich weiterentwickelnden Wissensstand Rechnung getragen. In den Tabellen klimasensitiver Tierarten wurden nur graduelle Veränderungen vorgenommen. Die Liste der Pflanzenarten wurde nochmals vereinfacht, wobei insbesondere solche Arten in der Übersicht belassen wurden, die sehr klimasensitiv sind, einen gesetzlichen Schutzstatus aufweisen, aus Gründen der Erfassbarkeit für ein Monitoring besonders geeignet sind oder die im Rahmen bestehender Monitoringprogramme bereits mehrfach erfasst wurden. Die

Gefäßpflanzen wurden außerdem einer dreistufigen Monitoringpriorität (sehr hoch, hoch, gering) zugeordnet. Die Tabelle klimasensitiver Lebensräume wurde um acht Biotoptypen ergänzt, die keinem FFH-LRT zugeordnet werden können. Dazu gehören vor allem Feuchtgrünländer, Quellbiotope und Bruchwälder.

#### *Analyse bestehender Monitoring-Programme hinsichtlich ihrer generellen Nutzbarkeit für ein Monitoring Klimawandel und Biodiversität*

Eine wesentliche Anforderung an das zu erstellende Monitoringkonzept war, dass bestehende Monitoring-Programme möglichst einbezogen werden, um Synergieeffekte zu nutzen. Daher wurden folgende Programme, die (auch) biotische Daten erfassen und für die ein mögliches Synergiepotenzial am ehesten zu erwarten war, einer konkreten Nutzbarkeitsanalyse unterzogen: FFH-Monitoring, SPA-Monitoring, Monitoring häufiger Brutvögel, Tagfalter-Monitoring, HNV-Monitoring, forstliches Umweltmonitoring, Monitoring nach Wasserrahmenrichtlinie, naturschutzfachliche Begleitung biodiversitätsbezogener Agrarumweltmaßnahmen des EPLR. Die Monitoring-Programme wurden daraufhin untersucht, ob Daten klimasensitiver Arten erfasst werden, die Daten zur Quantifizierung komplexer Indizes auf Artengemeinschaftsbasis verwendet werden können, ob die Erhebungsfrequenzen und die räumliche Repräsentanz für das geplante Vorhaben geeignet sind.

Mit einer Ausnahme (s. unterhalb der Aufzählung) können aus allen Programmen Daten bezogen werden, um die Populationsentwicklung klimasensitiver Arten oder klimabedingte Veränderungen von Artengemeinschaften und Lebensräumen zu analysieren. Die wesentlichen Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Aus dem Präsenzmonitoring der FFH-Arten und dem Grobmonitoring der Lebensraumtypen lassen sich Rückschlüsse auf klimabedingte Arealveränderungen ausgewählter Arten und Lebensräume ziehen.
- Zur Analyse von Bestandsänderungen klimasensitiver Arten lassen sich Daten aus dem Feinmonitoring der FFH-Arten, Feinmonitoring der FFH-Lebensraumtypen (Vegetationsaufnahmen), SPA-Monitoring, Monitoring häufiger Brutvögel, Tagfalter-Monitoring, WRRL-Monitoring und dem forstlichen Umweltmonitoring verwenden.
- Komplexe Indikatoren zur Beschreibung klimabedingter Veränderungen der Artenzusammensetzung können mit Hilfe von Daten aus dem Feinmonitoring der FFH-Lebensraumtypen (Vegetationsaufnahmen), forstlichen Umweltmonitoring (Vegetationsaufnahmen), Tagfalter-Monitoring und Monitoring häufiger Brutvogelarten berechnet werden.
- Einige Monitoring-Programme erfassen Begleitdaten zur Landnutzung und andere Umweltdaten, die als Korrekturvariablen bei der Analyse oder zur Interpretation von Biodiversitätsdaten genutzt werden können (Feinmonitoring der Arten und Lebensraumtypen, WRRL-Monitoring, forstliches Umweltmonitoring)

Die genannten Monitoring-Programme wurden jedoch nicht unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels konzipiert, sodass deren Monitoringdaten allein noch kein umfassendes Klimawandel-Biodiversitätsmonitoring ermöglichen. Um repräsentative Aussagen hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels treffen zu können, sind deshalb Anpassungen notwendig, die eine Erhöhung der Raumrepräsentativität (alle Programme), Erhöhung der Erhebungsfrequenz (Feinmonitoring der Arten, SPA-Monitoring, WRRL-Monitoring) sowie methodische Anpassungen umfassen.

Die naturschutzfachlichen Begleituntersuchungen des AuW-Förderprogramms sind aufgrund ihrer zeitlichen Befristung bzw. derzeit noch nicht gesicherten Fortführung (auf einer bestimmten Flächenkulisse) weniger geeignet für ein langfristig angelegtes Klimafolgen-Monitoring.

#### *Analyse zur Abdeckung klimasensitiver Arten und Lebensräume durch bestehende Monitoring-Programme*

Nach der Evaluierung der grundsätzlichen Eignung der o. g. Erfassungsprogramme wurde geprüft, inwiefern diese die in Projektphase 1 identifizierten klimasensitiven Arten und Lebensräume abdecken. Untersucht und bewertet wurden der Stichprobenumfang, die räumliche Abdeckung der sächsischen Verbreitungsgebiete und die Erfassungszyklen. Die Ergebnisse dieses Arbeitsschrittes bildeten eine wesentliche Grundlage für die Formulierung von Ergänzungsmodulen für das Monitoringkonzept Klimawandel und Biodiversität. Weil sich die bestehenden Monitoringprogramme teilweise noch im Aufbau befinden, sind die folgenden Zahlen teilweise vorläufig und bei vollständiger Gebietskulisse zu überprüfen.

Hinsichtlich des Stichprobenumfangs und der Raumrepräsentativität werden nur Fische und Rundmäuler (71 % der für ein Klimafolgenmonitoring in Frage kommenden klimasensitiven Arten) gut erfasst. Der Anteil der gut erfassten klimasensitiven Vögel (27 %), Säugetiere (27 %), Amphibien (21 %), Libellen (24 %), Tagfalter (7 %), Käfer (26 %), Weichtiere (27 %), Gefäßpflanzen

(8 %) und Moose (14 %) ist dagegen deutlich geringer. Klimasensitive Reptilien, Schrecken und Flechten werden durch keines der untersuchten Monitoring-Programme in ausreichender Stichprobenzahl und räumlich repräsentativ erfasst. FFH-Lebensraumtypen werden im FFH-LRT-Feinmonitoring ausnahmslos gut abgedeckt, während andere klimasensitive Biotoptypen, die keinem FFH-LRT zugeordnet werden können, teilweise im Grobmonitoring erfasst werden.

Erhebungsfrequenzen von sechs Jahren und länger (z. B. vorkommend im FFH-Feinmonitoring der Arten, SPA-Monitoring) werden als nicht optimal für ein Monitoring von Einzelarten angesehen, weil die Berechnung von Trends nur über sehr lange Zeiträume möglich ist und natürliche Populationsschwankungen eventuelle Klimasignale überlagern können. Das gilt insbesondere für Taxa, die natürlicherweise stark fluktuierende Populationsgrößen aufweisen, z. B. alle Insektengruppen. Auch die im FFH-Feinmonitoring der Arten verbreitete Praxis der Erfassung in zwei aufeinanderfolgenden Jahren innerhalb eines Zeitraumes von sechs Jahren löst dieses Problem nur zum Teil, weil die zeitliche Lücke mit vier Jahren immer noch recht groß ist. Nicht optimale Erfassungszyklen betreffen alle durch das SPA-Monitoring erfassten Vogelarten und einen Großteil der durch das FFH-Feinmonitoring abgedeckten klimasensitiven Arten. Ideal für die Analyse klimabedingter Veränderungen sind die Erfassungszyklen des DDA-Monitorings häufiger Brutvögel und des TMD-Tagfalter-Monitorings (jedes Jahr). Der Erhebungszyklus des FFH-LRT-Feinmonitorings von sechs Jahren ist ausreichend, weil sich die Zusammensetzung von Pflanzengemeinschaften und Lebensräumen in der Regel recht langsam verändert.

#### *Grundstruktur des Monitoringkonzeptes Klimawandel und Biodiversität*

Mit der Weiterentwicklung des Monitoringkonzeptes Klimawandel und Biodiversität wurden zwei wesentliche Ansätze verfolgt:

- Das **Monitoring klimasensitiver Einzelarten** dient dazu, einen Überblick über die Bestandsentwicklung ausgewählter klimasensitiver Arten zu erlangen, die in einem artengruppenbezogenen Ansatz nur unzureichend beachtet werden. Es handelt sich meist um seltene, z. T. um gesetzlich geschützte Arten, die eine negative Reaktion auf den Klimawandel erwarten lassen.
- Durch das **Monitoring kompletter (klimasensitiver) Artengemeinschaften** lassen sich klimabedingte Veränderungen der Artenzusammensetzung analysieren. Es ermöglicht die Berechnung komplexer Indizes wie CTI und AI. Außerdem können Einwanderungen von Arten und Arealveränderungen mit Hilfe eines Artengruppenmonitorings auf einer repräsentativen Flächenkulisse besser nachvollzogen werden.

Zu diesen beiden Themenkomplexen wurden **acht Module** formuliert, die bestehende Monitoring-Programme so erweitern, dass ein umfassendes Bild klimabedingter Veränderungen der Biodiversität erlangt werden kann. Die Module 1-3 beziehen sich auf das Einzelartenmonitoring und bauen vor allem auf dem FFH-Feinmonitoring der Arten und dem SPA-Monitoring auf. Die Module 4-8 haben die Veränderungen von Artengemeinschaften sowie von Biotop- und Lebensraumtypen im Blick.

#### ***Modul 1: Erhöhung der Erhebungsfrequenzen innerhalb bestehender Erfassungsprogramme***

Ziel dieses Modul ist es, die Erhebungsfrequenzen zu erhöhen, um klimatisch bedingte Populationsveränderungen besser von natürlichen Fluktuationen trennen zu können. Je nach Eigenschaft der Organismen sollten die Erhebungsfrequenzen auf mindestens drei Jahre (z. B. Vögel) oder ein Jahr (alle Insektenarten) erhöht werden. Bei anderen Arten wäre eine Anpassung des Erfassungsrhythmus, das heißt die Einführung gleichmäßiger Zeitintervalle zwischen den Untersuchungsjahren, anzuraten. Diese Maßnahmen würden vor allem einen Teil der klimasensitiven Arten betreffen, die Untersuchungsgegenstand des FFH-Feinmonitorings und des SPA-Monitorings sind: Vögel (zehn Arten), Säugetiere (eine Art), Amphibien (neun Arten), Reptilien (zwei Arten), Libellen (sieben Arten), Käfer (fünf Arten), Tagfalter (vier Arten), Weichtiere (drei Arten), Gefäßpflanzen (fünf Arten), Moose (drei Arten). Bestimmte Arten (z. B. alle Fledermausarten) werden aber bereits jetzt mit einer ausreichenden Erhebungsfrequenz erfasst.

#### ***Modul 2: Einbeziehung zusätzlicher Probeflächen für ausgewählte, bereits erfasste Arten***

Eine ausreichende Zahl repräsentativ im Raum verteilter Probeflächen ist eine wesentliche Voraussetzung für die Ableitung statistisch abgesicherter Aussagen. In diesem Modul sollen zusätzliche Stichprobenflächen für alle Arten bearbeitet werden, die in bestehenden Monitoring-Programmen in zu geringem Umfang oder nicht in allen relevanten Naturräumen mit Vorkommen der Arten erfasst werden. Betroffen wären Arten des FFH-Feinmonitorings, SPA-Monitorings und WRRL-Monitorings: Vögel (sieben Arten), Säugetiere (acht Arten), Amphibien (sechs Arten), Reptilien (eine Art), Fische (zwei Arten), Libellen (drei Arten), Tagfalter (eine Art), Weichtiere (eine Art). Die Zahlen sind allerdings mit Vervollständigung der Gebietskulisse des FFH-

Monitorings zu aktualisieren. Angestrebt wird eine Zahl von mindestens 30 Probeflächen pro Art, sofern es ausreichend Vorkommen in Sachsen gibt (ansonsten Totalzensus). Die Zahl zusätzlicher Untersuchungsflächen schwankt somit von Art zu Art und liegt in einer Spanne zwischen eins und 24.

### **Modul 3: Einbeziehung zusätzlicher klimasensitiver Arten**

Viele der in der ersten Projektphase identifizierten klimasensitiven Arten (s. Teil 1) unterliegen in Sachsen keinem Monitoring. Ziel dieses Moduls ist es, das Einzelartenmonitoring um solche bislang unberücksichtigten Arten zu erweitern, damit dessen Repräsentativität erhöht werden kann. Die Erweiterung würde folgende Taxa betreffen: Säugetiere (fünf Arten), Amphibien (fünf Arten), Reptilien (drei Arten), Käfer (14 Arten), Schrecken (sieben Arten), sonstige Arthropoden (drei Arten), Weichtiere (acht Arten). Weil ein gezieltes Monitoring einzelner Arten einen hohen Aufwand erwarten lässt, sollte bei der Umsetzung dieses Moduls möglichst auf Synergieeffekte mit bestehenden Monitoring-Programmen geachtet werden, z. B. bei der Auswahl der Flächenkulisse.

### **Modul 4: Erhöhung der Stichprobenzahl des Tagfalter-Monitorings**

Bedingt durch die ehrenamtliche Struktur des Tagfalter-Monitorings (TMD) werden bestimmte Naturräume Sachsens noch nicht durch dieses Programm abgedeckt. Das betrifft insbesondere verschiedene Naturräume im Heide- und Mittelgebirge. In diesem Modul sollen die genannten Erfassungslücken geschlossen werden. Dabei sollte sich die Erweiterung auf zwei Flächenkulissen erstrecken. Zum einen sollten zusätzliche Transekte in den Flächen der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS) angelegt werden, die vor allem die Normallandschaft repräsentieren. Zum anderen wären Erfassungen in seltenen und gefährdeten Lebensräumen anzuraten, um auch spezialisierte Artengemeinschaften abzudecken. Dafür kämen bereits bestehende Monitoringflächen des Feinmonitorings der FFH-Lebensraumtypen in Frage. Dieses Modul trägt zu einer Verbreiterung der Datenbasis für die Berechnung der Indikatoren „Community Temperature Index“ und „Areal-Index“ bei, die klimabedingte Veränderungen von Artengemeinschaften indizieren. Eine verstärkte Berücksichtigung der nach statistischen Kriterien ausgewählten Flächen der ÖFS wird generell empfohlen (bisher findet hier schon das DDA- und HNV-Monitoring statt). Damit ließen sich neben Aussagen zum Klimawandeleinfluss weitere Synergien erzielen (Biodiversitätsentwicklung in der Normallandschaft).

### **Modul 5: Erfassung von Libellengemeinschaften als Indikatorgruppen**

Libellen reagieren schnell auf Veränderungen der Temperatur und sind daher sehr gut für ein Monitoring von Klimawandelfolgen geeignet. Die Erfassung von Libellengemeinschaften dient der Berechnung der Indikatoren „Community Temperature Index“ und „Areal-Index“. Analog zu den Tagfaltern sollten die Erfassungen die Normallandschaft (ÖFS-Flächen) und ausgewählte seltene Lebensräume (vorzugsweise FFH-Lebensraumtypen) umfassen. Die Erfassungen der Libellengemeinschaften im Feinmonitoring des FFH-LRT 3160 (Dystrophe Seen und Teiche) sollten dabei integriert werden.

### **Modul 6: Erhöhung der Stichprobenzahl des Monitorings häufiger Brutvogelarten**

Das Monitoring häufiger Brutvogelarten ist bereits auf den ÖFS-Flächen angesiedelt. Ziel dieses Moduls ist es, die bislang unbearbeiteten Flächen in das Monitoring einzubeziehen, um so die Datenbasis für die Berechnung des Indikators „Community Temperature Index“ zu erweitern. Dieser zeigt die Veränderung von Vogelgemeinschaften hinsichtlich ihrer Temperaturansprüche an. Insbesondere die Einbeziehung von Flächen im Bergland würde diesen Indikator aussagekräftiger machen.

### **Modul 7: Monitoring von Pflanzengemeinschaften in ausgewählten Biotoptypen**

Die Zusammensetzung von Pflanzengemeinschaften ist die wesentliche Grundlage für die Charakterisierung von Biotop- und Lebensraumtypen. Vegetationsaufnahmen werden bereits im Feinmonitoring der Lebensraumtypen angefertigt. Diese können auch dazu benutzt werden, klimatisch bedingte Veränderungen der Artenzusammensetzung zu analysieren. Entsprechende Indizes befinden sich derzeit noch in der Entwicklung. Ziel dieses Moduls ist es, Pflanzengemeinschaften auch in solchen klimasensitiven Biotoptypen zu erfassen, die keinem FFH-Lebensraumtypen zugeordnet werden können und somit bisher keinem regelmäßigen Monitoring unterliegen. Insgesamt handelt es sich um acht Biotoptypen, die dem Feuchtwald, Bruchwäldern und Quellen zuzuordnen sind.

### **Modul 8: Erweiterung des HNV-Monitorings für Pflanzengemeinschaften**

Bisher werden im HNV-Monitoring (High Nature Value-Farmland), das auf der ÖFS-Flächenkulisse angesiedelt ist, ausgewählte Pflanzenarten einer Kennartenliste qualitativ erfasst. Dieses Modul soll dazu dienen, die Erfassungen so zu erweitern, dass Aussagen zu klimabedingten Veränderungen der Pflanzengemeinschaften analysiert werden können. Dazu gehören eine vollständige Erfassung des Arteninventars (Gefäßpflanzen) auf den bereits bestehenden Probeflächen, Erweiterungen der räumlichen Ausdehnung der Erhebungen innerhalb der ÖFS-Flächen und die Erhebung quantitativer Daten. Somit ließen sich für die Normallandschaft aussagekräftigere Daten gewinnen.

Das vorgeschlagene Monitoringkonzept Klimawandel und Biodiversität verbindet Elemente eines Monitorings klimasensitiver Einzelarten mit dem Monitoring von klimasensitiven Artengruppen und Biotoptypen. Der modulare Aufbau hat den großen Vorteil, dass er eine schrittweise Einführung und Erweiterung eines Klimafolgen-Biodiversitätsmonitorings ermöglicht.

# 5 Literaturverzeichnis

- ARAUJO, M.B., THUILLER, W. & PEARSON, R.G. (2006): Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. – *Journal of Biogeography* 33 (10): 1712-1728.
- ASKEW, R.R. (1988): *The dragonflies of Europe*. Harley Books, Colchester, UK.
- AUGUSTIN, S., SETTELE, J., ROQUES, A., GARCIA, J., LOPEZ-VAAMONDE, C., KENIS, M., VALADE, R. & GILBERT, M. (2009): A stowaway species probably arriving from the Balkans, the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella*. - In: SETTELE, J., PENEV, L.D., GEORGIEV, T.A. et al. (eds.): *Atlas of Biodiversity Risk*. Pensoft, Sofia & Moscow: 160-161.
- BARTZ, R., DZIOCK, F., DZIOCK, S., HEILAND, S., KOWARIK, I., RADTKE, L., SCHÄFFLER, L., SCHLIEP, R., SIEDENTOP, S., SUDFELDT, S., TRAUTMANN, S. (2013): F+E-Vorhaben „Indikatorensystem zur Darstellung direkter und indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt“ (FKZ 3511 82 044), Zwischenbericht zur Entwicklung von Indikationsfeldern und Indikatoren für das Fachgespräch am 28. / 29. Januar 2013 in Bonn, Auftraggeber: Bundesamt für Naturschutz, unpub.
- BEHRENS, M., FARTMANN, T. & HÖLZEL, N. (2009): Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Biologische Vielfalt: Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV NRW), Düsseldorf. Online:  
[http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/klimawandel/studie\\_iloek/Klimawandel\\_Biologische\\_Vielfalt\\_1\\_Internet.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/klimawandel/studie_iloek/Klimawandel_Biologische_Vielfalt_1_Internet.pdf);  
[http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/klimawandel/studie\\_iloek/Klimawandel\\_Biologische\\_Vielfalt\\_3\\_Internet.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/klimawandel/studie_iloek/Klimawandel_Biologische_Vielfalt_3_Internet.pdf)  
(Abfrage 09.02.2013).
- BENEŠ, J. & KONVIČKA, M. (eds.) (2002): *Butterflies of the Czech Republic: Distribution and conservation*. SOM, Praha.
- BOBETH, A.; KÜCHLER, W.; MELLENTIN, U.; VÖLLINGS, A. (2010): *Kompendium Klima. Sachsen im Klimawandel*. Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden. Aktualisiert für 2012 Online unter:  
<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/klima/24253.htm> (Abfrage 13.02.2013).
- BOLZ, R. & GEYER, A. (2003): *Rote Liste gefährdeter Tagfalter (Lepidoptera: Rhopalocera) Bayerns*. – Schriftenr. Bayer. Landesamt für Umweltschutz 166: 217-222.
- BROCKHAUS, T. & FISCHER, U. (2005): *Die Libellenfauna Sachsens*. Verlag Natur & Text, Rangsdorf.
- BROMMER, J.E. (2004): The range margins of northern birds shift polewards. *Ann. Zool. Fennici* 41: 391-397.
- Bundesamt für Naturschutz (2011): *FloraWeb*, <http://www.floraweb.de> (2011).
- BUSZKO, J. (1997): *A distribution atlas of butterflies in Poland 1986-1995*. Turpress, 1997, 170 pp.
- CLAVERO, M., VILLERO, D. & BROTONS, L. (2011): Climate Change or Land Use Dynamics: Do We Know What Climate Change Indicators Indicate? *Plos One* 6 (4): e18581.
- CONRAD, S., BAUMANN, M., STETZKA, K., ANDREAE, H. & RABEN, G. (2002): *Waldvegetation. Vegetationsuntersuchungen in sächsischen Wäldern (Level I und II)*, Schriftenreihe der LAF Heft 25, Hrsg.: SMUL, Dresden. Online:  
[http://www.smul.sachsen.de/sbs/download/waldvegetation\\_broschuere.pdf](http://www.smul.sachsen.de/sbs/download/waldvegetation_broschuere.pdf) (Abfrage 11.02.2013)
- CONRAD, S. (2007): *Bericht zur Auswertung der Vegetationsdaten im Rahmen der BZE II. Abschlussbericht zum Werkvertrag*. 35 S. (unpub.).
- DEVICTOR, V., JULLIARD, R., COUVET, D. & JIGUET, F. (2008): Birds are tracking climate warming, but not fast enough. *Proceedings of the Royal Society Series B-Biological Sciences* 275 (1652): 2743-2748.
- DEVICTOR, V., VAN SWAAY, C., BRERETON, T., BROTONS, L., CHAMBERLAIN, D., HELIÖLÄ, J., HERRANDO, S., JULLIARD, R., KUUSSAARI, M., LINDSTRÖM, Å., REIF, J., ROY, D.B., SCHWEIGER, O., SETTELE, J., STEFANESCU, C., VAN STRIEN, A., VAN TURNHOUT, C., VERMOUZEK, Z., WALLISDEVRIES, M., WYNHOFF, I. & JIGUET, F. (2012): Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale. *Nature Climate Change*.
- DIJKSTRA, K.D.B. & LEWINGTON, R. (2006): *Field guide to the dragonflies of Britain and Europe*. British Wildlife Publishing, Gillingham, UK.
- DINCĂ, V., ZAKHAROV, E., HEBERT, P.D. & VILA, R. (2011): Complete DNA barcode reference library for a country's butterfly fauna reveals high performance for temperate Europe. *Proceedings of the Royal Society Series B-Biological Sciences* 278 (1704): 347-355.
- EDOM, F., DITTRICH, I., KEßLER, K., MÜNCH, A. & PETERS, R. (2008): *Auswirkungen des Klimawandels auf wasserabhängige Ökosysteme II. Teilprojekt Erzgebirgsmoore. Abschlussbericht des FuE-Vorhabens im Auftrag des LfULG*. Dr. Dittrich

- & Partner Hydro-Consult GmbH, Bannewitz (Heft 1/2011 der Schriftenreihe des LfULG: <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/23624.htm>, Abfrage 15.04.2013).
- EEA (2009): Progress towards the European 2010 biodiversity target. EEA Report 4, vol 4. European Environment Agency (EEA), Copenhagen.
- EITSCHBERGER, U., REINHARDT, R., STEINIGER, H. & BREHM, G. (1991): Wanderfalter in Europa (Lepidoptera). *Atalanta* 22 (1): 1-67.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULIßEN, D. (2001): Zeigerwerte der Pflanzen in Mitteleuropa, Bd. 18. *Scripta geobotanica*, Bd. 2, 3 edn. Goltze KG, Göttingen, 262 pp.
- FREESE, A., DOLEK, M., GEYER, A. & STETTER, H. (2005): Biology, distribution, and extinction of *Colias myrmidone* (Lepidoptera, Pieridae) in Bavaria and its situation in other European countries. *Journal of Research on the Lepidoptera* 38 (1999): 51-58.
- FÜLLNER, G., PFEIFER, M. & ZARSKE, A. (2005): Atlas der Fische Sachsens. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Dresden.
- GELBRECHT, J., WEIDLICH, M., BLOCHWITZ, O., KÜHNE, L., KWAST, E., RICHERT, A. & SOBCZYK, T. (1993): Kommentiertes Verzeichnis der Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) der Länder Berlin und Brandenburg. In: GERSTBERGER, M., MEY, W. (Hrsg.): Fauna in Berlin und Brandenburg. Schmetterlinge & Köcherfliegen. Fördererkreis der naturwissenschaftlichen Museen Berlins e.V., Berlin: 11-69.
- GRABHERR, G., GOTTFRIED, M. & PAULI, H. (1994): Climate Effects on Mountain Plants. *Nature* 369 (6480): 448-448.
- GROS, P. (2010): Achtung: Neozoen im Anmarsch! Der Pelargonien-Bläuling (*Cacyreus marshalli* Butler 1898) in Europa. *Newsletter der Salzburger Entomologischen Arbeitsgemeinschaft* 2: 8-11.
- HAASE, G. & MANNSFELD, K. (Hrsg.) (2002): Naturraumeinheiten, Landschaftsfunktionen und Leitbilder am Beispiel von Sachsen. *Forschungen zur Deutschen Landeskunde* Bd. 250, Flensburg.
- HAGEMEIJER, W.J.M. & BLAIR, M.J. (1997): The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance. T. & A. D. Poyser, London, UK, 960 pp.
- HAKES, W. (2003a): Trendanalyse/Zeitreihenanalyse der Vegetationsentwicklung in den sächsischen Level II-Dauerbeobachtungsflächen unter Einbeziehung bodenchemischer Kenngrößen. Teil I: Gefäßpflanzen, 16 S., Kassel (unpub.).
- HAKES, W. (2003b): Trendanalyse/Zeitreihenanalyse der Vegetationsentwicklung in den sächsischen Level II-Dauerbeobachtungsflächen unter Einbeziehung bodenchemischer Kenngrößen. Teil II: Moose und Flechten, 18 S., Kassel (unpub.).
- HARDTKE, H.-J. & IHL, A. (2000): Atlas der Farn- und Samenpflanzen Sachsens. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.
- HEIDRICH-RISKE, H. (2004): Bericht zur Durchführung der Ziehung einer räumlichen Stichprobe für das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Monitoring von Vogelarten in Deutschland“ des Bundesamtes für Naturschutz. Modul I: Zustand der Normallandschaft. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- HILL, J.K., THOMAS, C.D., FOX, R., TELFER, M.G., WILLIS, S.G., ASHER, J. & HUNTLEY, B. (2002): Responses of butterflies to twentieth century climate warming: implications for future ranges. *Proceedings of the Royal Society Series B-Biological Sciences* 269 (1505): 2163-2171.
- JOHN, E., RUSSELL, P., CHRISTOFIDES, Y. & HALL, D. (2008): Notes on the life history, ecology and distribution of *Pontia chloridice* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Pieridae), and a first record of *Hyposoter ebenitor* (Aubert, 1972) (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Cyprus. *Entomologist's Gazette* 59: 209-226.
- JUTZELER, D., HÖTTINGER, H., MALICKY, M., REBEUSEK, F., SALA, F. & VEROVNIK, R. (2000): Biology of *Neptis sappho* (PALLAS, 1761) based on the monograph by TIMPE & TIMPE (1993) and its actual distribution and conservation status in Austria, Italy and Slovenia (Lepidoptera, Nymphalidae). *Linneana Belgica* 17: 315-332.
- KARSHOLT, O. & NIEUKERKEN, E.J. (eds.) (2011): Lepidoptera. Fauna Europaea version 2.4, <http://www.fauneur.org>.
- KOCH, A., DEUSSEN, M., HÜTTINGER, A., MATHAJ, M. & GOLDBERG, R. (2011): Naturschutzförderung im Freistaat Sachsen – Umsetzungsstand und erste Ergebnisse zur Wirksamkeit. *Naturschutzarbeit in Sachsen*, 53. Jahrgang, S. 20-37. Online: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15192> (Abfrage 12.02.2013).
- KOMPA, T. (2011): Wissenschaftliche Studie zur Auswirkung von Kalkungsmaßnahmen auf die Bodenvegetation auf BZE- und Level 2-Flächen Sachsens mittels multivariater statistischer Auswertungen. Auswertung der Vegetationsaufnahmen an sächsischen BZE-Punkten über 700 m Seehöhe („Baumann-Datensatz“). Unter Mitarbeit von M. Weckesser, 26 S., Göttingen (unpub.).

- KONVIČKA, M., BENEŠ, J., CIZEK, O., KOPECEK, F., KONVIČKA, O. & VITAZ, L. (2007): How too much care kills species: Grassland reserves, agrienvironmental schemes and extinction of *Colias myrmidone* (Lepidoptera: Pieridae) from its former stronghold. *Journal of Insect Conservation* 12 (5): 519-525.
- KONVIČKA, M., MARADOVA, M., BENES, J., FRIC, Z. & KEPKA, P. (2003): Uphill shifts in distribution of butterflies in the Czech Republic: effects of changing climate detected on a regional scale. *Global Ecology and Biogeography* 12 (5): 403-410.
- KUDRNA, O. (2001): Über die natürliche Einwanderung von *Colias erate* (Esper, 1805) nach Mitteleuropa. *Insecta* 7: 29-35.
- KUDRNA, O. (2002): The distribution atlas of European butterflies. Apollo Books, Stenstrup.
- LAG-VSW (2011): Monitoring europäischer Vogelarten und ihrer Lebensräume. Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten.
- LEES, D.C., LACK, H.W., ROUGERIE, R., HERNANDEZ-LOPEZ, A., RAUS, T., AVTZIS, N.D., AUGUSTIN, S. & LOPEZ-VAAMONDE, C. (2011): Tracking origins of invasive herbivores through herbaria and archival DNA: the case of the horse-chestnut leaf miner. *Front Ecol Environ*.
- LfUG (2006): Rahmenkonzeption zur Gewässerüberwachung in den sächsischen Teilen der Flussgebietseinheiten Elbe und Oder – Sächsisches Monitoringkonzept. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie.
- LfULG (2009a): Aktualisierung der Biotopkartierung in Sachsen. Kartieranleitung. Stand September 2009. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Zusammenarbeit mit Staatsbetrieb Sachsenforst.
- LfULG (2009b): Bericht zum Zustand der sächsischen Wasserkörper 2009 - Europäische Wasserrahmenrichtlinie. SMUL, Dresden.
- LfULG (2009c): Naturschutzfachliche Begleitung biodiversitätsbezogener Agrarumweltmaßnahmen des EPLR - Methodik Repräsentative Grünlanduntersuchungen 2009. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat 63, unpub.
- LfULG (2010): Konzept zum Monitoring nach der europäischen Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie im Freistaat Sachsen Kurzfassung. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung Naturschutz, Landschaftspflege.
- LfULG (2011a): Berichtspflichten nach Artikel 17 FFH-Richtlinie 2001-2006: Erhaltungszustand der Arten im Freistaat Sachsen mit Schätzungen der Vorkommen und Bewertungen. Datenstand: 15.04.2008. LfULG, Dresden.
- LfULG (2011b): Berichtspflichten nach Artikel 17 FFH-Richtlinie 2001-2006: Erhaltungszustand der Lebensraumtypen im Freistaat Sachsen mit Flächenschätzungen und Bewertungen. Datenstand: 15.04.2008. LfULG, Dresden.
- LfULG (2011c): FFH-Feinmonitoring der Lebensraumtypen im Freistaat Sachsen. Methodik. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung Naturschutz, Landschaftspflege.
- LfULG (2011d): Monitoring häufiger Brutvogelarten. LfULG. <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/24044.htm>, Abfrage 16.01.2013
- LfULG (2011e): Monitoring von Arten und Lebensraumtypen von gemeinschaftlicher Bedeutung zur Erfüllung der Berichtspflichten nach Artikel 17 Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie - unveröffentlichter Entwurf. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- LILLIG, M. (2008): Der Speckkäfer *Attagenus smirnovi* Zhantiev, 1973 und der Asiatische Marienkäfer *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773): zwei invasive Arten im Saarland (Coleoptera: Dermestidae et Coccinellidae). *Abh. Delattinia* 34: 51-64.
- LÖFFLER, H. (2010): Waldbodenvegetation und Klimawandel? *LWF aktuell* 76: 17-19.
- LÖSER, R., SCHNEIDER, P., GOTTSCHALK, N., IHLING, H., KUHN, K., & SPÄNHOF, B. (2011): Wassertemperaturen und Klimawandel. Vorstudie zur Recherche, Homogenisierung und Plausibilisierung von verfügbaren Daten zu Langzeit-Temperaturreihen von Oberflächen-, Boden-, Sicker- und Grundwasser in Sachsen. Schriftenreihe des LfULG Heft 39/2011, <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/9702.htm>, Abfrage 12.02.2013.
- MAAS, S., DETZEL, P. & STAUDT, A. (2002): Gefährdungsanalyse der Heuschrecken Deutschlands. Bundesamt für Naturschutz, Bonn- Bad Godesberg.
- MALLY, R. & NUSS, M. (2010): Phylogeny and nomenclature of the box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) comb. n., which was recently introduced into Europe (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae: Spilomelinae). *European Journal of Entomology* 107: 393-400.
- MARKO, K. & VEROVNIK, R. (2009): First record of *Cacyreus marshalli* (Lycaenidae) from the Balkan Peninsula. *Nota Lepidopterologica* 32 (1): 81-82.
- MEUSEL, H. & JÄGER, E. (1992): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Fischer, Jena.
- MEUSEL, H., JÄGER, E., RAUSCHERT, S. & WEINERT, E. (1978): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Fischer, Jena.
- MEUSEL, H., JÄGER, E. & WEINERT, E. (1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Fischer, Jena.

- MITSCHKE, A., SUDFELDT, C., HEIDRICH-RISKE, H. & DRÖSCHMEISTER, R. (2005): Das neue Brutvogelmonitoring in der Normallandschaft Deutschlands - Untersuchungsgebiete, Erfassungsmethode und erste Ergebnisse. *Vogelwelt* 126: 127-140.
- MØLLER, A.P., FIEDLER, W. & BERHOLD, P. (eds.) (2006): *Birds and climate change*. Elsevier, Amsterdam u. a.
- MUNLV (2010): *Natur im Wandel - Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt in Nordrhein-Westfalen*. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf. Online: [http://www.umwelt.nrw.de/naturschutz/pdf/broschuere\\_natur\\_im\\_wandel.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/naturschutz/pdf/broschuere_natur_im_wandel.pdf) (Abfrage 09.02.2013).
- PAN, IFAB & INL (2011): Umsetzung des High Nature Value Farmland-Indikators in Deutschland – Ergebnisse eines Forschungsvorhabens (UFOPLAN FKZ 3508 89 0400) im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Bundesamt für Naturschutz, München, Mannheim & Singen.
- PARMESAN, C., RYRHOLM, N., STEFANESCU, C., HILL, J.K., THOMAS, C.D., DESCIMON, H., HUNTLEY, B., KAILA, L., KULLBERG, J., TAMMARU, T., TENNENT, W.J., THOMAS, J.A. & WARREN, M. (1999): Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature* 399 (6736): 579-583.
- PETERMANN, J., BALZER, S., ELLWANGER, G., SCHÖDER, E. & SSYMANK, A. (2007): Klimawandel - Herausforderung für das europaweite Schutzgebietssystem Natura 2000. In: BALZER, S., DIETERICH, M. & BEINLICH, B. (Hrsg.): *Natura 2000 und Klimaänderungen*, Bd. 46. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, Bd. 46. Bundesamt für Naturschutz, Bonn - Bad Godesberg: 127-148.
- POLLARD, E. & YATES, T.J. (1993): *Monitoring butterflies for ecology and conservation: The British Butterfly Monitoring Scheme*. Conservation biology series No. 1. Chapman & Hall, London.
- RABEN, G., ANDRAE, H., KARST, H., SYMOSEK, F. & LEUBE, F. (2004): Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern. 2. erweiterte und aktualisierte Aufl., Schriftenreihe des Landesforstpräsidiums 28, Graupa. Textteil online verfügbar unter <http://www.forsten.sachsen.de/wald/download/BZE-in-Sachsen-Textteil.pdf>, Abfrage 14.02.2013.
- RABITSCH, W., WINTER, M., KÜHN, I., KÜHN, E., ESSL, F. & GRUTTKE, H. (2010): Auswirkungen des rezenten Klimawandels auf die Fauna in Deutschland. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* Band 98, Bonn, Bad Godesberg, 268 S.
- RÄUSCHL, G. (2002): Zu Ökologie und Artenschutz des Schwarzen Trauerfalters (*Neptis rivularis* Scopoli, 1763) (Lepidoptera: Nymphalidae) in Wien-Ottakring, Österreich. *Beiträge zur Entomofaunistik* 3: 81-85.
- REINHARDT, F., HERLE, M., BASTIANSEN, F. & STREIT, B. (2003): Ökonomische Folgen der Ausbreitung von Neobiota. Vol 79. Umweltbundesamt, Berlin.
- REINHARDT, R. (2007): Rote Liste Tagfalter Sachsens. 3. überarbeitete Auflage, Hrsg.: LfULG, Online: <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/8486.htm> (Abfrage 14.02.2013).
- REINHARDT, R., SBIESCHNE, H., SETTELE, J., FISCHER, U. & FIEDLER, G. (2007): Tagfalter von Sachsen. *Beiträge zur Insektenfauna Sachsens* Band 6. *Entomologische Nachrichten und Berichte Beiheft* 11: 696 S.
- RENZ, M. (1998): *Freilandökologische Untersuchungen zur Struktur von Habitaten des Steinkrebsses (Austropotamobius torrentium)*. Universität Konstanz,
- SAINO, N., RUBOLINI, D., LEHIKONEN, E., SOKOLOV, L.V., BONISOLI-ALQUATI, A., AMBROSINI, R., BONCORAGLIO, G. & MOLLER, A.P. (2009): Climate change effects on migration phenology may mismatch brood parasitic cuckoos and their hosts. *Biology Letters* 5 (4): 539-541.
- SCHLUMPRECHT, H., BITTNER, T., JAESCHKE, A., JENTSCH, A., REINEKING, B. & BEIERKUHNEIN, C. (2010): Gefährdungsdiskussion von FFH-Tierarten Deutschlands angesichts des Klimawandels. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 42 (10): 293-303.
- SCHLUMPRECHT, H., FLEMMING, D., SCHNEIDER, P., TUNGER, B. & LÖSER, R. (2005): *Folgewirkungen der Klimaänderungen für den Naturschutz - Ausgewählte Ökosysteme und Arten*. Büro für ökologische Studien - BFÖS, Chemnitz. Anschlussbericht zum FuE im Auftrag des LfUG.
- SCHLUMPRECHT, H., LAUBE, J., SCHNEIDER, P. & LÖSER, R. (2006): *Auswirkungen des Klimawandels auf wasserabhängige Ökosysteme I*. Abschlussbericht des FuE-Vorhabens im Auftrag des LfULG. Büro für ökologische Studien - BFÖS, Chemnitz. Anschlussbericht zum FuE im Auftrag des LfUG.
- SCHMIDT, P. A., HEMPEL, W., DENNER, M., DÖRING, N., GNÜCHTEL, A., WALTER, B. & WENDEL, D. (2002): Potentielle Natürliche Vegetation Sachsens mit Karte 1:200.000. In: *Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.): Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege*. Dresden, 230 S.
- SCHMIDT, P., SCHÖNBORN, C., HÄNDEL, J., KARISCH, T., KELLNER, J. & STADIE, D. (2004): Rote Liste der Schmetterlinge (Lepidoptera) des Landes Sachsen-Anhalt. *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle)* 39: 388-402.

- SCHNEIDER, P., LÖSER, R., GOTTSCHALK, N. & SPÄNHOF, B. (2011a): Klimawandel und Wasserwirtschaft. Auswertung und Darstellung der Zusammenhänge zwischen Klima- und Wassertemperaturdaten. Schriftenreihe des LfULG Heft 40/2011, <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/9702.htm>, Abfrage 12.02.2013.
- SCHNEIDER, P., GOTTSCHALK, N., HELBIG, M., LÖSER, R., SCHLUMPRECHT, H., SCHAFFRATH, M. & SPÄNHOF, B. (2011b): Wasserrahmenrichtlinie und Klimawandel. Auswirkungen des Klimawandels auf die biologischen Umweltqualitätskomponenten der Wasserrahmenrichtlinie in Sachsen. Abschlussbericht (unpub., in Vorbereitung).
- SCHÖNTHALER, K., VON ADRIAN-WERBURG, S. & NICKEL, D. (2011): Entwicklung eines Indikatorensystems für die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS). Bosch & Partner GmbH, Ecologic Institut gGmbH.
- SCHULZ, D. (1999): Rote Liste Farn- und Samenpflanzen. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.
- SCHWEIGER, O., HARPKE, A., WIEMERS, M. & SETTELE, J. (in press): CLIMBER: Climatic niche characteristics of the butterflies in Europe. ZooKeys.
- SETTELE, J., KUDRNA, O., HARPKE, A., KÜHN, I., SWAAY, C.V., VEROVNIK, R., WARREN, M., WIEMERS, M., HANSPACH, J., HICKLER, T., KÜHN, E., VAN HALDER, I., VELING, K., Vliegenthart, A., WYNHOFF, I. & SCHWEIGER, O. (2008): Climatic risk atlas of European butterflies. Biorisk 1.
- SMUL (2011): Monitoring häufiger Brutvogelarten in Sachsen. <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/24044.htm>. Accessed 18.11.2011
- STETZKA, K. M. & FRAGSTEIN, C. C. (2005): Voruntersuchungen zu einem Epiphyten-Monitoring auf Level II-Flächen (hier: Klingenthal, Olbernhau, Cunnersdorf, Laußnitz und Colditz); Methodenvergleich Bundesländer/EU-Vorschlag (Kooperation mit Projektpartner-Bundesland Nordrhein-Westfalen). Abschlussbericht zum Werkvertrag (unpub.), Staatsbetrieb Sachsenforst.
- STETZKA, K. M. (2010): Floristische und vegetationskundliche Aufnahme der 4 sächsischen Level II-Flächen sowie der 2 Life+ FutMon / ForEu - Flächen Olbernhau und Laußnitz im Jahr 2010. Abschlussbericht zum Werkvertrag (unpub.), Staatsbetrieb Sachsenforst.
- STIRNEMANN, R.L., O'HALLORAN, J., RIDGWAY, M. & DONNELLY, A. (2012): Temperature-related increases in grass growth and greater competition for food drive earlier migrational departure of wintering Whooper Swans. Ibis 154 (3): 542-553.
- SUDFELDT, C., DRÖSCHMEISTER, R., WAHL, J., BERLIN, K., GOTTSCHALK, T., GRÜNEBERG, C., MITSCHKE, A. & TRAUTMANN, S. (2012): Vogelmonitoring in Deutschland. Naturschutz und Biologische Vielfalt, vol 119. Bundesamt für Naturschutz.
- SWAAY, C.V., WYNHOFF, I., VEROVNIK, R., WIEMERS, M., LÓPEZ MUNGUIRA, M., MAES, D., SASIC, M., VERSTRAEL, T., WARREN, M. & SETTELE, J. (2010a): European Red List of Butterflies. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. Online: [http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/downloads/European\\_butterflies.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/downloads/European_butterflies.pdf) (Abfrage 14.02.2013).
- SWAAY, C.V., HARPKE, A., STRIEN, A.V., FONTAINE, B., STEFANESCU, C., ROY, D., MAES, D., KÜHN, E., ÖUNAP, E., REGAN, E., ŠVITRA, G., HELIÖLÄ, J., SETTELE, J., MUSCHE, M., WARREN, M., PLATTNER, M., KUUSAAARI, M., CORNISH, N., SCHWEIGER, O., FELDMANN, R., JULLIARD, R., VEROVNIK, R., ROTH, T., BRERETON, T. & DEVICTOR, V. (2010b): The impact of climate change on butterfly communities 1990-2009. De Vlinderstichting, Wageningen, 22 pp.
- THOMAS, C.D., FRANCO, A.M.A. & HILL, J.K. (2006): Range retractions and extinction in the face of climate warming. Trends in Ecology & Evolution 21 (8): 415-416.
- THOMAS, C.D. & LENNON, J.J. (1999): Birds extend their ranges northwards. Nature 399 (6733): 213-213.
- THUST, R., KUNA, G. & ROMMEL, R.-P. (2006): Die Tagfalterfauna Thüringens. Zustand in den Jahren 1991 bis 2002. Naturschutzreport 23: 1-200.
- TU-BERLIN (2012): 1. Zwischenbericht zum F+E-Vorhaben „Indikatorensystem zur Darstellung direkter und indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt“ (FKZ 3511 82 0400) des Bundesamtes für Naturschutz. Technische Universität Berlin, Hochschule für Technik und Wirtschaft, HTW Dresden, Universität Stuttgart, Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V., Berlin (unpub.).
- VALADE, R., KENIS, M., HERNANDEZ-LOPEZ, A., AUGUSTIN, S., MARI MENA, N., MAGNOUX, E., ROUGERIE, R., LAKATOS, F., ROQUES, A. & LOPEZ-VAAMONDE, C. (2009): Mitochondrial and microsatellite DNA markers reveal a Balkan origin for the highly invasive horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae). Molecular Ecology 18 (16): 3458-3470.

- WARREN, M.S., HILL, J.K., THOMAS, J.A., ASHER, J., FOX, R., HUNTLEY, B., ROY, D.B., TELFER, M.G., JEFFCOATE, F., HARDING, P., JEFFCOATE, G., WILLIS, F.G., GREATOREX-DAVIES, J.N., MOSS, D. & THOMAS, C.D. (2001): Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. *Nature* 414: 65-69.
- WECKESSER, M. (2011a): Wissenschaftliche Studie zur Auswirkung von Kalkungsmaßnahmen auf die Bodenvegetation auf BZE- und Level 2-Flächen Sachsens mittels multivariater statistischer Auswertungen. BZE-Flächen. Unter Mitarbeit von T. Kompa, 24 S., Achern (unpub.).
- WECKESSER, M. (2011b): Wissenschaftliche Studie zur Auswirkung von Kalkungsmaßnahmen auf die Bodenvegetation auf BZE- und Level 2-Flächen Sachsens mittels multivariater statistischer Auswertungen. Level 2-Flächen. Unter Mitarbeit von T. Kompa, 17 S., Achern (unpub.).
- WIEMERS, M. (1995): The butterflies of the Canary Islands. - A survey on their distribution, biology and ecology (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea). *Linneana belgica* 15: 63-84 & 87-118.
- WIEMERS, M. (2007): Die Gattung *Coenonympha* HÜBNER, 1819, in Europa: Systematik, Ökologie und Schutz. *Oedippus* 25: 1-42.
- WILLIAMS, P.H. (2000): WORLDMAP IV WINDOWS: Software and help document. 4.2 edn. Privately distributed, London.
- WINTER, M., MUSCHE, M., STRIESE, M. & KÜHN, I. (2010): Erarbeitung einer Konzeption für ein „Monitoring Klimawandel und Biodiversität“ - Endbericht. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ; Dept. Biozönoseforschung, Halle (Saale), Teil 1 (Heft 24/2013 der Schriftenreihe des LfULG).

# 6 Anhang

**Tabelle 48: Abundanzänderungen von Tagfalterarten in Sachsen und Korrelationen mit CTI- und Temperaturänderungen**

Art	Deutscher Artname	Relative Abundanz-Änderung 1975-2010 (Datensätze) <sup>1</sup>	Anteil in % <sup>2</sup>	Korrelation mit dem CTI		Korrelation mit Jahresmitteltemperatur (M)		Korrelation mit exponentiell geglättetem Temperaturmittel (Faktor $\alpha = 0,4$ )		Korrelation mit zweijährigem gleitenden Temperaturmittel		Korrelation mit den CTI-Residuen	
				Kor.	R <sup>2</sup>	Kor.	R <sup>2</sup>	Kor.	R <sup>2</sup>	Kor.	R <sup>2</sup>	Kor.	R <sup>2</sup>
<i>Aglais io</i>	Tagpfauenauge	-0.02%	4.57	-0.13	0.02	-0.49	0.24	-0.40	0.16	-0.46	0.21	-0.27	0.07
<i>Aglais urticae</i>	Kleiner Fuchs	-0.20%	3.95	-0.56	0.31	-0.38	0.15	-0.67	0.45	-0.52	0.27	-0.42	0.18
<i>Anthocharis cardamines</i>	Aurorafalter	0.01%	1.88	-0.12	0.01	-0.16	0.02	-0.10	0.01	-0.13	0.02	-0.13	0.02
<i>Apatura ilia</i>	Kleiner Schillerfalter	-0.02%	0.60	-0.39	0.15	-0.33	0.11	-0.28	0.08	-0.25	0.06	0.04	0.00
<i>Apatura iris</i>	Großer Schillerfalter	-0.01%	0.48	-0.19	0.03	-0.21	0.05	-0.05	0.00	-0.07	0.00	-0.03	0.00
<i>Aphantopus hyperantus</i>	Schornsteinfeger	0.05%	2.93	0.23	0.05	0.14	0.02	0.30	0.09	0.16	0.03	0.02	0.00
<i>Aporia crataegi</i>	Baum-Weißling	-0.02%	1.14	-0.26	0.07	-0.35	0.12	-0.28	0.08	-0.31	0.10	0.01	0.00
<i>Araschnia levana</i>	Landkärtchenfalter	0.03%	2.56	-0.13	0.02	-0.14	0.02	-0.06	0.00	-0.22	0.05	-0.31	0.10
<i>Argynnis adippe</i>	Feuriger Perlmutterfalter	0.00%	0.38	0.23	0.05	0.13	0.02	0.06	0.00	0.09	0.01	0.25	0.06
<i>Argynnis aglaja</i>	Großer Perlmutterfalter	0.01%	0.98	0.07	0.00	0.25	0.06	0.47	0.22	0.37	0.14	-0.37	0.14
<i>Argynnis laodice</i>	Östlicher Perlmutterfalter	0.00%	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.09	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
<i>Argynnis niobe</i>	Mittlerer Perlmutterfalter	0.00%	0.09	-0.27	0.07	-0.23	0.05	-0.47	0.22	-0.37	0.14	-0.07	0.01
<i>Argynnis paphia</i>	Kaisermantel	0.02%	1.19	0.13	0.02	0.08	0.01	0.25	0.06	0.08	0.01	-0.02	0.00
<i>Aricia agestis</i>	Kleiner Sonnenröschen-Bläuling	0.01%	0.40	0.54	0.29	0.21	0.04	0.30	0.09	0.29	0.08	0.41	0.17
<i>Aricia eumedon</i>	Storchschnabel-Bläuling	0.00%	0.01	-0.12	0.01	-0.13	0.02	-0.18	0.03	-0.21	0.04	0.00	0.00
<i>Boloria aquilonaris</i>	Hochmoor-Perlmutterfalter	-0.02%	0.16	-0.40	0.16	-0.17	0.03	-0.29	0.09	-0.22	0.05	-0.09	0.01
<i>Boloria dia</i>	Magerrasen-Perlmutterfalter	0.01%	0.49	0.37	0.14	0.31	0.09	0.36	0.13	0.28	0.08	0.16	0.03
<i>Boloria euphrosyne</i>	Silberfleck-Perlmutterfalter	0.00%	0.05	-0.31	0.09	-0.40	0.16	-0.20	0.04	-0.25	0.06	0.00	0.00
<i>Boloria selene</i>	Braunscheckiger Perlmutterfalter	-0.02%	1.40	-0.58	0.34	-0.21	0.04	-0.33	0.11	-0.25	0.06	-0.23	0.05
<i>Brenthis daphne</i>	Brombeer-Perlmutterfalter	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Brenthis ino</i>	Mädesüß-Perlmutterfalter	0.01%	0.64	-0.28	0.08	-0.27	0.07	-0.22	0.05	-0.23	0.05	-0.59	0.35
<i>Brintesia circe</i>	Weißer Waldportier	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Callophrys rubi</i>	Grüner Zipfelfalter	0.01%	0.51	0.03	0.00	-0.08	0.01	-0.03	0.00	-0.11	0.01	0.02	0.00
<i>Carcharodus alceae</i>	Malven-Dickkopffalter	-0.01%	0.15	-0.19	0.04	-0.36	0.13	-0.46	0.21	-0.39	0.16	-0.13	0.02
<i>Carterocephalus palaemon</i>	Gelbwüfelfiger Dickkopffalter	-0.01%	1.09	-0.36	0.13	-0.16	0.02	-0.26	0.07	-0.24	0.06	-0.15	0.02
<i>Carterocephalus silvicola</i>	Gold-Dickkopffalter	0.00%	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Celastrina argiolus</i>	Faulbaum-Bläuling	0.03%	1.49	0.40	0.16	0.25	0.06	0.33	0.11	0.25	0.06	0.32	0.10
<i>Chazara briseis</i>	Berghexe	0.00%	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Coenonympha arcania</i>	Weißbindiges Wiesenvögelchen	0.00%	0.06	0.01	0.00	-0.38	0.15	-0.26	0.07	-0.30	0.09	-0.35	0.12
<i>Coenonympha glycerion</i>	Rotbraunes Wiesenvögelchen	0.01%	0.64	-0.29	0.08	-0.24	0.06	-0.05	0.00	-0.11	0.01	-0.65	0.42
<i>Coenonympha hero</i>	Wald-Wiesenvögelchen	0.00%	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Kleines Wiesenvögelchen	0.06%	3.41	0.45	0.20	0.40	0.16	0.48	0.23	0.49	0.24	0.21	0.05
<i>Coenonympha tullia</i>	Großes Wiesenvögelchen	-0.02%	0.17	-0.39	0.15	-0.19	0.04	-0.26	0.07	-0.17	0.03	-0.28	0.08
<i>Colias alfacariensis</i>	Hufeisenklee-Gelbling	0.00%	0.02	-0.06	0.00	-0.25	0.06	-0.31	0.10	-0.29	0.08	0.00	0.00
<i>Colias crocea</i>	Wander-Gelbling	0.03%	0.45	0.58	0.33	0.13	0.02	0.29	0.09	0.25	0.06	0.26	0.07
<i>Colias erate</i>	Östlicher Gelbling	0.00%	0.02	-0.01	0.00	0.15	0.02	0.22	0.05	0.12	0.02	0.04	0.00
<i>Colias hyale</i>	Weißklee-Gelbling	-0.02%	1.60	-0.09	0.01	0.22	0.05	-0.08	0.01	0.06	0.00	0.10	0.01
<i>Colias myrmidone</i>	Regensburger Gelbling	0.00%	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Colias palaeno</i>	Hochmoor-Gelbling	0.00%	0.22	-0.26	0.07	-0.13	0.02	-0.36	0.13	-0.34	0.12	0.05	0.00
<i>Cupido argiades</i>	Kurzschwänziger Bläuling	0.00%	0.11	0.04	0.00	0.06	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	-0.19	0.03
<i>Cupido minimus</i>	Zwerg-Bläuling	0.00%	0.06	0.30	0.09	0.07	0.00	0.23	0.05	0.20	0.04	-0.28	0.08
<i>Erebia aethiops</i>	Graubindiger Mohrenfalter	0.00%	0.01	-0.19	0.04	-0.26	0.07	-0.40	0.16	-0.36	0.13	0.00	0.00
<i>Erebia epiphron</i>	Knochs Mohrenfalter	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Erebia ligea</i>	Weißbindiger Mohrenfalter	-0.01%	0.52	-0.16	0.03	-0.10	0.01	-0.05	0.00	-0.01	0.00	0.11	0.01
<i>Erebia medusa</i>	Rundaugen-Mohrenfalter	0.01%	0.50	0.01	0.00	0.30	0.09	0.42	0.18	0.30	0.09	-0.46	0.21
<i>Erynnis tages</i>	Dunkler Dickkopffalter	0.00%	0.60	0.02	0.00	0.10	0.01	0.07	0.00	0.05	0.00	-0.22	0.05

Art	Deutscher Artname	Relative Abundanz-Änderung 1975-2010 (Datensätze) <sup>1</sup>	Anteil in % <sup>2</sup>	Korrelation mit dem CTI		Korrelation mit Jahresmitteltemperatur (M)		Korrelation mit exponentiell geglättetem Temperaturmittel (Faktor $\alpha = 0,4$ )		Korrelation mit zweijährigem gleitenden Temperaturmittel		Korrelation mit den CTI-Residuen	
<i>Euphydryas aurinia</i>	Abbiss-Scheckenfalter	0.00%	0.36	0.08	0.01	0.15	0.02	0.22	0.05	0.24	0.06	-0.08	0.01
<i>Euphydryas maturna</i>	Eschen-Scheckenfalter	0.00%	0.12	-0.05	0.00	-0.04	0.00	-0.24	0.06	-0.31	0.10	0.00	0.00
<i>Gegenes nostrodamus</i>		0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Glaucopsyche alexis</i>	Alexis-Bläuling	0.00%	0.04	-0.03	0.00	-0.01	0.00	-0.04	0.00	-0.06	0.00	0.00	0.00
<i>Gonepteryx rhamni</i>	Zitronenfalter	-0.01%	3.61	0.03	0.00	-0.21	0.04	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.03	0.00
<i>Hamearis lucina</i>	Perlbinde	0.00%	0.05	-0.28	0.08	-0.25	0.06	-0.33	0.11	-0.27	0.07	0.00	0.00
<i>Hesperia comma</i>	Komma-Dickkopffalter	0.00%	0.28	-0.20	0.04	-0.06	0.00	-0.07	0.01	-0.05	0.00	0.13	0.02
<i>Heteropterus morpheus</i>	Spiegelfleck	0.00%	0.52	0.00	0.00	0.10	0.01	0.17	0.03	0.18	0.03	0.28	0.08
<i>Hipparchia alcyone</i>	Kleiner Waldportier	0.00%	0.26	0.32	0.10	-0.06	0.00	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.36	0.13
<i>Hipparchia semele</i>	Ockerbindiger Samtfalter	0.00%	0.47	0.18	0.03	-0.05	0.00	-0.04	0.00	-0.05	0.00	0.16	0.03
<i>Hipparchia statilinus</i>	Eisenfarbener Samtfalter	0.01%	0.21	0.36	0.13	0.21	0.05	0.42	0.18	0.36	0.13	0.23	0.05
<i>Hyponephele lycaon</i>	Kleines Ochsenauge	0.00%	0.22	0.16	0.03	-0.03	0.00	-0.02	0.00	-0.04	0.00	0.21	0.04
<i>Iphiclides podalirius</i>	Segelfalter	0.00%	0.49	0.20	0.04	0.12	0.02	0.00	0.00	0.06	0.00	0.12	0.02
<i>Issoria lathonia</i>	Kleiner Perlmutterfalter	-0.05%	2.19	-0.01	0.00	0.22	0.05	0.05	0.00	0.21	0.04	0.15	0.02
<i>Lasiommata maera</i>	Braunauge	-0.01%	0.56	-0.38	0.14	-0.31	0.09	-0.21	0.04	-0.18	0.03	-0.25	0.06
<i>Lasiommata megera</i>	Mauerfuchs	-0.08%	1.63	-0.21	0.04	-0.11	0.01	-0.33	0.11	-0.16	0.03	0.15	0.02
<i>Leptidea juvernica</i>	Reals Schmalflügel-Weißling	0.00%	0.04	0.29	0.08	-0.13	0.02	0.11	0.01	0.05	0.00	-0.21	0.04
<i>Leptidea sinapis</i>	Leguminosen-Weißling	0.00%	0.04	0.08	0.01	-0.19	0.04	-0.20	0.04	-0.19	0.03	-0.07	0.00
<i>Leptidea sinapis/juvernica</i>		0.01%	0.55	0.39	0.15	0.28	0.08	0.37	0.14	0.29	0.08	0.09	0.01
<i>Limenitis camilla</i>	Kleiner Eisvogel	0.00%	0.09	-0.18	0.03	0.05	0.00	0.12	0.02	0.01	0.00	-0.16	0.03
<i>Limenitis populi</i>	Großer Eisvogel	-0.01%	0.45	-0.45	0.21	-0.22	0.05	-0.30	0.09	-0.24	0.06	-0.31	0.10
<i>Lopinga achine</i>	Gelbringfalter	0.00%	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lycaena alciphron</i>	Violetter Feuerfalter	-0.01%	0.31	-0.23	0.06	-0.32	0.10	-0.49	0.24	-0.44	0.19	-0.12	0.02
<i>Lycaena dispar</i>	Großer Feuerfalter	0.01%	0.20	0.31	0.09	0.24	0.06	0.48	0.23	0.35	0.12	-0.33	0.11
<i>Lycaena helle</i>	Blauschillernder Feuerfalter	0.00%	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lycaena hippothoe</i>	Lilagold-Feuerfalter	0.00%	0.49	-0.21	0.04	-0.09	0.01	0.08	0.01	0.05	0.00	-0.30	0.09
<i>Lycaena phlaeas</i>	Kleiner Feuerfalter	0.00%	2.25	0.28	0.08	0.39	0.15	0.25	0.06	0.37	0.14	0.38	0.14
<i>Lycaena tityrus</i>	Brauner Feuerfalter	0.00%	1.25	0.19	0.04	0.29	0.09	0.30	0.09	0.33	0.11	0.32	0.10
<i>Lycaena virgaureae</i>	Dukaten-Feuerfalter	-0.02%	1.25	-0.42	0.18	-0.17	0.03	-0.28	0.08	-0.17	0.03	-0.29	0.08
<i>Maculinea alcon</i>	Lungenezian-Ameisenbläuling	0.00%	0.01	-0.19	0.04	-0.26	0.07	-0.39	0.16	-0.39	0.15	0.00	0.00
<i>Maculinea arion</i>	Thymian-Ameisenbläuling	0.00%	0.06	-0.26	0.07	-0.09	0.01	-0.06	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
<i>Maculinea nausithous</i>	Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling	0.03%	1.20	0.06	0.00	0.21	0.04	0.36	0.13	0.32	0.10	-0.05	0.00
<i>Maculinea teleius</i>	Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling	0.00%	0.28	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.10	0.01	0.12	0.01	0.18	0.03
<i>Maniola jurtina</i>	Großes Ochsenauge	0.08%	3.20	0.45	0.20	0.30	0.09	0.51	0.26	0.38	0.15	0.10	0.01
<i>Melanargia galathea</i>	Schachbrettfalter	0.02%	1.86	0.12	0.02	0.13	0.02	0.28	0.08	0.16	0.03	0.17	0.03
<i>Melitaea arduinna</i>		0.00%	0.00	0.13	0.02	-0.22	0.05	0.01	0.00	-0.08	0.01	-0.40	0.16
<i>Melitaea athalia</i>	Wachtelweizen-Scheckenfalter	-0.01%	1.07	-0.20	0.04	-0.28	0.08	-0.15	0.02	-0.17	0.03	-0.27	0.07
<i>Melitaea aurelia</i>	Ehrenpreis-Scheckenfalter	0.00%	0.04	-0.13	0.02	-0.14	0.02	-0.23	0.05	-0.36	0.13	0.00	0.00
<i>Melitaea britomartis</i>	Östlicher Scheckenfalter	0.00%	0.01	-0.34	0.12	-0.34	0.12	-0.35	0.12	-0.28	0.08	-0.41	0.17
<i>Melitaea cinxia</i>	Wegerich-Scheckenfalter	0.01%	0.37	0.52	0.27	0.45	0.21	0.62	0.39	0.52	0.27	0.51	0.26
<i>Melitaea diamina</i>	Baldrian-Scheckenfalter	0.00%	0.14	-0.09	0.01	0.07	0.00	0.08	0.01	0.10	0.01	-0.10	0.01
<i>Melitaea didyma</i>	Roter Scheckenfalter	0.00%	0.01	0.08	0.01	0.08	0.01	0.03	0.00	0.14	0.02	0.00	0.00
<i>Melitaea phoebe</i>	Flockenblumen-Scheckenfalter	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Minois dryas</i>	Blaukernaue	0.00%	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Nymphalis antiopa</i>	Trauermantel	0.00%	1.53	-0.15	0.02	-0.25	0.06	-0.16	0.03	-0.21	0.04	-0.20	0.04
<i>Nymphalis polychloros</i>	Großer Fuchs	-0.03%	0.43	-0.50	0.25	-0.43	0.18	-0.56	0.31	-0.46	0.21	-0.27	0.07
<i>Nymphalis vaualbum</i>	Weißes L	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Nymphalis xanthomelas</i>	Östlicher Großer Fuchs	0.00%	0.03	0.26	0.07	0.24	0.06	0.25	0.06	0.23	0.06	0.00	0.00
<i>Ochlodes sylvanus</i>	Rostfarbiger Dickkopffalter	0.02%	1.98	0.19	0.04	0.09	0.01	0.13	0.02	0.06	0.00	0.22	0.05
<i>Papilio machaon</i>	Schwabenschwanz	-0.03%	1.66	-0.23	0.05	-0.08	0.01	-0.11	0.01	-0.03	0.00	0.14	0.02
<i>Pararge aegeria</i>	Waldbrettspiel	0.02%	1.38	0.42	0.17	0.29	0.09	0.29	0.08	0.19	0.04	0.25	0.06
<i>Parnassius apollo</i>	Apollofalter	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pieris brassicae</i>	Großer Kohl-Weißling	-0.02%	3.05	0.14	0.02	0.01	0.00	-0.27	0.07	-0.20	0.04	0.26	0.07
<i>Pieris napi</i>	Grünader-Weißling	0.07%	5.28	0.10	0.01	0.32	0.10	0.17	0.03	0.19	0.04	-0.02	0.00
<i>Pieris rapae</i>	Kleiner Kohl-Weißling	0.07%	4.04	0.37	0.14	0.46	0.21	0.41	0.17	0.40	0.16	0.11	0.01

Art	Deutscher Artname	Relative Abundanz-Änderung 1975-2010 (Datensätze) <sup>1</sup>	Anteil in % <sup>2</sup>	Korrelation mit dem CTI		Korrelation mit Jahresmitteltemperatur (M)		Korrelation mit exponentiell geglättetem Temperaturmittel (Faktor $\alpha = 0,4$ )		Korrelation mit zweijährigem gleitenden Temperaturmittel		Korrelation mit den CTI-Residuen	
<i>Plebejus argus</i>	Geißklee-Bläuling	0.00%	0.33	0.40	0.16	0.10	0.01	0.20	0.04	0.17	0.03	0.28	0.08
<i>Plebejus idas</i>	GINSTER-Bläuling	0.00%	0.21	-0.14	0.02	0.15	0.02	0.07	0.00	0.11	0.01	0.20	0.04
<i>Plebejus optilete</i>	Hochmoor-Bläuling	0.00%	0.11	-0.40	0.16	-0.36	0.13	-0.46	0.21	-0.42	0.18	-0.12	0.01
<i>Polygonia c-album</i>	C-Falter	0.03%	2.08	0.18	0.03	-0.08	0.01	0.24	0.06	0.07	0.01	-0.27	0.07
<i>Polyommatus amandus</i>	Vogelwicken-Bläuling	-0.02%	0.53	-0.58	0.34	-0.37	0.14	-0.46	0.21	-0.37	0.14	-0.35	0.12
<i>Polyommatus bellargus</i>	Himmelblauer Bläuling	0.00%	0.03	0.07	0.01	0.16	0.03	0.14	0.02	0.19	0.04	0.00	0.00
<i>Polyommatus coridon</i>	Silbergüner Bläuling	0.00%	0.14	0.22	0.05	0.10	0.01	0.17	0.03	0.17	0.03	-0.17	0.03
<i>Polyommatus damon</i>	Streifen-Bläuling	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Polyommatus daphnis</i>	Zahnflügel-Bläuling	0.00%	0.01	-0.08	0.01	-0.12	0.01	-0.22	0.05	-0.20	0.04	0.00	0.00
<i>Polyommatus dorylas</i>	Wundklee-Bläuling	0.00%	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Polyommatus icarus</i>	Hauhechel-Bläuling	0.03%	2.72	0.15	0.02	0.51	0.26	0.44	0.19	0.43	0.18	-0.21	0.04
<i>Polyommatus semiargus</i>	Rotklee-Bläuling	-0.01%	0.37	-0.43	0.19	-0.22	0.05	-0.25	0.06	-0.18	0.03	-0.47	0.22
<i>Polyommatus thersites</i>	Kleiner Esparssete-Bläuling	0.00%	0.00	-0.05	0.00	0.20	0.04	0.03	0.00	0.15	0.02	0.00	0.00
<i>Pontia edusa</i>	Östlicher Reseda-Weißling	0.00%	0.86	0.14	0.02	0.31	0.09	0.37	0.13	0.42	0.18	0.53	0.28
<i>Pseudophilotes baton</i>	Westlicher Quendel-Bläuling	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pseudophilotes vicrama</i>	Östlicher Quendel-Bläuling	-0.01%	0.09	-0.40	0.16	-0.36	0.13	-0.41	0.17	-0.36	0.13	0.08	0.01
<i>Pyrgus alveus</i>	Sonnenröschen-Würfel-Dickkopffalter	0.00%	0.08	0.45	0.20	0.23	0.05	0.42	0.18	0.32	0.10	0.00	0.00
<i>Pyrgus carthami</i>	Steppenheide-Würfel-Dickkopffalter	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pyrgus malvae</i>	Kleiner Würfel-Dickkopffalter	-0.01%	0.42	-0.39	0.15	-0.34	0.11	-0.39	0.15	-0.34	0.12	-0.20	0.04
<i>Pyrgus serratulae</i>	Schwarzbrauner Würfel-Dickkopffalter	0.00%	0.01	-0.13	0.02	-0.33	0.11	-0.29	0.09	-0.30	0.09	-0.36	0.13
<i>Pyrgus trebevicensis</i>	Warrens Würfel-Dickkopffalter	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pyronia tithonus</i>	Rotbraunes Ochsenauge	0.01%	0.37	0.45	0.20	0.30	0.09	0.33	0.11	0.32	0.10	0.22	0.05
<i>Satyrion ilicis</i>	Brauner Eichen-Zipfelfalter	0.00%	0.09	-0.36	0.13	-0.31	0.09	-0.39	0.15	-0.31	0.10	-0.43	0.19
<i>Satyrion pruni</i>	Pflaumen-Zipfelfalter	0.00%	0.13	-0.09	0.01	-0.08	0.01	-0.15	0.02	-0.21	0.04	-0.21	0.04
<i>Satyrion spini</i>	Kreuzdorn-Zipfelfalter	0.00%	0.02	-0.03	0.00	-0.01	0.00	-0.04	0.00	-0.06	0.00	0.00	0.00
<i>Satyrion w-album</i>	Ulmen-Zipfelfalter	0.00%	0.28	-0.19	0.04	-0.48	0.23	-0.38	0.14	-0.38	0.14	-0.09	0.01
<i>Scolitantides orion</i>	Fetthennen-Bläuling	0.01%	0.37	0.20	0.04	0.00	0.00	0.18	0.03	0.15	0.02	-0.07	0.01
<i>Spialia sertorius</i>	Roter Würfel-Dickkopffalter	0.00%	0.02	-0.18	0.03	-0.34	0.11	-0.36	0.13	-0.37	0.14	-0.27	0.07
<i>Thecla betulae</i>	Nierenfleck-Zipfelfalter	-0.02%	0.33	-0.37	0.13	-0.32	0.10	-0.45	0.20	-0.30	0.09	0.12	0.01
<i>Thecla quercus</i>	Blauer Eichen-Zipfelfalter	-0.03%	0.47	-0.31	0.10	-0.40	0.16	-0.52	0.27	-0.42	0.18	-0.01	0.00
<i>Thymelicus acteon</i>	Mattscheckiger Braun-Dickkopffalter	0.00%	0.23	-0.17	0.03	-0.31	0.10	-0.22	0.05	-0.19	0.04	-0.10	0.01
<i>Thymelicus lineola</i>	Schwarzkolbiger Braun-Dickkopffalter	0.02%	1.44	0.04	0.00	0.03	0.00	0.10	0.01	0.01	0.00	-0.03	0.00
<i>Thymelicus sylvestris</i>	Braunkolbiger Braun-Dickkopffalter	0.03%	1.37	0.18	0.03	0.25	0.06	0.46	0.21	0.31	0.10	-0.04	0.00
<i>Vanessa atalanta</i>	Admiral	0.01%	2.91	0.34	0.11	0.13	0.02	0.22	0.05	0.16	0.02	0.26	0.07
<i>Vanessa cardui</i>	Distelfalter	-0.01%	2.74	0.11	0.01	-0.11	0.01	-0.05	0.00	-0.11	0.01	0.11	0.01
<i>Zerynthia polyxena</i>	Osterluzeifalter	0.00%	0.00	-0.31	0.09	-0.40	0.16	-0.20	0.04	-0.25	0.06	0.00	0.00

<sup>1</sup> Der Wert stellt die Steigung der Regressionsgeraden der relativen Abundanz (im Vergleich zur Gesamtdatenmenge aller Arten) dar; ein negativer Wert bedeutet somit, dass der relative Anteil dieser Art abgenommen hat, selbst wenn (wie bei *Aglais urticae*) die Datenmenge zugenommen hat.

<sup>2</sup> Anteil der Datensätze dieser Art (Zeitraum 1900-2010) in Prozent

**Tabelle 49: In Sachsen aktuell sicher bodenständige Tagfalterarten**

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa <sup>b</sup>	RL Sachsen*
<i>Erynnis tages</i>	Dunkler Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	V
<i>Carcharodus alceae</i>	Malven-Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	2
<i>Pyrgus malvae</i>	Kleiner Würfel-Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	V
<i>Pyrgus alveus</i>	Sonnenröschen-Würfel-Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	1
<i>Heteropterus morpheus</i>	Spiegelfleck-Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	*
<i>Carterocephalus palaemon</i>	Gelbwürfeliges Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	V
<i>Thymelicus lineola</i>	Schwarzkolbiger Braun-Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	*
<i>Thymelicus sylvestris</i>	Braunkolbiger Braun-Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	*
<i>Thymelicus acteon</i>	Mattscheckiger Braun-Dickkopffalter	Hesperiidae	NT	2
<i>Hesperia comma</i>	Komma-Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	2
<i>Ochlodes sylvanus</i>	Rostfarbiger Dickkopffalter	Hesperiidae	LC	*
<i>Iphiclides podalirius</i>	Segelfalter	Papilionidae	LC	2
<i>Papilio machaon</i>	Schwabenschwanz	Papilionidae	LC	*
<i>Leptidea sinapis</i>	Leguminosen-Weißling	Pieridae	LC	V
<i>Leptidea juvernica</i>		Pieridae	LC	D
<i>Anthocharis cardamines</i>	Aurorafalter	Pieridae	LC	*
<i>Aporia crataegi</i>	Baum-Weißling	Pieridae	LC	*
<i>Pieris brassicae</i>	Großer Kohl-Weißling	Pieridae	LC	*
<i>Pieris rapae</i>	Kleiner Kohl-Weißling	Pieridae	LC	*
<i>Pieris napi</i>	Hecken-Weißling	Pieridae	LC	*
<i>Pontia edusa</i>	Östlicher Reseda-Weißling	Pieridae	LC	*
<i>Colias palaeno</i>	Hochmoor-Gelbling	Pieridae	LC	1
<i>Colias crocea</i>	Wander-Gelbling	Pieridae	LC	*
<i>Colias hyale</i>	Weißklee-Gelbling	Pieridae	LC	V
<i>Colias alfacariensis</i>	Hufeisenklee-Gelbling	Pieridae	LC	1
<i>Gonepteryx rhamni</i>	Zitronenfalter	Pieridae	LC	*
<i>Hamearis lucina</i>	Schlüsselblumen-Würfelfalter	Riodinidae	LC	1
<i>Lycaena phlaeas</i>	Kleiner Feuerfalter	Lycaenidae	LC	*
<i>Lycaena dispar</i>	Großer Feuerfalter	Lycaenidae	LC	*
<i>Lycaena virgaureae</i>	Dukaten-Feuerfalter	Lycaenidae	LC	3
<i>Lycaena tityrus</i>	Brauner Feuerfalter	Lycaenidae	LC	V
<i>Lycaena alciphron</i>	Violetter Feuerfalter	Lycaenidae	LC	2
<i>Lycaena hippothoe</i>	Lilagold-Feuerfalter	Lycaenidae	LC	2
<i>Thecla betulae</i>	Nierenfleck-Zipfelfalter	Lycaenidae	LC	*
<i>Favonius quercus</i>	Blauer Eichenzipfelfalter	Lycaenidae	LC	V
<i>Callophrys rubi</i>	Grüner Zipfelfalter	Lycaenidae	LC	3
<i>Satyrrium w-album</i>	Ulmen-Zipfelfalter	Lycaenidae	LC	3
<i>Satyrrium pruni</i>	Pflaumen-Zipfelfalter	Lycaenidae	LC	2
<i>Satyrrium ilicis</i>	Brauner Eichen-Zipfelfalter	Lycaenidae	LC	1
<i>Cupido minimus</i>	Zwerg-Bläuling	Lycaenidae	LC	G
<i>Cupido argiades</i>	Kurzschwänziger Bläuling	Lycaenidae	LC	R
<i>Celastrina argiolus</i>	Faulbaum-Bläuling	Lycaenidae	LC	*
<i>Pseudophilotes vicrama</i>	Östlicher Quendelbläuling	Lycaenidae	NT	1
<i>Scolitantides orion</i>	Fetthennen-Bläuling	Lycaenidae	LC	1
<i>Maculinea teleius</i>	Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling	Lycaenidae	VU	1

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa <sup>§</sup>	RL Sachsen*
<i>Maculinea nausithous</i>	Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling	Lycaenidae	NT	*
<i>Plebejus argus</i>	Geißklee-Bläuling	Lycaenidae	LC	2
<i>Plebejus idas</i>	Ginster-Bläuling	Lycaenidae	LC	2
<i>Plebejus optilete</i>	Hochmoor-Bläuling	Lycaenidae	LC	1
<i>Aricia agestis</i>	Kleiner Sonnenröschen-Bläuling	Lycaenidae	LC	*
<i>Polyommatus semiargus</i>	Rotklee-Bläuling	Lycaenidae	LC	2
<i>Polyommatus amandus</i>	Vogelwicken-Bläuling	Lycaenidae	LC	*
<i>Polyommatus icarus</i>	Hauhechel-Bläuling	Lycaenidae	LC	*
<i>Polyommatus coridon</i>	Silbergüner Bläuling	Lycaenidae	LC	2
<i>Argynnis paphia</i>	Kaisermantel	Nymphalidae	LC	*
<i>Argynnis aglaja</i>	Großer Perlmutterfalter	Nymphalidae	LC	3
<i>Argynnis adippe</i>	Feuriger Perlmutterfalter	Nymphalidae	LC	3
<i>Argynnis niobe</i>	Mittlerer Perlmutterfalter	Nymphalidae	LC	1
<i>Issoria lathonia</i>	Kleiner Perlmutterfalter	Nymphalidae	LC	*
<i>Brenthis ino</i>	Mädesüß-Perlmutterfalter	Nymphalidae	LC	*
<i>Boloria selene</i>	Braunscheckiger Perlmutterfalter	Nymphalidae	LC	V
<i>Boloria dia</i>	Magerrasen-Perlmutterfalter	Nymphalidae	LC	V
<i>Boloria aquilonaris</i>	Hochmoor-Perlmutterfalter	Nymphalidae	LC	1
<i>Vanessa atalanta</i>	Admiral	Nymphalidae	LC	*
<i>Vanessa cardui</i>	Distelfalter	Nymphalidae	LC	*
<i>Aglais io</i>	Tagpfauenauge	Nymphalidae	LC	*
<i>Aglais urticae</i>	Kleiner Fuchs	Nymphalidae	LC	*
<i>Polygonia c-album</i>	C-Falter	Nymphalidae	LC	*
<i>Araschnia levana</i>	Landkärtchenfalter	Nymphalidae	LC	*
<i>Nymphalis antiopa</i>	Trauemantel	Nymphalidae	LC	*
<i>Nymphalis polychloros</i>	Großer Fuchs	Nymphalidae	LC	2
<i>Apatura ilia</i>	Kleiner Schillerfalter	Nymphalidae	LC	3
<i>Apatura iris</i>	Großer Schillerfalter	Nymphalidae	LC	2
<i>Limnitis populi</i>	Großer Eisvogel	Nymphalidae	LC	2
<i>Limnitis camilla</i>	Kleiner Eisvogel	Nymphalidae	LC	1
<i>Euphydryas maturna</i>	Eschen-Scheckenfalter	Nymphalidae	VU	1
<i>Euphydryas aurinia</i>	Abbiß-Scheckenfalter	Nymphalidae	LC	1
<i>Melitaea cinxia</i>	Wegerich-Scheckenfalter	Nymphalidae	LC	2
<i>Melitaea diamina</i>	Baldrian-Scheckenfalter	Nymphalidae	LC	1
<i>Melitaea aurelia</i>	Ehrenpreis-Scheckenfalter	Nymphalidae	NT	1
<i>Melitaea athalia</i>	Wachtelweizen-Scheckenfalter	Nymphalidae	LC	2
<i>Pararge aegeria</i>	Waldbrettspiel	Nymphalidae	LC	*
<i>Lasiommata megera</i>	Mauerfuchs	Nymphalidae	LC	V
<i>Lasiommata maera</i>	Braunauge	Nymphalidae	LC	3
<i>Coenonympha tullia</i>	Großes Wiesenvögelchen	Nymphalidae	VU	1
<i>Coenonympha arcania</i>	Weißbindiges Wiesenvögelchen	Nymphalidae	LC	1
<i>Coenonympha glycerion</i>	Rotbraunes Wiesenvögelchen	Nymphalidae	LC	3
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Kleines Wiesenvögelchen	Nymphalidae	LC	*
<i>Pyronia tithonus</i>	Rotbraunes Ochsenauge	Nymphalidae	LC	2
<i>Aphantopus hyperantus</i>	Schornsteinfeger	Nymphalidae	LC	*
<i>Maniola jurtina</i>	Großes Ochsenauge	Nymphalidae	LC	*
<i>Hyponephele lycaon</i>	Kleines Ochsenauge	Nymphalidae	LC	2

Art (wiss.)	Art (dt.)	Familie	RL Europa <sup>§</sup>	RL Sachsen*
<i>Erebia ligea</i>	Weißbindiger Mohrenfalter	Nymphalidae	LC	3
<i>Erebia medusa</i>	Rundaugen-Mohrenfalter	Nymphalidae	LC	2
<i>Melanargia galathea</i>	Schachbrettfalter	Nymphalidae	LC	*
<i>Hipparchia statilinus</i>	Eisenfarbener Samtfalter	Nymphalidae	NT	1
<i>Hipparchia semele</i>	Ockerbindiger Samtfalter	Nymphalidae	LC	2
<i>Hipparchia hermione</i>	Kleiner Waldportier	Nymphalidae	NT	1

*Rote Liste-Kategorien in Sachsen nach REINHARDT (2007)	§Rote Liste-Kategorien der IUCN nach SWAAY et al. (2010a)
1 = vom Aussterben bedroht	CR = critically endangered
2 = stark gefährdet	EN = endangered
3 = gefährdet	VU = vulnerable
V = Vorwarnstufe	NT = near threatened
G = Gefährdung ist anzunehmen	LC = least concern
D = Datenlage defizitär	NA = not applicable <sup>1</sup>
R = extrem selten	NE = not evaluated
* = keine Gefährdung	DD = data deficient

<sup>1</sup> diese Kategorie wird von der IUCN (2003) für Arten verwendet, die hauptsächlich außerhalb der betrachteten Region vorkommen und nur marginale Vorkommen in der betrachteten Region haben

## 6.1 Überarbeitete Artenlisten klimasensitiver Arten

### 6.1.1 Schmetterlinge

**Tabelle 50: Artenliste der ausgewählten klimasensitiven sächsischen Schmetterlingsarten, welche für das Monitoring Klimawandel und Biodiversität vorzugsweise in Frage kommen, mit Bewertungen der Klimasensitivität**

Arten, von denen angenommen wird, dass sie vom Klimawandel profitieren, sind grün hinterlegt.

Aufgelistet werden die Risikoeinstufung nach SETTELE et al. (2008) für Europa, die zu erwartenden prozentualen Veränderungen des Klimaraums in Sachsen, basierend auf Daten aus SETTELE et al. (2008), siehe dazu Teil 1, Tabelle 7) und die Einstufungen nach RABITSCH et al. (2010) und BEHRENS et al. (2009) (siehe zu Auswahlsschritten Teil 1, Kapitel 8.2.6).

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	RL Sachsen Kategorie <sup>1</sup>	SETTELE et al. (2008) für Europa*	Veränderung (%) in Sachsen	Gefährdungsrisiko nach RABITSCH et al. (2010)	Klimawandeleinfluss nach BEHRENS et al. (2009)
<i>Aglais io</i>	Tagpfauenauge		u	R	-31		indifferent
<i>Aglais urticae</i>	Kleiner Fuchs		u	R	-76		zu wenig Daten
<i>Apatura ilia</i>	Kleiner Schillerfalter		3	HR	-25		leicht positiv
<i>Apatura iris</i>	Großer Schillerfalter		2	HHR	-77		leicht negativ
<i>Aphantopus hyperantus</i>	Schornsteinfeger		u	HR	-85		indifferent
<i>Araschnia levana</i>	Landkärtchenfalter		u	HR	-60		indifferent
<i>Argynnis adippe</i>	Feuriger Perlmutterfalter		3	HR	-64		leicht negativ
<i>Argynnis aglaja</i>	Großer Perlmutterfalter		3	R	-77		indifferent
<i>Argynnis paphia</i>	Kaisermantel		u	R	-39		leicht positiv
<i>Boloria aquilonaris</i>	Hochmoor-Perlmutterfalter		1	R	-100		leicht negativ
<i>Brenthis ino</i>	Mädesüß-Perlmutterfalter		u	HR	-91		indifferent
<i>Carterocephalus palaemon</i>	Gelbwürfeliges Dickkopffalter		V	LR	-59		indifferent
<i>Coenonympha glycerion</i>	Rotbraunes Wiesenvögelchen		3	R	-38		indifferent
<i>Coenonympha tullia</i>	Großes Wiesenvögelchen		1	R	-100		leicht negativ
<i>Colias crocea</i>	Wander-Gelbling		u	LR	+24		leicht positiv
<i>Colias palaeno</i>	Hochmoor-Gelbling		1	R	-100		indifferent
<i>Cupido minimus</i>	Zwerg-Bläuling		G	R	-73		indifferent

Art (lat.)	Art (dt.)	FFH	RL Sachsen Kategorie <sup>1</sup>	SETTELE et al. (2008) für Europa*	Veränderung (%) in Sachsen	Gefährdungsrisiko nach RABITSCH et al. (2010)	Klimawandeleinfluss nach BEHRENS et al. (2009)
<i>Erebia ligea</i>	Weißbindiger Mohrenfalter		3	R	-86		indifferent
<i>Erebia medusa</i>	Rundaugen-Mohrenfalter		2	HR	-31		indifferent
<i>Euphydryas maturna</i>	Eschen-Scheckenfalter	FFH-II/IV	1	LR	+38	mittel	indifferent
<i>Hesperia comma</i>	Komma-Dickkopffalter		2	HR	-74		leicht positiv
<i>Hipparchia semele</i>	Ockerbindiger Samtfalter		2	HR	-75		indifferent
<i>Hipparchia statilinus</i>	Eisenfarbener Samtfalter		1	HR	+43	hoch	indifferent
<i>Hyponephele lycaon</i>	Kleines Ochsenauge		2	HR	-49		indifferent
<i>Iphiclides podalirius</i>	Segelfalter		2	LR	+52		leicht positiv
<i>Issoria lathonia</i>	Kleiner Perlmutterfalter		u	HR	-23		leicht positiv
<i>Limenitis camilla</i>	Kleiner Eisvogel		1	HR	-74		indifferent
<i>Limenitis populi</i>	Großer Eisvogel		2	HR	-83		stark negativ
<i>Lycaena alciphron</i>	Violetter Feuerfalter		2	HR	-31		indifferent
<i>Lycaena dispar</i>	Großer Feuerfalter	FFH-II/IV	u	R	+82	niedrig	stark positiv
<i>Lycaena hippothoe</i>	Lilagold-Feuerfalter		2	R	-94		leicht negativ
<i>Lycaena tityrus</i>	Brauner Feuerfalter		V	HR	-35		leicht positiv
<i>Lycaena virgaureae</i>	Dukaten-Feuerfalter		3	HR	-77		leicht negativ
<i>Maculinea nausithous</i>	Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling	FFH-II/IV	u	HHR	-87	mittel	indifferent
<i>Maculinea teleius</i>	Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling	FFH-II/IV	1	HHR	-53	mittel	
<i>Melanargia galathea</i>	Schachbrettfalter		u	R	+20		leicht positiv
<i>Melitaea athalia</i>	Wachtelweizen-Scheckenfalter		2	R	-41		leicht negativ
<i>Nymphalis antiopa</i>	Trauermantel		u	LR	-62		leicht negativ
<i>Plebejus optilete</i>	Hochmoor-Bläuling		1	R	-100		indifferent
<i>Polyommatus amandus</i>	Vogelwicken-Bläuling		u	HHR	-86		indifferent
<i>Polyommatus coridon</i>	Silbergüner Bläuling		2	HR	-29		zu wenig Daten
<i>Polyommatus semiargus</i>	Rotklee-Bläuling		2	LR	-42		zu wenig Daten
<i>Pontia edusa</i>	Östlicher Reseda-Weißling		u	PR <sup>1</sup>	+90		leicht positiv
<i>Scolitantides orion</i>	Fetthennen-Bläuling		1	HHR	+70	mittel	indifferent
<i>Pseudophilotes vicrama</i>	Östlicher Quendel-Bläuling		1	R	+100		

<sup>1</sup> nach REINHARDT (2007)

Die für die Zukunft modellierte Veränderung des Klimaraums in Sachsen (s. Spalte Veränderung [%] in Sachsen in Tabelle 50) zeigt für manche Arten einen Verlust von 100 % ihrer Klimanische an, z. B. für Arten der Moore wie Hochmoor-Perlmutterfalter (*Boloria aquilonaris*), Hochmoor-Bläuling (*Plebejus optilete*), Hochmoor-Gelbling (*Colias palaeno*). Die genannten Arten sind schon heute in Sachsen vom Aussterben bedroht (RL 1). Für sie ist der Klimawandel wahrscheinlich die letzte entscheidende Beeinträchtigung, die zu ihrem Verschwinden beiträgt. Zahlreiche weitere Arten werden vermutlich über 70 % ihres Klimaraums in Sachsen verlieren, z. B. die FFH-Anhang II-Art Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Maculinea nausithous*), und auch heute noch häufige Arten wie der Kleine Fuchs (*Aglais urticae*) sind davon betroffen. Nur für wenige Arten wird eine Ausweitung ihres Klimaraumes in Sachsen berechnet. Diese Arten sind in der Tabelle 50 grün hinterlegt.

## 6.2 Artenvorkommen in Monitoring-Flächen

In den folgenden Kapiteln wird das Vorkommen der einzelnen für ein Monitoring in Frage kommenden klimasensitiven Arten, sortiert nach Artengruppen, in den bestehenden Monitoringflächen (FFH, ÖFS und bei Tagfaltern auch TMD) näher untersucht. Ziel dabei war es, die vorhandenen Monitoring-Programme auf Synergien für ein geplantes Monitoring Klimawandel und Biodiversität zu testen. Zu diesem Zweck wurden die gepufferten **Punktdaten** aus der Zentralen Artdatenbank des LfULG (MultiBaseCS) im GIS mit den Flächen der Monitoring-Programme verschnitten und die Anzahl der „besiedelten Flächen“ ermittelt. Die Verschneidung von Artverbreitungsdaten (auch wenn es sich um „Punktdaten“ handelt) mit der Lage von Monitoringflächen ist mit gewissen Ungenauigkeiten verbunden. Diese haben ihre Ursache in der unterschiedlichen Genauigkeit und Fehleranfälligkeit bei der Verortung der Artbeobachtungen. Die in den nachfolgenden Tabellen benannten Zahlen stellen deshalb Orientierungswerte dar. Weil während der Projektbearbeitungszeit die Auswahl von FFH-Monitoringflächen fortgeführt wurde, sind zukünftig noch Änderungen der Überlagerung von Artvorkommen mit Monitoringflächen zu erwarten (s. Kapitel 3.4).

Beim FFH-Monitoring wird eine Stichprobengröße von 63 Flächen je Art und Lebensraumtyp angestrebt, um statistisch belastbare Analyseergebnisse zu erzielen. Bei Arten mit einer geringeren Zahl an Vorkommen wird ein Totalzensus durchgeführt. Im bisherigen Konzept des Monitorings Klimawandel und Biodiversität (s. Teil 1) wurde davon ausgegangen, dass durch Aggregation von Arten zu Gilden auch eine Stichprobengröße von 30 Flächen ausreichend sein kann.

In den nachfolgenden Analysen wird zudem als Maßstab für die Verbreitung der Monitoring-Arten in Sachsen die Anzahl der besiedelten Messtischblätter (MTB) mit aufgeführt.

### 6.2.1 Tagfalter

Tabelle 51 zeigt die Anzahl der Monitoring-Flächen, aus denen aktuelle Beobachtungsdaten von Tagfaltern aus der Vorschlagsliste für das Monitoring Klimawandel und Biodiversität vorliegen. Arten mit geringer Verbreitung in Sachsen (unter 20 Messtischblätter [MTB]) sind in den Monitoring-Programmen vielfach nicht vertreten. Auf den FFH-Monitoringflächen fehlt auch eine relativ weit verbreitete Art, der Weißbindige Mohrenfalter *Erebia ligea* (27 MTB). Diese Art kommt aktuell fast nur noch im Bergland (oberhalb 500 m) vor, wo für die Entomofauna nur wenige FFH-Monitoringflächen existieren. In den TMD-Transekten fehlen daneben auch weiter verbreitete Arten wie der Gelbwüfelige Dickkopffalter *Carterocephalus palaemon* (120 MTB), der Feurige Perlmutterfalter *Argynnis adippe* (43 MTB), der Komma-Dickkopffalter *Hesperia comma* (38 MTB) und der Ockerbindige Samtfalter *Hipparchia semele* (34 MTB), die in den letzten Jahrzehnten insbesondere in den dichter besiedelten Gebieten stark abgenommen haben (REINHARDT et al. 2007). Interessant ist, dass auf den ÖFS-Flächen trotz ihrer geringen Fläche (0,76 % der Landesfläche) und ihres schlechten Untersuchungsgrads die meisten Arten mit einer Verbreitung von mindestens 20 MTB gefunden worden sind. Abbildung 55 zeigt ein Histogramm der Artenzahl in Relation zur Flächenzahl. Daraus ist ersichtlich, dass bei den meisten Arten Funde nur aus deutlich unter 30 Flächen je Monitoring-Programm vorliegen. Ausnahmen sind einige sehr weit verbreitete und häufige Arten, darunter viele Wanderfalter und eine der (insgesamt lediglich vier) FFH-Arten (der Dunkle Wiesenknopf-Ameisenbläuling *Maculinea nausithous*), die im FFH-Monitoring untersucht wird und von der Funde aus 110 Flächen vorliegen.

**Tabelle 51: Vorkommen von Tagfaltern in Monitoringflächen**

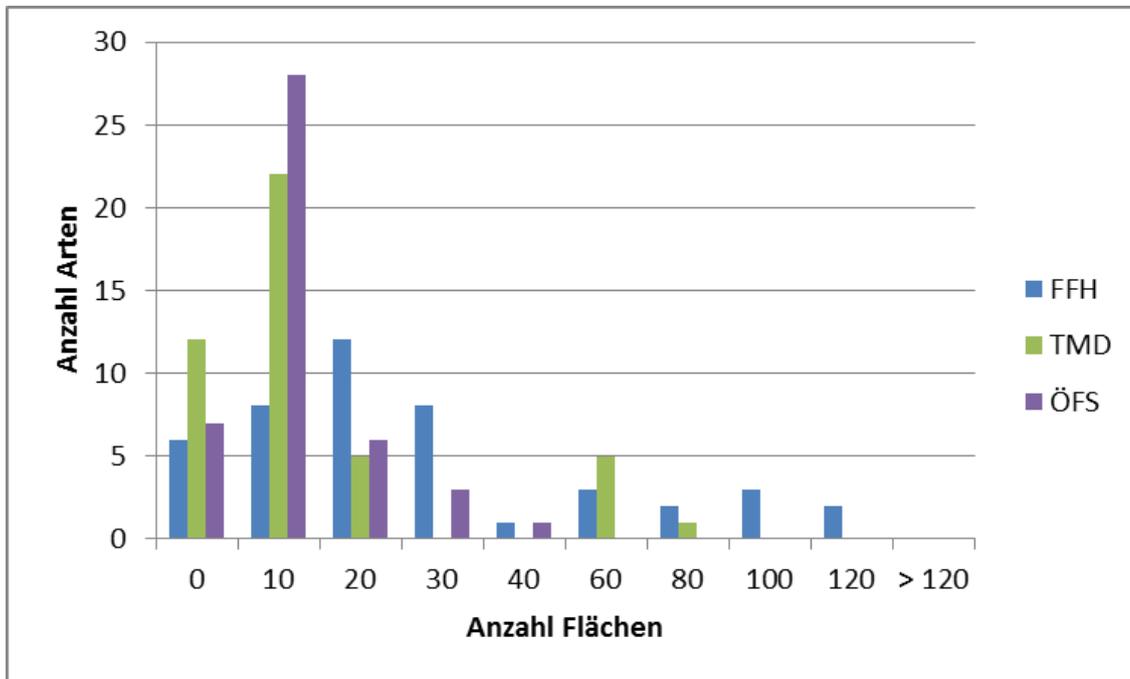
Arten, von denen angenommen wird, dass sie vom Klimawandel profitieren, sind grün hinterlegt.

Vgl. auch Tabelle 35. Dort sind in Bezug auf FFH-Monitoring-Flächen nur Angaben zu den FFH-Anhang II/IV-Arten enthalten und nur die Anzahl der Monitoring-Flächen, die gezielt zur Erfassung dieser Arten angelegt wurden. In der nachfolgenden Tabelle wurden im Unterschied dazu alle Artvorkommen (auch Nicht-FFH-Arten) mit den Monitoringflächen im GIS verschnitten.

Art (wiss.)	Art (dt.)	FFH-Status	Anzahl MTB <sup>1</sup>	FFH-Monitoring	TMD-Transekte	ÖFS-Flächen
<i>Aglais io</i>	Tagpfauenauge		166	118	65	31
<i>Aglais urticae</i>	Kleiner Fuchs		162	90	54	21
<i>Apatura ilia</i>	Kleiner Schillerfalter		95	24	7	7
<i>Apatura iris</i>	Großer Schillerfalter		94	11	4	5
<i>Aphantopus hyperantus</i>	Schornsteinfeger		161	99	55	22
<i>Araschnia levana</i>	Landkärtchenfalter		157	91	55	19
<i>Argynnis adippe</i>	Feuriger Perlmutterfalter		43	15	0	3

Art (wiss.)	Art (dt.)	FFH-Status	Anzahl MTB <sup>1</sup>	FFH-Monitoring	TMD-Tran-sekte	ÖFS-Flächen
<i>Argynnis aglaja</i>	Großer Perlmutterfalter		86	24	7	7
<i>Argynnis paphia</i>	Kaisermantel		134	58	17	11
<i>Boloria aquilonaris</i>	Hochmoor-Perlmutterfalter		8	0	1	0
<i>Brenthis ino</i>	Mädesüß-Perlmutterfalter		78	20	8	4
<i>Carterocephalus palaemon</i>	Gelbwürfelfiger Dickkopffalter		120	29	0	5
<i>Coenonympha glycerion</i>	Rotbraunes Wiesenvögelchen		55	22	1	4
<i>Coenonympha tullia</i>	Großes Wiesenvögelchen		6	0	3	0
<b><i>Colias crocea</i></b>	<b>Wander-Gelbling</b>		<b>84</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>5</b>
<i>Colias palaeno</i>	Hochmoor-Gelbling		8	2	1	2
<i>Cupido minimus</i>	Zwerg-Bläuling		14	0	0	0
<i>Erebia ligea</i>	Weißbindiger Mohrenfalter		27	0	3	2
<i>Erebia medusa</i>	Rundaugen-Mohrenfalter		34	9	3	1
<b><i>Euphydryas maturna</i></b>	<b>Eschen-Scheckenfalter</b>	<b>II/IV</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>Hesperia comma</i>	Komma-Dickkopffalter		38	12	0	2
<i>Hipparchia semele</i>	Ockerbindiger Samtfalter		34	14	0	4
<b><i>Hipparchia statilinus</i></b>	<b>Eisenfarbener Samtfalter</b>		<b>17</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
<i>Hyponephele lycaon</i>	Kleines Ochsenauge		24	6	0	1
<b><i>Iphiclides podalirius</i></b>	<b>Segelfalter</b>		<b>34</b>	<b>25</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
<i>Issoria lathonia</i>	Kleiner Perlmutterfalter		158	77	41	22
<i>Limenitis camilla</i>	Kleiner Eisvogel		13	1	0	0
<i>Limenitis populi</i>	Großer Eisvogel		75	8	4	5
<i>Lycaena alciphron</i>	Violetter Feuerfalter		32	12	1	2
<b><i>Lycaena dispar</i></b>	<b>Großer Feuerfalter</b>	<b>II/IV</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<i>Lycaena hippothoe</i>	Lilagold-Feuerfalter		27	7	2	2
<i>Lycaena tityrus</i>	Brauner Feuerfalter		130	48	19	13
<i>Lycaena virgaureae</i>	Dukaten-Feuerfalter		87	19	6	7
<i>Maculinea nausithous</i>	Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling	II/IV	85	110	9	10
<i>Maculinea teleius</i>	Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling	II/IV	26	26	0	1
<b><i>Melanargia galathea</i></b>	<b>Schachbrettfalter</b>		<b>156</b>	<b>77</b>	<b>45</b>	<b>17</b>
<i>Melitaea athalia</i>	Wachtelweizen-Scheckenfalter		80	29	2	8
<i>Nymphalis antiopa</i>	Trauermantel		144	43	11	14
<i>Plebejus optilete</i>	Hochmoor-Bläuling		7	0	0	1
<i>Polyommatus amandus</i>	Vogelwicken-Bläuling		86	14	8	4
<i>Polyommatus coridon</i>	Silbergüner Bläuling		8	4	1	0
<i>Polyommatus semiargus</i>	Rotklee-Bläuling		36	12	1	1
<i>Pontia edusa</i>	Östlicher Reseda-Weißling		102	32	17	13
<b><i>Pseudophilotes vicrama</i></b>	<b>Östlicher Quendel-Bläuling</b>		<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b><i>Scolitantides orion</i></b>	<b>Fetthennen-Bläuling</b>		<b>20</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Anzahl Arten</b>		<b>4</b>	<b>45</b>	<b>39</b>	<b>35</b>	<b>38</b>
<b>Gesamte Flächen mit Nachweisen</b>			<b>175</b>	<b>239</b>	<b>68</b>	<b>56</b>

<sup>1</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 25.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen



**Abbildung 55: Monitoringflächen mit Tagfaltervorkommen**  
 (10 = 1-10, 20 = 11-20, 30 = 21-30 usw.)

### 6.2.2 Libellen

Auch bei den Libellen gibt es von den meisten Arten Fundangaben aus deutlich weniger als 30 Flächen, und Arten mit geringer Verbreitung (unter 20 MTB) fehlen vielfach ganz (Tabelle 52, Abbildung 56). Ausnahmen sind zwei der sieben FFH-Arten (*Ophiogomphus cecilia* und *Leucorrhinia pectoralis*), deren Punktverbreitungsdaten sich mit 140 bzw. 78 FFH-Flächen räumlich überlagern und zwei im Tiefland weit verbreitete Arten, *Brachytron pratense* und *Sympetrum flaveolum*, von denen aus den FFH-Flächen eine größere Anzahl Flächen bekannt sind.

## Tabelle 52: Vorkommen von Libellen in Monitoringflächen

Arten, von denen angenommen wird, dass sie vom Klimawandel profitieren, sind grün hinterlegt.

Vgl. auch Tabelle 33. Dort sind in Bezug auf FFH-Monitoring-Flächen (Arten-Feinmonitoring) nur Angaben zu den FFH-Anhang II/IV-Arten enthalten und nur die Anzahl der Monitoring-Flächen, die gezielt zur Erfassung dieser Arten angelegt wurden. In der nachfolgenden Tabelle wurden im Unterschied dazu alle Artvorkommen (auch Nicht-FFH-Arten) mit den Monitoringflächen im GIS verschnitten.

Art (wiss.)	Art (dt.)	FFH-Status	MTB <sup>1</sup>	FFH-Monitoring	ÖFS-Flächen
<i>Aeshna affinis</i>	Südliche Mosaikjungfer		53	21	4
<i>Aeshna subarctica</i>	Hochmoor-Mosaikjungfer		5	1	0
<i>Brachytron pratense</i>	Kleine Mosaikjungfer		75	54	8
<i>Coenagrion lunulatum</i>	Mond-Azurjungfer		6	1	1
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Helm-Azurjungfer	FFH-II	2	2	0
<i>Coenagrion ornatum</i>	Vogel-Azurjungfer	FFH-II	2	1	0
<i>Crocothemis erythraea</i>	Feuerlibelle		39	13	3
<i>Gomphus flavipes</i>	Asiatische Keiljungfer	FFH-IV	19	19	0
<i>Lestes barbarus</i>	Südliche Binsenjungfer		68	30	2
<i>Leucorrhinia albifrons</i>	Östliche Moosjungfer	FFH-IV	21	16	1
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	Zierliche Moosjungfer	FFH-IV	4	2	0
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	Große Moosjungfer	FFH-II/IV	59	78	6
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Grüne Keiljungfer	FFH-II/IV	97	140	11
<i>Somatochlora alpestris</i>	Alpen-Smaragdlibelle		8	0	0
<i>Sympetrum flaveolum</i>	Gefleckte Heidelibelle		123	71	15
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Frühe Heidelibelle		31	2	1
<i>Sympetrum meridionale</i>	Südliche Heidelibelle		11	0	1
<b>Anzahl Arten</b>		<b>7</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>11</b>
<b>Gesamte Flächen mit Nachweisen</b>			<b>153</b>	<b>236</b>	<b>27</b>

<sup>1</sup> Anzahl MTB: Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 27.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen

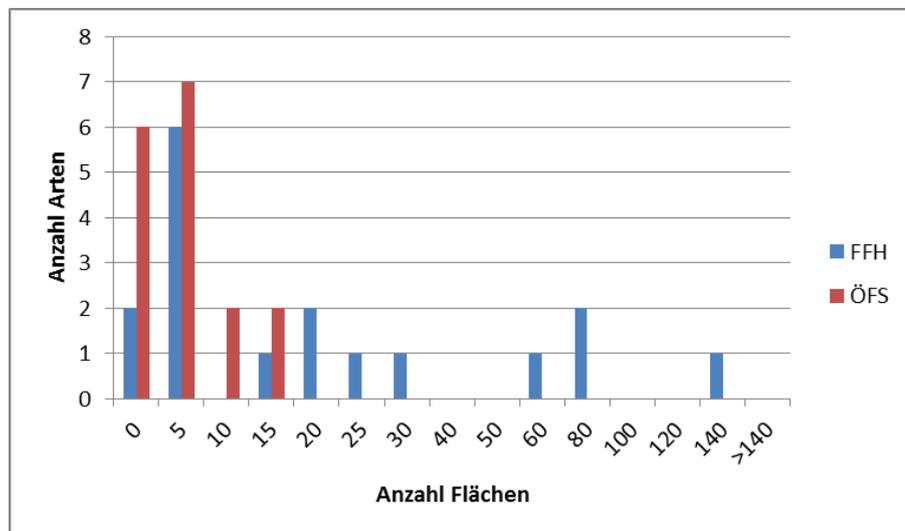


Abbildung 56: Monitoringflächen mit Libellenvorkommen

(5 = 1-5, 10 = 6-10, 15 = 11-15 usw.)

### 6.2.3 Schrecken

Mit Ausnahme von zwei Arten mit geringer Verbreitung (unter 12 MTB), die auf den ÖFS-Flächen fehlen, sind alle sieben Schreckenarten der Auswahlliste in den Monitoringflächen vertreten. Bei drei Arten gibt es Meldungen von mindestens etwa 30 FFH-Flächen (Tabelle 53, Abbildung 57).

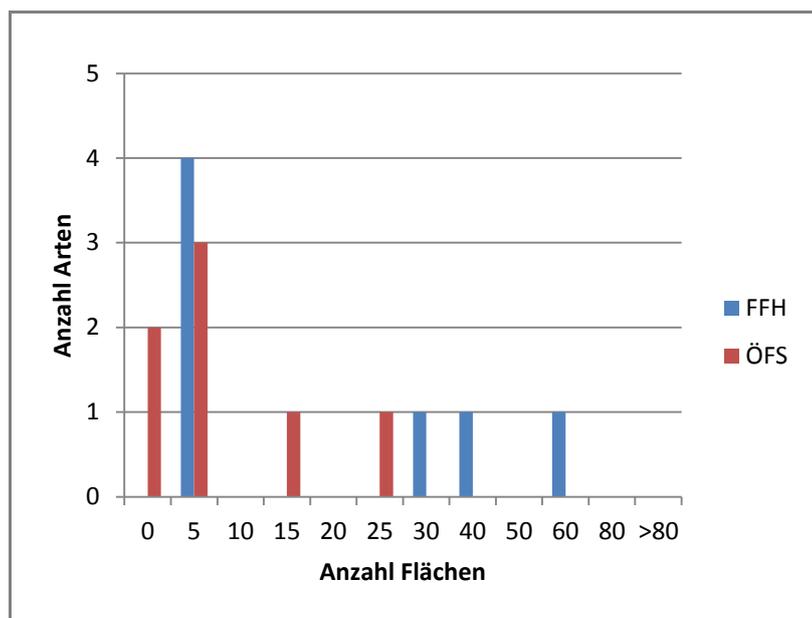
**Tabelle 53: Vorkommen von Schrecken in Monitoringflächen**

Arten, von denen angenommen wird, dass sie vom Klimawandel profitieren, sind grün hinterlegt.

Vgl. auch Tabelle 36. Weil es in Sachsen keine FFH-Anhang II/IV-Arten bei den Schrecken gibt, sind in Tabelle 36 auch keine Angaben zu direkt für diese Arten eingerichteten FFH-Monitoring-Flächen enthalten.

Art (wiss.)	Art (dt.)	FFH-Status	MTB <sup>1</sup>	FFH-Monitoring	ÖFS-Flächen
<i>Chorthippus mollis</i>	Verkannter Grashüpfer		83	31	12
<i>Chorthippus vagans</i>	Steppengrashüpfer		6	1	0
<i>Isophya kraussii</i>	Plumpschrecke		8	1	1
<i>Metrioptera bicolor</i>	Zweifarbige Beißschrecke		11	1	0
<i>Phaneroptera falcata</i>	Gemeine Sichelschrecke		99	29	3
<i>Tetrix ceperoi</i>	Westliche Dornschrecke		20	1	2
<i>Tettigonia cantans</i>	Zwitscherschrecke		113	56	22
<b>Anzahl Arten</b>		<b>0</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>5</b>
<b>Gesamte Flächen mit Nachweisen</b>			<b>163</b>	<b>103</b>	<b>33</b>

<sup>1</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 26.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen



**Abbildung 57: Monitoringflächen mit Schreckenvorkommen**

(5 = 1-5, 10 = 6-10, 15 = 11-15 usw.)

## 6.2.4 Käfer

Die meisten Käferarten der Auswahlliste klimasensitiver, für ein Monitoring in Frage kommender Arten sind in Sachsen nur aus wenigen MTB gemeldet und dementsprechend auch sehr schlecht in den Flächen des FFH-Feinmonitorings und auf ÖFS-Flächen vertreten. Ausnahmen sind lediglich drei FFH-Arten (*Cerambyx cerdo*, *Lucanus cervus* und *Osmoderma eremita*), von denen teilweise Vorkommen in über 30 FFH-Flächen bekannt sind (Tabelle 54, Abbildung 58).

**Tabelle 54: Vorkommen von Käfern in Monitoringflächen**

Arten, von denen angenommen wird, dass sie vom Klimawandel profitieren, sind grün hinterlegt.

Vgl. auch Tabelle 34. Dort sind in Bezug auf FFH-Monitoring-Flächen (Arten-Feinmonitoring) nur Angaben zu den FFH-Anhang II/IV-Arten enthalten und nur die Anzahl der Monitoring-Flächen, die gezielt zur Erfassung dieser Arten angelegt wurden. In der nachfolgenden Tabelle wurden im Unterschied dazu alle Artvorkommen (auch Nicht-FFH-Arten) mit den Monitoringflächen im GIS verschnitten.

Art (wiss.)	Art (dt.)	FFH-Status	MTB <sup>1</sup>	FFH-Monitoring	ÖFS-Flächen
<i>Agonum ericeti</i>	Hochmoor-Glanzflächläufer		8	1	0
<i>Amara famelica</i>	Nordöstlicher Kamelläufer		13	2	1
<i>Amara infima</i>	Heide-Kanalläufer		4	1	0
<i>Badister meridionalis</i>	Bogenfleck-Wanderläufer		19	0	0
<i>Bembidion humerale</i>	Hochmoor- Ahlenläufer		8	1	0
<i>Bembidion nigricorne</i>	Nördlicher Ahlenläufer		8	0	1
<i>Bembidion octomaculatum</i>	Achtfleck- Ahlenläufer		6	0	1
<i>Brachinus crepitans</i>	Großer Bombardierkäfer		3	0	0
<i>Brachinus explodens</i>	Kleiner Bombardierkäfer		11	1	0
<i>Bradycellus caucasicus</i>	Heller Rundbauchläufer		32	1	1
<i>Bradycellus ruficollis</i>	Rothals-Rundbauchläufer		19	0	0
<i>Carabus menetriesi pacholei</i>	Hochmoor-Laufkäfer, Menetries Laufkäfer	FFH-II	2	2	0
<i>Carabus nitens</i>	Heide-Laufkäfer		4	0	0
<i>Cerambyx cerdo</i>	Heldbock	FFH-II/IV	15	30	1
<i>Graphoderus bilineatus</i>	Schmalbindiger Breitflügel-Tauchkäfer	FFH-II/IV	8	7	1
<i>Lucanus cervus</i>	Hirschkäfer	FFH-II	28	45	2
<i>Osmoderma eremita</i>	Eremit	FFH-II/IV	63	90	1
<i>Pterostichus ovoideus</i>	Flachäugiger Grabläufer		11	5	0
<i>Trechus rubens</i>	Ziegelroter Flinkläufer		10	0	0
<b>Anzahl Arten</b>		<b>5</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>8</b>
<b>Gesamte Flächen mit Nachweisen</b>			<b>78</b>	<b>152</b>	<b>9</b>

<sup>1</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 25.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen

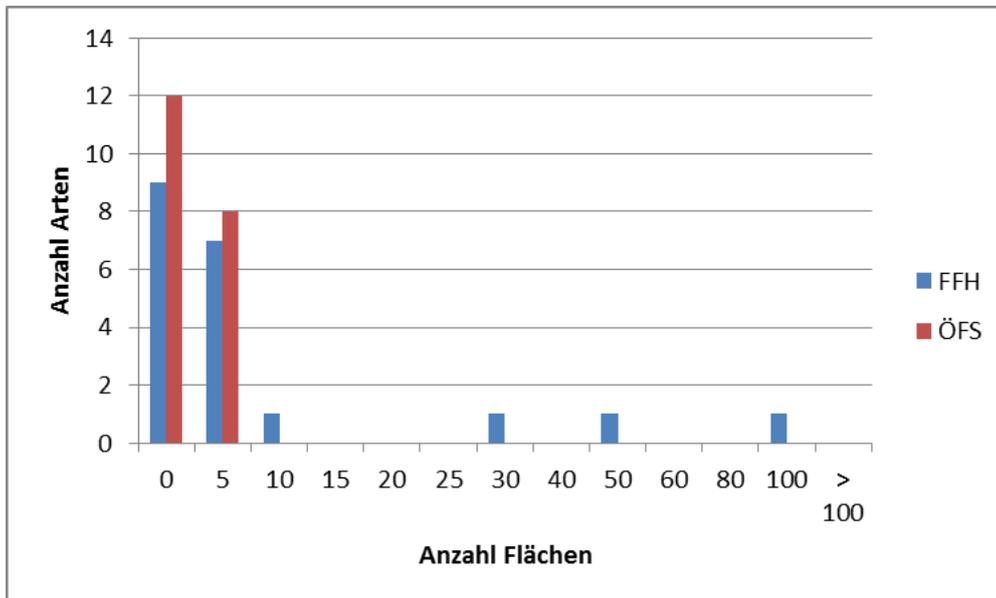


Abbildung 58: Monitoringflächen mit Käfervorkommen

(5 = 1-5, 10 = 6-10, 15 = 11-15 usw.)

### 6.2.5 Sonstige Wirbellose

Die meisten sonstigen Wirbellosen der Auswahlliste klimasensitiver Arten (elf Mollusken, zwei Krebse, eine Spinne und eine Ameise) sind in Sachsen nur aus wenigen MTB bekannt und damit in den Monitoringflächen kaum vertreten (Abbildung 59). Ausnahmen sind zwei weiter verbreitete FFH-Arten des Anhanges V (Edelkrebs und Weinbergschnecke), deren Punktdaten aus der Zentralen Artdatenbank sich räumlich mit 13 bzw. 24 FFH-Monitoring-Flächen überlagern.

Tabelle 55: Vorkommen von sonstigen Wirbellosen in Monitoringflächen

Arten, von denen angenommen wird, dass sie vom Klimawandel profitieren, sind grün hinterlegt.

Vgl. auch Tabelle 37 und Tabelle 38. Dort sind in Bezug auf FFH-Monitoring-Flächen (Arten-Feinmonitoring) nur Angaben zu den FFH-Anhang II/IV-Arten enthalten und nur die Anzahl der Monitoring-Flächen, die gezielt zur Erfassung dieser Arten angelegt wurden. In der nachfolgenden Tabelle wurden im Unterschied dazu alle Artvorkommen (auch Nicht-FFH-Arten) mit den Monitoringflächen im GIS verschnitten.

Art (wiss.)	Art (dt.)	FFH-Status	MTB <sup>1</sup>	FFH-Monitoring	ÖFS-Flächen
<i>Anisus spirorbis</i>	Gelippte Tellerschnecke		9	0	0
<i>Arctosa cinerea</i>	Sand-Wolfs Spinne		1	0	0
<i>Astacus astacus</i>	Edelkrebs	FFH-V	75	13	4
<i>Austropotamobius torrentium</i>	Steinkrebs	FFH-II/IV	1	0	0
<i>Gyraulus laevis</i>	Glattes Posthörnchen		8	0	0
<i>Gyraulus rosmaessleri</i>	Rossmässlers Posthörnchen		2	0	0
<i>Helix pomatia</i>	Weinbergschnecke	FFH-V	69	24	0
<i>Lasius jensi</i>			1	0	0
<i>Margaritifera margaritifera</i>	Flussperlmuschel	FFH-II/IV	3	3	0
<i>Omphiscola glabra</i>	Längliche Sumpfschnecke		3	0	0
<i>Sphaerium rivicola</i>	Flusskugelmuschel		5	2	0
<i>Unio pictorum</i>	Malermuschel		2	0	1
<i>Unio tumidus</i>	Große Flussmuschel		7	0	0
<i>Vertigo angustior</i>	Schmale Windelschnecke	FFH-II	11	2	0
<i>Vertigo moulinsiana</i>	Bauchige Windelschnecke	FFH-II	3	0	0
<i>Viviparus viviparus</i>	Stumpfe Flussdeckelschnecke		5	1	0
<b>Anzahl Arten</b>		<b>6</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
<b>Gesamte Flächen mit Nachweisen</b>			<b>89</b>	<b>44</b>	<b>5</b>

<sup>1</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 27.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen

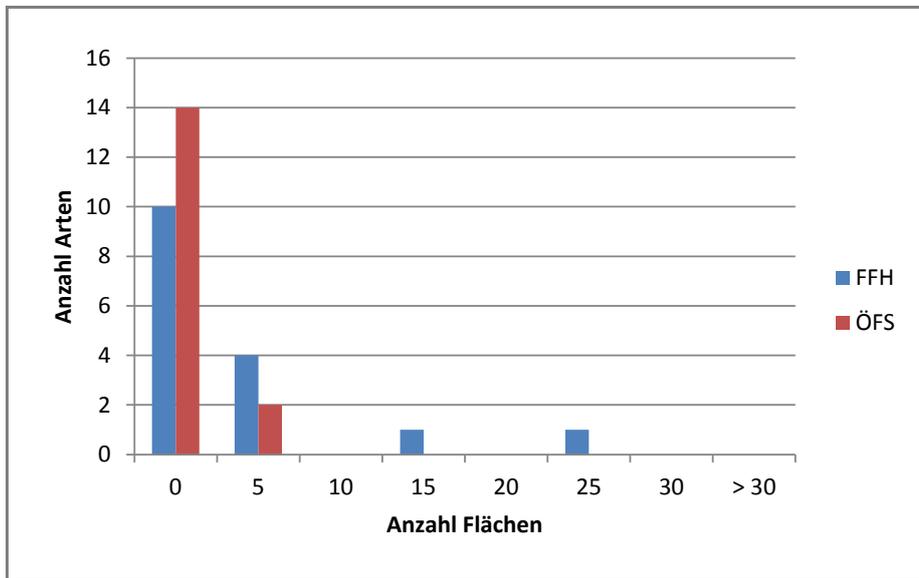


Abbildung 59: Monitoringflächen mit Vorkommen sonstiger Wirbelloser

(5 = 1-5, 10 = 6-10, 15 = 11-15 usw.)

### 6.2.6 Säugetiere

Ein Großteil der gelisteten Säugetiere sind FFH-Arten. Die Vorkommensangaben der Nicht-FFH-Arten überlagern sich dagegen nur mit einer geringeren Anzahl von Monitoring-Flächen (FFH, ÖFS). Bis auf zwei Arten (*Neomys anomalus* und *Eptesicus nilssonii*) liegen von allen Arten auch aus den ÖFS-Flächen Fundangaben vor, allerdings nur von deutlich weniger als 30 Flächen, selbst wenn eine Pufferzone von 500 m um die Punktdaten gelegt wird (Tabelle 56, Abbildung 60).

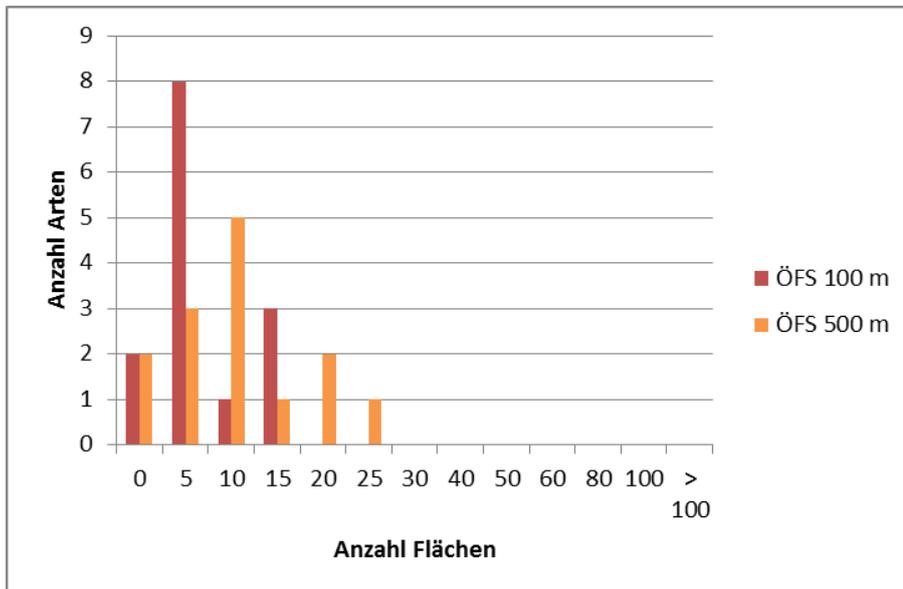
Tabelle 56: Vorkommen von Säugetieren in Monitoringflächen

Arten, von denen angenommen wird, dass sie vom Klimawandel profitieren, sind grün hinterlegt.

Vgl. auch Tabelle 29. Dort sind in Bezug auf FFH-Monitoring-Flächen (Arten-Feinmonitoring) nur Angaben zu den FFH-Anhang II/IV-Arten enthalten und nur die Anzahl der Monitoring-Flächen, die gezielt zur Erfassung dieser Arten angelegt wurden. In der nachfolgenden Tabelle wurden im Unterschied dazu alle Artvorkommen (auch Nicht-FFH-Arten) mit den Monitoringflächen im GIS verschnitten. Eine GIS-Kulisse der FFH-Feinmonitoring-Flächen Säugetiere lag zur Projektbearbeitungszeit noch nicht vor.

Art (wiss.)	Art (dt.)	FFH-Status	MTB <sup>1</sup>	ÖFS-Flächen (100 m Puffer)	ÖFS-Flächen (500 m Puffer)
<i>Crocidura russula</i>	Hausspitzmaus		79	1	2
<i>Crocidura suaveolens</i>	Gartenspitzmaus		115	2	7
<i>Glis glis</i>	Siebenschläfer		50	2	4
<i>Muscardinus avellanarius</i>	Haselmaus	FFH-IV	64	3	6
<i>Neomys anomalus</i>	Sumpfspitzmaus		32	0	0
<i>Eptesicus nilssonii</i>	Nordfledermaus	FFH-IV	68	0	0
<i>Eptesicus serotinus</i>	Breitflügelfledermaus	FFH-IV	131	11	22
<i>Myotis daubentonii</i>	Wasserfledermaus	FFH-IV	162	11	18
<i>Myotis myotis</i>	Großes Mausohr	FFH-II/IV	145	6	14
<i>Nyctalus noctula</i>	Großer Abendsegler	FFH-IV	151	11	17
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Rauhautfledermaus	FFH-IV	118	2	8
<i>Plecotus austriacus</i>	Graues Langohr	FFH-IV	86	3	7
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Kleine Hufeisennase	FFH-II/IV	19	1	3
<i>Vespertilio murinus</i>	Zweifarbflledermaus	FFH-IV	102	3	7
<b>Anzahl Arten</b>		<b>10</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>Gesamte Flächen mit Nachweisen</b>			<b>175</b>	<b>27</b>	<b>46</b>

<sup>2</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 26.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen



**Abbildung 60: Monitoringflächen mit Säugetiervorkommen**  
(5 = 1-5, 10 = 6-10, 15 = 11-15 usw.)

### 6.2.7 Vögel

Eine entsprechende Auswertung der Vogeldaten wurde nicht vorgenommen, weil die aktuellsten Daten der neuen landesweiten Brutvogelkartierung während der Bearbeitungszeit des FuE-Vorhabens noch nicht zur Verfügung standen. Von den elf klimasensitiven Arten der Auswahlliste stehen drei Arten auf der Vogelschutzrichtlinie und werden somit obligatorisch über das SPA-Monitoring erfasst. Mit Ausnahme des Kuckucks werden auch alle übrigen Arten der Auswahlliste vom SPA-Monitoring erfasst (s. Kapitel 3.5.1). Beim ehrenamtlichen Monitoring häufiger Brutvogel des DDA werden alle Arten auf den ÖFS-Flächen untersucht. Der derzeitige Bearbeitungsstand ist in Abbildung 54 dargestellt.

### 6.2.8 Reptilien

Überschneidungen mit Fundangaben aus der Zentralen Artdatenbank liegen bei allen Arten für die ÖFS-Flächen vor, aber nur bei der Zauneidechse sind es mehr als 30 Flächen, bei der Ringelnatter fast 30 Flächen (Tabelle 57, Abbildung 61).

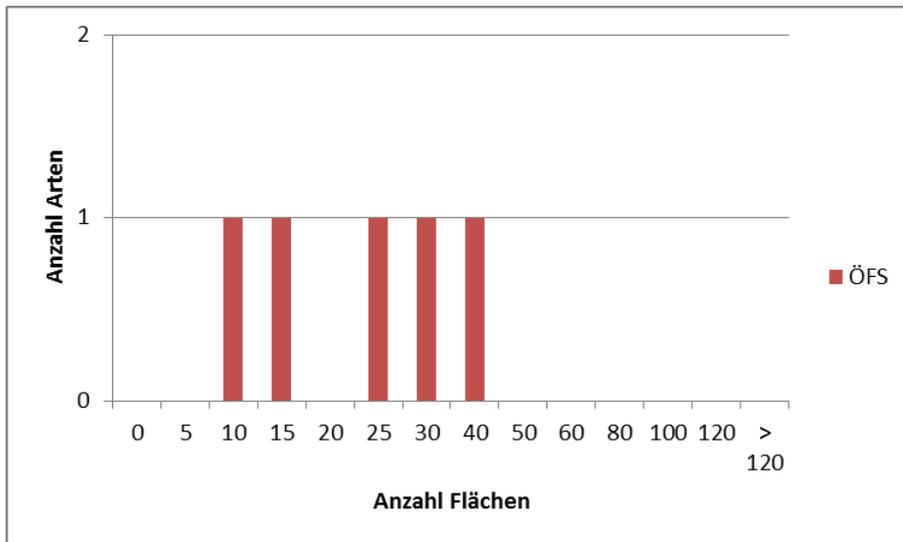
**Tabelle 57: Vorkommen von Reptilien in Monitoringflächen**

Arten, von denen angenommen wird, dass sie vom Klimawandel profitieren, sind grün hinterlegt.

Vgl. auch Tabelle 31. Dort sind in Bezug auf FFH-Monitoring-Flächen (Arten-Feinmonitoring) nur Angaben zu den FFH-Anhang IV-Arten enthalten und nur die Anzahl der Monitoring-Flächen, die gezielt zur Erfassung dieser Arten angelegt wurden. In der nachfolgenden Tabelle wurden im Unterschied dazu alle Artvorkommen (auch Nicht-FFH-Arten) mit den Monitoringflächen im GIS verschnitten. Eine GIS-Kulisse der FFH-Feinmonitoring-Flächen Reptilien lag für die Projektbearbeitung nicht vor.

Art (wiss.)	Art (dt.)	FFH-Status	MTB <sup>1</sup>	ÖFS-Flächen
<i>Anguis fragilis</i>	Blindschleiche		167	24
<i>Coronella austriaca</i>	Glattnatter	FFH-IV	98	8
<i>Lacerta agilis</i>	Zauneidechse	FFH-IV	151	32
<i>Natrix natrix</i>	Ringelnatter		163	28
<i>Vipera berus</i>	Kreuzotter		125	14
<b>Anzahl</b>		<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Gesamte Flächen mit Nachweisen</b>			<b>177</b>	<b>56</b>

<sup>1</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 26.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen



**Abbildung 61: Monitoringflächen mit Reptilienvorkommen**

(5 = 1-5, 10 = 6-10, 15 = 11-15 usw.)

### 6.2.9 Amphibien

Fast alle Amphibienarten der Auswahlliste für das Monitoring Klimawandel und Biodiversität sind FFH-Arten (Ausnahmen sind die Erdkröte und der Bergmolch) und in Sachsen weit verbreitet ( $\geq 60$  MTB). Dementsprechend sind fast alle Arten auf mehr als 30 FFH-Monitoring-Flächen vertreten – Ausnahmen sind die Kreuzkröte (zwölf Flächen) und der Springfrosch (24 Flächen). Auch auf den ÖFS-Flächen sind alle Arten vertreten, bei den meisten Arten mit 10-20 Flächen. Nur die beiden sehr häufigen Arten Erdkröte und Grasfrosch kommen landesweit in mehr als 30 ÖFS-Flächen vor (Tabelle 58, Abbildung 62).

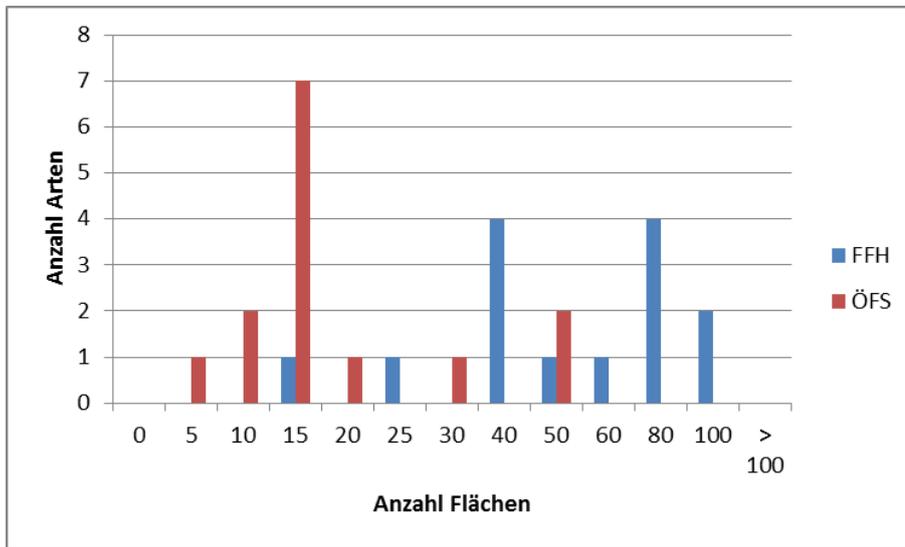
**Tabelle 58: Vorkommen von Amphibien in Monitoringflächen**

Arten, von denen angenommen wird, dass sie vom Klimawandel profitieren, sind grün hinterlegt.

Vgl. auch Tabelle 30. Dort sind in Bezug auf FFH-Monitoring-Flächen (Arten-Feinmonitoring) nur Angaben zu den FFH-Anhang II/IV-Arten enthalten und nur die Anzahl der Monitoring-Flächen, die gezielt zur Erfassung dieser Arten angelegt wurden. In der nachfolgenden Tabelle wurden im Unterschied dazu alle Artvorkommen (auch Nicht-FFH-Arten) mit den Monitoringflächen im GIS verschritten.

Art (wiss.)	Art (dt.)	FFH-Status	MTB <sup>1</sup>	FFH-Monitoring	ÖFS-Flächen
<i>Bombina bombina</i>	Rotbauchunke	FFH-II/IV	67	56	13
<i>Bufo bufo</i>	Erdkröte		174	88	46
<i>Bufo calamita</i>	Kreuzkröte	FFH-IV	74	12	6
<i>Bufo viridis</i>	Wechselkröte	FFH-IV	105	38	12
<i>Hyla arborea</i>	Laubfrosch	FFH-IV	92	62	14
<i>Ichthyosaura alpestris</i>	Bergmolch		124	33	15
<i>Pelobates fuscus</i>	Knoblauchkröte	FFH-IV	128	66	18
<i>Rana arvalis</i>	Moorfrosch	FFH-IV	113	48	15
<i>Rana dalmatina</i>	Springfrosch	FFH-IV	58	24	2
<i>Rana kl. esculenta</i>	Teichfrosch	FFH-V	152	85	28
<i>Pelophylax lessonae</i>	Kleiner Wasserfrosch	FFH-IV	92	36	7
<i>Pelophylax ridibundus ridibunda</i>	Seefrosch	FFH-V	94	36	11
<i>Rana temporaria</i>	Grasfrosch	FFH-V	174	80	45
<i>Triturus cristatus</i>	Kammolch	FFH-II/IV	141	80	11
<b>Anzahl Arten</b>		<b>12</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
<b>Gesamte Flächen mit Nachweisen</b>			<b>183</b>	<b>103</b>	<b>66</b>

<sup>1</sup> Abfrage der Zentralen Artdatenbank vom 26.02.2013, Nachweise ab 1990; insgesamt 188 MTB in Sachsen



**Abbildung 62: Monitoringflächen mit Amphibienvorkommen**

(5 = 1-5, 10 = 6-10, 15 = 11-15 usw.)

### 6.2.10 Gefäßpflanzen

Die bisherige Liste klimasensitiver Gefäßpflanzen enthält 73 Arten, die allerdings inzwischen in verschiedene Prioritätsstufen unterteilt wurden. Ein Großteil der Verbreitungsdaten der Gefäßpflanzen stammt aus floristischen Kartierungen auf Rasterbasis und ist relativ ungenau (Messtischblatt-Viertelquadranten-Raster von 2,75 x 2,75 km), sodass ein Verschnitt mit den Monitoringflächen mit großen Unsicherheiten behaftet ist. Nur für wenige der ausgewählten klimasensitiven Arten wurde dabei eine räumliche Überlagerung ihrer gepufferten Vorkommensdaten mit mehr als 30 Monitoringflächen festgestellt. Im Falle der FFH-LRT-Monitoring-Flächen handelt es sich um folgende Arten: Arnika, Glanz-Melde, Unbegrante Trespe, Liguster, Keulen-Bärlapp, Gewöhnliche Eselsdistel, Weiße Pestwurz, Purpur-Hasenlattich, Frühlings-Greiskraut, Gebirgs-Hellerkraut, Europäischer Siebenstern (Tabelle 59).

**Tabelle 59: Vorkommen von ausgesuchten klimasensitiven Gefäßpflanzen in Monitoringflächen**

Arten, von denen angenommen wird, dass sie vom Klimawandel profitieren, sind grün hinterlegt

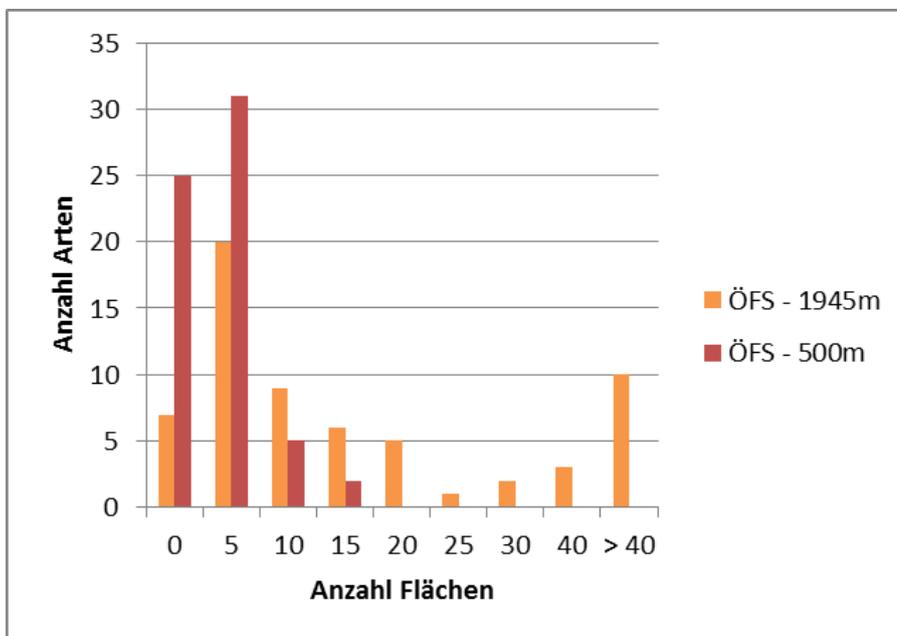
Vgl. auch Tabelle 39. Dort sind in Bezug auf FFH-Monitoring-Flächen (Arten-Feinmonitoring) nur Angaben zu den FFH-Anhang II/IV-Arten enthalten und nur die Anzahl der Monitoring-Flächen, die gezielt zur Erfassung dieser Arten angelegt wurden. Desweiteren wurden in Tabelle 39 auch Vegetationsaufnahmen von FFH-LRT-Feinmonitoringflächen ausgewertet, in der folgenden Tabelle 59 jedoch Verbreitungsangaben der Arten mit der Abgrenzung von Monitoringflächen verschnitten.

Art (wiss.)	Art (dt.)	FFH-Status	MTB <sup>1</sup>	FFH-LRT-Flächen	ÖFS-Flächen (Punktdaten, 500 m Puffer)	ÖFS-Flächen (Punktdaten, 200 m Puffer)	ÖFS-Flächen (Viertel-Quadranten, 1945 m Puffer)
<i>Aconitum variegatum</i>	Bunter Eisenhut		36	4	0	0	16
<i>Agrimonia procera</i>	Großer Odermennig		27	1	0	0	5
<i>Ailanthus altissima</i>	Götterbaum		23	6	2	1	7
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Beifußblättriges Traubenkraut		54	2	2	1	12
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Echte Bärentraube		5	1	1	0	3
<i>Arnica montana</i>	Arnika	FFH-V	66	44	7	5	29
<i>Artemisia annua</i>	Einjähriger Beifuß		7	0	0	0	1
<i>Asplenium adnigrinum</i>	Braungrüner Streifenfarn	FFH-II/IV	3	3	0	0	2
<i>Atriplex sagittata</i>	Glanz-Melde		156	40	10	5	93
<i>Bromus inermis</i>	Unbegrante Trespe		176	64	13	6	106
<i>Bunias orientalis</i>	Orientalische Zackenschote		62	8	1	1	18

Art (wiss.)	Art (dt.)	FFH-Status	MTB <sup>1</sup>	FFH-LRT-Flächen	ÖFS-Flächen (Punktdaten, 500 m Puffer)	ÖFS-Flächen (Punktdaten, 200 m Puffer)	ÖFS-Flächen (Viertel-Quadranten, 1945 m Puffer)
<i>Cicerbita alpina</i>	Alpen-Milchlattich		23	6	0	0	6
<i>Coleanthus subtilis</i>	Scheidenblütgras	FFH-II/IV	12	0	2	2	4
<i>Cornus mas</i>	Kornelkirsche		34	0	2	1	12
<i>Diphasiastrum alpinum</i>	Alpen-Flachbärlapp	FFH-V	2	6	0	0	0
<i>Diphasiastrum complanatum</i>	Gewöhnlicher Flachbärlapp	FFH-V	26	6	3	3	6
<i>Diphasiastrum issleri</i>	Isslers Flachbärlapp	FFH-V	8	7	0	0	4
<i>Diphasiastrum tristachyum</i>	Zypressen Flachbärlapp	FFH-V	8	0	0	0	1
<i>Diphasiastrum zeilleri</i>	Zeillers Flachbärlapp	FFH-V	10	0	0	0	1
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	Schmalblättriger Doppelsame		104	10	7	2	35
<i>Echinocystis lobata</i>	Stachelgurke		13	0	1	0	2
<i>Gentiana asclepiadea</i>	Schwalbenwurz-Enzian		4	9	0	0	0
<i>Hesperis matronalis</i>	Gewöhnliche Nachtwiole		141	27	2	0	44
<i>Homogyne alpina</i>	Grüner Alpenlattich		8	10	0	0	3
<i>Huperzia selago</i>	Tannen-Bärlapp	FFH-V	33	13	2	2	8
<i>Ilex aquifolium</i>	Stechpalme		6	0	0	0	0
<i>Juglans regia</i>	Echte Walnuss		16	0	1	0	7
<i>Lactuca virosa</i>	Gift-Lattich		4	1	0	0	0
<i>Ligustrum vulgare</i>	Liguster		150	34	10	4	67
<i>Lindernia procumbens</i>	Liegendes Büchsenkraut	FFH-IV	5	1	0	0	0
<i>Linnaea borealis</i>	Moosglöckchen		1	0	0	0	1
<i>Lonicera nigra</i>	Schwarze Heckenkirsche		55	21	1	0	14
<i>Lonicera periclymenum</i>	Deutsches Geißblatt		101	4	1	0	20
<i>Luronium natans</i>	Froschkraut	FFH-II/IV	10	5	1	1	5
<i>Luzula sudetica</i>	Sudeten-Hainsimse		7	5	0	0	6
<i>Lycopodiella inundata</i>	Sumpf-Bärlapp	FFH-V	26	2	1	0	4
<i>Lycopodium annotinum</i>	Sprossender Bärlapp	FFH-V	41	3	3	2	6
<i>Lycopodium clavatum</i>	Keulen-Bärlapp	FFH-V	117	32	4	2	42
<i>Moneses uniflora</i>	Moosauge		31	7	1	0	11
<i>Onopordum acanthium</i>	Gewöhnliche Eselsdistel		141	33	5	1	60
<i>Petasites albus</i>	Weißer Pestwurz		94	30	4	2	37
<i>Phyteuma nigrum</i>	Schwarze Teufelskralle		59	17	1	1	16
<i>Pinguicula vulgaris</i>	Gemeines Fettkraut		33	9	2	1	4
<i>Poa chaixii</i>	Wald-Rispengras		77	11	2	2	14
<i>Polygala chamaebuxus</i>	Zwergbuchs		5	1	0	0	0
<i>Prenanthes purpurea</i>	Purpur-Hasenlattich		84	41	5	3	41
<i>Prunus mahaleb</i>	Steinweichsel		70	9	1	1	18
<i>Pseudofumaria lutea</i>	Gelber Lerchensporn		83	2	4	1	24
<i>Rubus saxatilis</i>	Steinbeere		28	2	1	1	3
<i>Rumex arifolius</i>	Gebirgs-Sauerampfer		6	7	0	0	2
<i>Salvinia natans</i>	Gemeiner Schwimmfarn		3	0	0	0	0
<i>Senecio hercynicus</i>	Harz-Greiskraut		15	6	1	1	7
<i>Senecio inaequidens</i>	Schmalblättriges Greiskraut		41	0	1	1	8
<i>Senecio vernalis</i>	Frühlings-Greiskraut		153	42	14	4	89

Art (wiss.)	Art (dt.)	FFH-Status	MTB <sup>1</sup>	FFH-LRT-Flächen	ÖFS-Flächen (Punktdaten, 500 m Puffer)	ÖFS-Flächen (Punktdaten, 200 m Puffer)	ÖFS-Flächen (Viertel-Quadranten, 1945 m Puffer)
<i>Streptopus amplexifolius</i>	Stängelumfassender Knotenfuß		4	7	0	0	1
<i>Teucrium scorodonia</i>	Salbei-Gamander		96	11	0	0	26
<i>Thlaspi caerulescens</i>	Gebirgs-Hellerkraut		124	51	6	4	59
<i>Trichomanes speciosum</i>	Prächtiger Dünnpfann	FFH-II/IV	7	3	0	0	1
<i>Trientalis europaea</i>	Europäischer Siebenstern		115	46	4	3	49
<i>Ulex europaeus</i>	Stechginster		16	0	0	0	3
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Rauschbeere		43	28	0	0	15
<i>Valeriana sambucifolia</i>	Holunderblättriger Baldrian		97	20	3	0	38
<i>Viola biflora</i>	Zweiblütiges Veilchen		5	5	0	0	1
<b>Anzahl Arten</b>		<b>15</b>	<b>63</b>	<b>51</b>	<b>38</b>	<b>28</b>	<b>55</b>
<b>Gesamte Flächen mit Nachweisen</b>			<b>188</b>	<b>169</b>	<b>37</b>	<b>21</b>	<b>139</b>

<sup>1</sup> Nach Angaben der Zentralen Artendatenbank vom 27.02.2013. Nachweise ab 1990. Die Angaben stellen nur Orientierungswerte dar. Aufgrund von diversen Unsicherheiten bei der Datenqualität und Datenbankabfrage dürfen die Zahlenangaben, auch wenn sie eine hohe Genauigkeit vortäuschen, nicht für wissenschaftliche Zwecke weiterverwendet werden!



**Abbildung 63: Monitoringflächen mit Gefäßpflanzen-Vorkommen**  
(5 = 1-5, 10 = 6-10, 15 = 11-15 usw.)

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
Telefon: +49 351 2612-0  
Telefax: +49 351 2612-1099  
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de  
www.smul.sachsen.de/lfulg

**Autoren:**

Dr. Martin Wiemers, Dr. Martin Musche, Dr. Marten Winter, Dr. Ingolf Kühn  
UFZ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Department Biozönoseforschung  
Theodor-Lieser-Straße 4, 06120 Halle (Saale), Telefon: +49 345 558-5302,  
Telefax: +49 345 558-5329, E-Mail: martin.wiemers@ufz.de

Michael Striese

lutra - Gesellschaft für Naturschutz und landschaftsökologische Forschung  
Förstgener Str. 9, 02943 Boxberg OT Klitten/Tauer, Telefon: +49 35895 50389,  
Telefax: +49 35895 50380, E-Mail: lutra-lausitz@t-online.de

Dr. Maik Denner

LfULG, Abteilung Naturschutz, Landschaftspflege/Referat Landschaftsökologie,  
Flächennaturschutz

**Redaktion:**

Dr. Maik Denner, Christoph Hettwer  
Abteilung Naturschutz, Landschaftspflege/Referat Landschaftsökologie, Flächenna-  
turschutz/Referat Artenschutz  
Halsbrücker Str. 31a, 09599 Freiberg  
Telefon: +49 3731 294-2206  
Telefax: +49 3731 294-2099  
E-Mail: Maik.Denner@smul.sachsen.de, Christoph.Hettwer@smul.sachsen.de

**Titel:**

Feuerlibelle (*Crocothemis erythraea*), Männchen  
Autor: Heiner Blischke

**Redaktionsschluss:**

30.10.2013

**ISSN:**

1867-2868

**Hinweis:**

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei  
unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer  
verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.  
Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum  
von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet wer-  
den. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Infor-  
mationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben partei-  
politischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an  
Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer  
bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden,  
dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Grup-  
pen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig  
davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem  
Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift  
zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.