

Einfluss von Klima und Landnutzung auf die Verbreitung ausgewählter Brutvogelarten des Landes Sachsen-Anhalt



Einfluss von Klima und Landnutzung auf die Verbreitung ausgewählter Brutvogelarten des Landes Sachsen-Anhalt

**Thomas Gottschalk, Sophia Franke,
Ulrike Märkel & Sven Trautmann**

Einfluss von Klima und Landnutzung auf die Verbreitung ausgewählter Brutvogelarten des Landes Sachsen-Anhalt

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3	Rotkehlchen	76
1.1 Klimawandel und Landnutzungswandel in Sachsen-Anhalt	3	Dorngrasmücke	80
1.2 Bisheriger Kenntnisstand zu Veränderungen der Vogelwelt durch Landnutzungsveränderungen und Klimawandel in Europa, Deutschland und auf Ebene der Bundesländer	4	Fasan	84
1.3 Bisherige Ansätze zur Abschätzung zukünftiger klimabedingter Veränderungen der Verbreitung und Dichte bei Vögeln	9	Feldlerche	88
1.4 Aufgabenstellung	11	Feldsperling	92
2. Material und Methoden	12	Goldammer	96
2.1 Empfindlichkeitsanalyse der Brutvogelarten Sachsen-Anhalts	12	Klappergrasmücke	100
2.2 Modellierung der Verbreitung und Abundanz der Vogelarten	14	Neuntöter	104
2.2.1 Verwendete Vogelarten	14	Star	108
2.2.2 Verwendete Umweltvariablen	14	Amsel	112
2.2.3 Verwendete Klimavariablen und -szenarien	17	Buchfink	116
2.2.4 Methoden der Modellierung, Modell validierung und Prognosen	21	Buntspecht	120
2.2.5 Landnutzungsszenarien: Agrarlandschaft und Wald	23	Eichelhäher	124
3. Ergebnisse	28	Gartenbaumläufer	128
3.1 Ergebnisse der Empfindlichkeitsanalyse der Brutvogelarten Sachsen-Anhalts	28	Haubenmeise	132
3.2 Prognosen zur Veränderung der Vogelwelt Sachsen-Anhalts durch Klima- und Land- nutzungsveränderungen: Allgemeiner Teil (Gesamtergebnisse)	28	Heckenbraunelle	136
3.2.1 Klimaszenarien	28	Kleiber	140
3.2.2 Landnutzungsszenarien	28	Kohlmeise	144
3.2.3 Interaktionen zwischen Klima und Landnutzung	38	Misteldrossel	148
3.3 Prognosen zur Veränderung der Vogelwelt Sachsen-Anhalts durch Klima- und Land- nutzungsveränderungen: Spezieller Teil (Artkapitel)	38	Mönchsgrasmücke	152
Bachstelze	40	Singdrossel	156
Baumpieper	43	Sommergoldhähnchen	160
Blaumeise	46	Sumpfmehle	164
Elster	49	Tannenmeise	168
Fitis	52	Wintergoldhähnchen	172
Gartengrasmücke	55	Zaunkönig	176
Girlitz	58	Zilpzalp	180
Hausrotschwanz	61		
Hausperling	64	4. Modellgüte und Plausibilität der Ergebnisse	184
Heidelerche	67	4.1 Modellgüte	184
Ringeltaube	70	4.2 Vergleich der Ergebnisse in Sachsen-Anhalt mit der Gesamtsituation in Deutschland	185
Rohrhammer	73	5. Diskussion und Ausblick	186
		5.1 Auswirkung der Klimaerwärmung auf aus- gewählte Vogelarten Sachsen-Anhalts: Prognose für 2050 bei gleichbleibender Landnutzung	186
		5.2 Anreicherung der Agrarlandschaft mit Hecken und Brachen zur Vermeidung von Klimafolgeschäden und zur Erhöhung der Artenvielfalt in Offenlandlebensräumen	187
		5.3 Umbau von Nadelwäldern in Laub-Nadel- Mischwälder	187
		5.4 Monitoring klimabedingter Veränderungen der Vogelwelt	187
		5.5 Anregungen zu weitergehendem Forschungsbedarf	188
		6. Literatur	190
		7. Dank	195

1. Einleitung

Der Klimawandel ist mittlerweile eine wissenschaftlich und gesellschaftlich akzeptierte Tatsache, über deren Größenordnung, Ursachen und Auswirkungen zunehmend präzisere Analysen und Prognosen zur Verfügung stehen. Ein anthropogener Einfluss auf das Klima ergibt sich vor allem durch die nach wie vor ansteigende Emission von „Treibhausgasen“, insbesondere von Kohlenstoffdioxid (CO_2). Seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts überwiegt dieser menschliche Einfluss auf das Klima die natürlichen Prozesse (JONAS et al. 2005). So stieg die weltweite Jahresmitteltemperatur im 20. Jahrhundert (1906–2005) um $0,7^\circ\text{C}$ (IPCC 2007a). Für Deutschland ist im letzten Jahrhundert sogar ein noch höherer Anstieg von 1°C (1901–2000, JONAS et al. 2005) zu verzeichnen. Verschiedene Prognosen gehen bis zum Jahr 2100 von einer Erhöhung der globalen Jahresmitteltemperatur um $1,8\text{--}4,0^\circ\text{C}$ aus (IPCC 2007a, Referenzperiode: 1980–1999, Prognosezeitraum: 2090–2099). In mehreren auch regional differenzierten Klimaprojektionen wird für Deutschland bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ein Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperatur von $2,5\text{--}3,5^\circ\text{C}$ berechnet (UBA 2006, vgl. auch SPEKAT et al. 2006).

Der Klimawandel hat vielfältige Konsequenzen für Mensch und Umwelt (z.B. IPCC 2007b, c), auf die hier in der Gesamtheit nicht genauer eingegangen wird. Hinsichtlich der biologischen Vielfalt ergeben sich sowohl direkte Folgen, v.a. durch veränderte Temperaturen und Niederschläge, als auch indirekte Auswirkungen, z.B. durch an den Klimawandel angepasste Nutzungsänderungen in der Land- und Forstwirtschaft oder beim Hochwasserschutz.

Das Land Sachsen-Anhalt hat dem Thema Klimawandel in den zurückliegenden Jahren bereits hohe Aufmerksamkeit gewidmet. Im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt wurde vom Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 2009 eine Studie zum Klimawandel in Sachsen-Anhalt und der Verletzlichkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels (Vulnerabilitätsstudie) durchgeführt. 2012 wurden in einer weiteren Studie (Klimafolgenstudie 2012) die Untersuchungen zu den Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt unter Berücksichtigung neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse, mit einem besonderen Fokus auf Extremereignisse, fortgeschrieben. Die Ergebnisse beider Studien wurden in mehreren Publikationen der Öffentlichkeit zugänglich gemacht (LAU 2013a, b, c, d, e, f, g, h). Mit der hier vorgelegten Studie werden nun erstmals für eine Artengruppe die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf der gesamten Landesfläche untersucht.

1.1 Klimawandel und Landnutzungswandel in Sachsen-Anhalt

Das Klima in Sachsen-Anhalt lässt sich aktuell (Stand 2008) bei einer Durchschnittstemperatur von $8,7^\circ\text{C}$ (bundesweit: $8,2^\circ\text{C}$) und einem Jahresniederschlag von 547 l/m^2 im bundesdeutschen Vergleich als trocken beschreiben. Insbesondere im Lee des Harzes übersteigt die potenzielle Verdunstung z.T. den vorhandenen Niederschlag (LAND SACHSEN-ANHALT 2013). Sachsen-Anhalt ist eine der trockensten Regionen Deutschlands.

Zwischen 1881 und 2011 hat sich in Sachsen-Anhalt die Jahresdurchschnittstemperatur um $1,15^\circ\text{C}$ erhöht,



Neuntöter weisen in Sachsen-Anhalt besonders auf Truppenübungsplätzen und in Tagebaugebieten hohe Dichten auf.

Foto: A. Heiland

während diese bundesweit um 1,22 °C zugenommen hat. Im Jahresverlauf besonders starke Veränderungen zeigen sich in Sachsen-Anhalt im Sommer und im Herbst mit Temperaturzunahmen um 1,08 bzw. 1,22 °C (bundesweit: 1,13 und 1,18 °C; LAND SACHSEN-ANHALT 2013).

Der Niederschlag zeigt hingegen zwischen 1881 und 2011 eine im Vergleich zur Temperaturänderung differenziertere Entwicklung, mit einer generellen Zunahme über das Jahr gesehen von +4,9 % (bundesweit: +11,1 %) bei überdurchschnittlichen bzw. durchschnittlichen Niederschlagszunahmen im Winter (+22,2 %, bundesweit +26,0 %) bzw. Frühling (+6,6 %, bundesweit: +12,8 %) und Niederschlagsrückgängen im Sommer (-5,3 %, bundesweit: -0,3 %) und Herbst (-0,4 %, bundesweit: +8,1 %; LAND SACHSEN-ANHALT 2013).

Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts werden durch verschiedene Klimamodelle und -szenarien für Sachsen-Anhalt im Mittel 2,3 bis 3,4 °C Temperaturanstieg bei gleichzeitiger Zunahme von Hitzewellen prognostiziert (LAND SACHSEN-ANHALT 2013). Die Veränderung der Niederschlagsmenge soll je nach Jahreszeit differenzierter ausfallen. Während im Winter weitere Zunahmen des Niederschlags prognostiziert werden, nehmen die Sommerniederschläge tendenziell ab (LAND SACHSEN-ANHALT 2013).

Die **Landnutzung in Sachsen-Anhalt** hat sich ebenfalls stark verändert.

Sachsen-Anhalt besitzt aufgrund des sommerwarmen Klimas, der Bodenverhältnisse (v.a. Lössböden) und des in den Bördegebieten oberflächennahen Grundwassers ausgedehnte Acker- und Obstbaugebiete.

Die Agrarfläche in Sachsen-Anhalt beträgt ca. 1,7 Millionen ha, das sind ca. 57 % der Landesfläche. Davon sind ca. eine Million ha Ackerland und 170.000 ha Dauergrünland (PROPLANTA 2011). In den Börden des mittleren Sachsen-Anhalts liegen dabei Schwerpunkte des Ackerbaus.

Der Waldanteil an der Gesamtfläche Sachsen-Anhalts hat sich zwischen 1990 und 2008 von 21,1 % auf nunmehr 24,1 % erhöht (STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT 2010). Die Waldfläche gliedert sich in 60 % Nadelwald (davon 40 % Kiefer, 9 % Fichte), 30 % Laubwald und 10 % Mischwald (KROPP et al. 2009). Kiefernwälder finden sich insbesondere im Norden Sachsen-Anhalts, Laub- und Mischwälder in Fläming (insbesondere im Hohen Fläming) und am Harzrand bzw. im Harzvorland, Fichtenwälder v.a. im Harz. Natürliche Fichtenstandorte sind in den Hochlagen des Harzes zu finden.

Nach Windwurf und gesteigerter Gefährdung durch Trockenheit wird vielerorts bereits Waldumbau betrieben. Vorrangig werden Fichtenmonokulturen durch standortgerechte Laubgehölze ersetzt oder mit solchen durchmischt (LAND SACHSEN-ANHALT 2014). Aber nicht nur die Struktur, auch die Fläche der Wälder verändert sich: Zwischen 1990 und 2008 hat die Waldfläche in Sachsen-Anhalt von 433.000 ha auf 493.000 ha zugenommen. Dennoch ist Sachsen-Anhalt mit einem Flächenanteil von ca. 24 % immer noch das waldärmste Flächen-Bundesland Deutschlands (LAND SACHSEN-ANHALT 2012).

Die Erhaltung und Entwicklung strukturreicher Wälder wird als wichtiges Ziel angesehen, um die Artenvielfalt im Wald zu steigern. Die zunehmende Holznutzung u.a. zur Energiegewinnung steht einer möglichen biodiversitätsfördernden Entwicklung entgegen, vor allem einer Erhöhung des Flächenanteils an wirtschaftlich nicht genutzten Wäldern und einem höheren Anteil an Prozessschutzflächen.

Ziele der Anpassung an den Klimawandel in Sachsen-Anhalt

Es ist zu erwarten, dass der Klimawandel in Zukunft die Landnutzung beeinflussen wird. Dadurch werden unmittelbar und mittelbar auch Vorkommen und Häufigkeit von Vogelarten beeinflusst. Prognostiziert werden u.a.:

- Verringerte Grundwasserneubildung, erhöhte Sommertemperaturen sowie ein potenzieller Rückgang der Sommerniederschläge, was zu einem Versorgungsdefizit in der Landwirtschaft führen könnte und zudem die Gefahr erhöhter Wind- und (bei erhöhten Extremwetterereignissen wie Starkregen, Hagel und Überschwemmungen) Wassererosion birgt.
- Insbesondere für den Norden und Nordosten Sachsen-Anhalts erhöhen sich das Windwurf- und Waldbrandrisiko.

Diesen Entwicklungen sollen bodenverträgliche Nutzungsformen entgegengesetzt werden, die eine standortangepasste Erosionsminderung fördern. Einerseits sollen wassersparende Bewässerungssysteme eingesetzt werden, um das zu erwartende Versorgungsdefizit zu minimieren. Andererseits sollen erosionshemmende Bewirtschaftungsformen gefördert sowie Möglichkeiten des natürlichen Erosionsschutzes genutzt werden, um den Verlust von Boden und Nährstoffen zu vermeiden. Insbesondere die in Sachsen-Anhalt vorherrschenden großen Feldschläge sind im vegetationsfreien Zustand stark durch Erosion gefährdet und könnten u.a. durch Windschutzpflanzungen gesichert werden. Zur Minimierung negativer Effekte sollen die Bodennutzung optimiert und gegebenenfalls auch Bodenschutzgebiete ausgewiesen werden (LAND SACHSEN-ANHALT 2010).

In der Forstwirtschaft soll der Waldumbau hin zu Mischwaldbeständen gefördert werden, welcher aufgrund der Langlebigkeit von Waldökosystemen darauf abzielt, sowohl jetzige als auch potenzielle zukünftige klimatische Folgewirkungen abzumildern (LAND SACHSEN-ANHALT 2014). Prognosen gehen von erhöhtem Holzertrag in den höheren Lagen des Harzes aus, während in den Tieflagen mit einem Ertragsrückgang durch Schädlinge, Stürme, Waldbrände und Trockenheit zu rechnen ist (LAND SACHSEN-ANHALT 2013).

Um diese Auswirkungen abpuffern zu können und mittel- und langfristig die Vitalität der Waldökosysteme in Sachsen-Anhalt erhalten bzw. verbessern zu können, bedarf es der Verjüngung der Wälder, Diversifizierung durch Anpflanzung standort- und klimaangepasster Baumarten sowie standortangepasster Veränderung der aktuellen Laub-, Misch- und Nadelwaldanteile (LAND SACHSEN-ANHALT 2014).

1.2 Bisheriger Kenntnisstand zu Veränderungen der Vogelwelt durch Landnutzungsveränderungen und Klimawandel in Europa, Deutschland und auf Ebene der Bundesländer

Auswirkungen von Landnutzungsveränderungen sind heute bereits für viele Arten bekannt. So konnten Bestands- und Arealrückgänge ehemals häufiger Vogelarten mit dem Verlust natürlicher Lebensräume wie z. B. Moore, Heiden oder Flussauen, aber auch mit dem Verschwinden extensiver Kulturlandschaften in vielen Teilen Deutschlands und Europas in Verbindung gebracht werden. Durch landwirtschaftliche Intensivierung mit erhöhten Stoffeinträgen und Pestizideinsatz, aber auch durch Schadstoffe und Verschmutzung sowie durch Störung und Landschaftszerschneidung nahmen viele ehemals häufige Arten bis heute in ihrem Bestand stark ab (DO-G & DDA 2011, DONALD et al. 2002). Insbesondere die EU-Agrarpolitik wird in ihren Auswirkungen auf Vogelbestandsveränderungen diskutiert, heutzutage v.a. bezogen auf den Anbau sog. Energiepflanzen und die damit einhergehende strukturelle Verarmung der Agrarlandschaft (FLADE 2012, SAUERBREI et al. 2014).

Agrarvogelarten

Die Populationsentwicklungen, die für Agrarvogelarten im Rahmen des pan-europäischen Brutvogelmonitorings (PECBMS 2013) ermittelt wurden, zeigen eine negativere Entwicklung in den „alten“ EU-Mitgliedsstaaten (vor dem 01.01.2004 beigetreten) im Vergleich zu den „neuen“ (nach dem 01.01.2004 beigetretenen) Mitgliedsstaaten (-53% vs. -44% im Zeitraum 1982–2012). Möglicherweise hat die Intensivierung in den alten EU-Mitgliedsstaaten u.a. durch die Gemeinsame Agrarpolitik zu stärkeren Rückgängen geführt (vgl. DONALD et al. 2006).

In Deutschland sind die Bestandszahlen vieler häufiger Agrarvogelarten ebenso stark rückläufig (DRÖSCHMEISTER 2012). Als Gründe hierfür werden von DO-G & DDA (2011) sowie FLADE (2012) die folgenden Faktoren genannt:

1. Ausräumung der Agrarlandschaft, insbesondere die Beseitigung von naturnahen Kleinstrukturen wie Ackersäumen, Hecken, Feldgehölzen, Kleingewässern, Brachflächen und unbefestigten Feldwegen,
2. Entwässerung von Feuchtgrünland, Intensivierung der Grünlandnutzung durch enge Nutzungsintervalle, intensive Beweidung und artenarme Neuansaat sowie Rückgang strukturreichen Grünlandes aufgrund der Verringerung des Anteils von (Dauer-) Weideflächen zu Gunsten reiner Mahdflächen,
3. intensive mechanische Bearbeitung der Agrarflächen in der Zeit wichtiger Fortpflanzungsphasen der Feldvögel, immer kürzere Bewirtschaftungsintervalle (z. B. Mahd von Grünroggen in der Brutzeit), Bodenbearbeitung zur Brutzeit (z. B. Mais), großflächige Ernte innerhalb sehr kurzer Zeit,
4. Vergrößerung der Schläge und Verringerung schlaginterner Heterogenitäten u. a. durch Nivellierung der Standortbedingungen,



Die Bestände der Dorngrasmücke gingen in Sachsen-Anhalt zwischen 2003 und 2010 zurück. Foto: M. Schäfer

5. starker Rückgang selbstbegrünter Ackerbrachen nach Ende der obligatorischen EU-Flächenstilllegungen ab Ende 2007,
6. zunehmender Anbau von nachwachsenden Rohstoffen (vor allem artenarmer Maismonokulturen für Biogas) zu Lasten traditioneller Anbausaat und auf ehemals unrentablen Minderertragsflächen,
7. Reduktion der Fruchtfolgen und der Kulturpflanzenvielfalt, Rückgang des Anbaus von Sommergetreide und Leguminosen,
8. sehr starke Reduzierung der Nahrungsbasis im gesamten Jahresverlauf als Folge des großflächigen Einsatzes von chemischen Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln sowie durch die Entwicklung verbesserter, rückstandsarmer Erntetechnologien,
9. Zunahme dichter und schnell wachsender Kulturpflanzenbestände in der Vegetationsstruktur durch Pflanzenzüchtung, pflanzenbaulicher Optimierung zu dichteren und höheren Beständen mit höherem Ernteertrag sowie mineralischer Düngung, die Ackerwildkräuter verdrängen und für am Boden lebende Feldvögel schlecht durchdringbar sind,
10. hoher Prädationsdruck für Bodenbrüter durch Raubsäuger (Zunahme durch erfolgreiche Tollwutbekämpfung beim Fuchs und möglicherweise auch infolge der Zunahme von Neozoen wie Waschbär und Marderhund), aber auch durch andere Vogelarten wie z. B. Krähen,
11. Aufgabe von Grenzertragsstandorten, z. B. Ackerflächen mit niedrigen Bodenzahlen; nachfol-

gende Gehölzsukzession auf ungenutzten Grünlandstandorten nachteilig,

12. anhaltender Flächenverbrauch für Siedlungen, Gewerbe, Straßen, Rohstoffgewinnung; Aussiedlung landwirtschaftlicher Gebäude in die unverbaute Landschaft mit Folge der Lebensraumverluste für Agrarvogelarten,
13. Fehlen bäuerlicher Hofstellen, Ställe und Feldscheunen, die Lebensräume für Greifvögel und Eulen, Sperlinge und Schwalben bieten und die teilweise durch industrielle Anlagen ersetzt werden, in denen Nahrung und Nistmöglichkeiten fehlen.

In Sachsen-Anhalt hat sich die Struktur der Landwirtschaft insbesondere nach der deutschen Wiedervereinigung verändert. Vielerorts kam es zu Nutzungsaufgaben, so dass zusammen mit der EU-Flächenstilllegungsverordnung zeitweise Bracheanteile von bis zu 20% entstehen konnten. Allerdings erfuhr die Landwirtschaft hier wie in anderen Teilen Deutschlands spätestens mit Beginn der 2000er Jahre eine deutliche Intensivierung, insbesondere nahm der Anteil des Maisanbaus an der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland mit steigender Nachfrage nach Pflanzensubstrat für Biogasanlagen von 13,31 % im Jahr 1990 auf 19,51 % im Jahr 2010 zu (Quelle: Deutsches Maiskomitee).

Die Auswirkungen dieser Entwicklungen lassen sich auch an den Bestandsveränderungen häufiger Agrarvogelarten in Sachsen-Anhalt ablesen. Insgesamt konnten sich einige Arten in Folge hoher Bracheanteile bis 2007 von zuvor starken Bestandseinbrüchen erholen. Dies spiegelt sich in den bei vielen Agrarvogelarten in Ostdeutschland im Vergleich mit Westdeutschland günstigeren Bestandsentwicklungen wider (FLADE 2012), da in Westdeutschland die Bracheanteile zwar auch anstiegen, insgesamt aber geringere Anteile an der gesamten Agrarfläche stellten.

Mit Dorngrasmücke, Goldammer und Gartengrasmücke nahmen in Sachsen-Anhalt drei bundesweit häufige Arten der Agrarlandschaft zwischen 2003 und 2010 in ihrem Bestand ab (LAU 2012). Bei weiteren Arten deuten sich Trendwenden hin zum Rückgang ihrer Bestände an, z.B. bei Feldsperling und Neuntöter, die deutschlandweit bereits seit Mitte bis Ende der 1990er Jahre Abnahmen zeigen (vgl. FLADE 2012). Feldlerche, Klappergrasmücke, Rohrammer und Star zeigen keine signifikanten Bestandsentwicklungen.

Waldvogelarten

Die Situation der Waldlebensräume ist dadurch gekennzeichnet, dass die Entwicklung totholzreicher Waldgebiete mit natürlicher Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist.

Die Situation der häufigen Vogelarten der Waldlebensräume zeigt in ganz Europa mit 11 in ihren Bestandsentwicklungen zu- und 12 abnehmenden Arten ein ausgeglichenes Bild (PECBMS 2013).

Waldvogelarten in Sachsen-Anhalt zeigen nach den Ergebnissen des Monitorings häufiger Brutvögel für den Zeitraum 2003–2010 ein Bild unterschiedlichster Bestandsentwicklungen wobei die Anzahl abnehmen-

der Arten überwiegt (LAU 2012). Negative Trends zeigen mit Buntspecht, Gartenbaumläufer, Rotkehlchen und Tannenmeise sowohl Arten der Laub- als auch der Nadelwälder, so dass sich die Veränderungen nicht direkt mit strukturellen Lebensraumveränderungen erklären lassen. Aufgrund des relativ kurzen Zeitraums der Datenreihe lassen sich hierbei natürliche Schwankungen der Populationen aufgrund von Witterungseffekten und des Nahrungsangebotes nicht ausschließen. Nur die beiden Waldarten Misteldrossel und Mönchsgrasmücke weisen deutlich positive Trendentwicklungen auf, zumindest bei der Mönchsgrasmücke entspricht das auch dem deutschlandweiten Trend (SUDFELDT et al. 2012).

Klimawandeleinflüsse

Neben den Auswirkungen der Landnutzungsveränderungen mehrten sich die Anzeichen für Einflüsse des Klimawandels auf Vögel. Manche Vogelarten wie der in Sachsen-Anhalt bereits seit Jahrzehnten zunehmende Bienenfresser gelten als Klimazeiger. Mittlerweile weiß man, dass viele Vogelarten sensibel auf Klimaveränderungen reagieren, u.a. durch klimatisch bedingte Veränderungen im Bereich der Phänologie der Vögel (Zugzeiten, Brutbiologie; BOTH & VISSER 2001, HÜPPOP & HÜPPOP 2003, HÜPPOP et al. 2008, VAN BUSKIRK et al. 2009), im Zugverhalten (Zugwege, Zugdistanzen; ROLSHAUSEN et al. 2010, VISSER et al. 2009), bei biotischen Interaktionen (Konkurrenz, Mutualismus; AHOLA et al. 2007, HEIKKINEN et al. 2007), in den Strukturen von Artengemeinschaften (ökologische Ebene, genetische Ebene; LEMOINE et al. 2007a, PULIDO & BERTHOLD 2004) sowie bei der Häufigkeit und Verbreitung von Arten (BROMMER et al. 2012, GOTTSCHALK et al. 2012, THOMAS & LENNON 1999). Es ist wahrscheinlich, dass der anthropogen verstärkte Klimawandel das bereits heute in ungewöhnlichem Maß auftretende Artensterben, das vor allem gravierenden Eingriffen des Menschen geschuldet ist, beschleunigt: Für Mitteleuropa schätzen THOMAS et al. (2004) das Aussterberisiko aufgrund von Klimaänderungen in einer Stichprobe von 1.000 Tier- und Pflanzenarten bis zum Jahr 2050 ein und kommen zum Ergebnis, dass bei 15–37% der berücksichtigten Arten zumindest mit einem regionalen Aussterben zu rechnen ist.

Untersuchungen zeigen, dass insbesondere langstreckenziehende Vogelarten durch klimatische Veränderungen im Überwinterungsgebiet oder auf dem Zug beeinflusst werden können. So wird beispielsweise die Dorngrasmücke durch Niederschläge in ihrem Überwinterungsgebiet in der Sahelzone beeinflusst, während bei Neuntöter und Sumpfrohrsänger Dürren in den Rastgebieten in Ostafrika zu Zugverzögerungen und Verlusten führen können (WINSTANLEY et al. 1974, TOTTRUP et al. 2012). Diese können auch Auswirkungen auf Bestände und Bruterfolg im Brutgebiet haben. Ebenso können asynchrone Änderungen des Klimas in Überwinterungs- und Brutgebiet, sowie ungenügende Anpassung der Jahreszyklen einer Art negative Auswirkungen auf deren Bestandsentwicklungen haben (JONES & CRESWELL 2010). Eine solche Desynchronisierung des Klimas und der Phänologie einer Art wurde

beim Trauerschnäpper für Bestandsrückgänge verantwortlich gemacht (BOTH et al. 2006).

Innerhalb Europas konnte außerdem nachgewiesen werden, dass sich die Verbreitungsgebiete von Vogelarten nach Norden verschieben (THOMAS & LENNON 1999). Zudem konnte gezeigt werden, dass sich ganze Vogelartengemeinschaften verändern, indem sich die Anteile wärme- und kälteliebender Vogelarten zu Gunsten Ersterer verschieben (DEVICTOR et al. 2008).

Solche Wechselwirkungen können in den durchgeführten Modellierungen nicht komplett berücksichtigt werden, da hier lediglich Temperatur und Niederschlag im Brutgebiet betrachtet werden können. Daraus können lediglich mögliche Klimaveränderungen und Gegenmaßnahmen abgeleitet werden.

1.3 Bisherige Ansätze zur Abschätzung zukünftiger klimabedingter Veränderungen der Verbreitung und Dichte bei Vögeln

Im Projekt werden Literaturquellen ausgewertet, in denen klimainduzierte Auswirkungen auf die Verbreitung von Vogelarten modelliert und quantifiziert werden. Zusätzlich wurden Studien analysiert, in denen Vogeldichten oder Abundanzen modelliert werden bzw. es wird allgemein die mögliche Methodik zur Modellierung von Dichten bzw. Abundanzen erörtert.

Insgesamt konnten 17 unterschiedliche Studien ausgewertet werden, in denen die Verbreitung von Vogelarten modelliert und der Einfluss von Klimaveränderungen analysiert wurde (Tab. 1). Zwölf dieser 17 Studien wurden in Europa, drei in Nordamerika und jeweils eine in Australien und in Nordafrika durchgeführt. In sieben Studien wurden Aussagen zu Veränderungen der Vogelverbreitung für ganze Länder (BARBET-MASSIN et al. 2010; HARRISON et al. 2003; PRINCÉ et al. 2013; TRAUTMANN et al. 2013, VON DEM BUSSCHE et al. 2008) bzw. ganz Europa (BARBET-MASSIN et al. 2011; HUNTLEY et al. 2007; SYNES & OSBORNE 2011) getroffen. Arbeiten, die sich mit der generellen Wirkung von Klimaeffekten auf Vögel befassen (z. B. FIEDLER 2009) wurden in dieser Übersicht nicht berücksichtigt.

Modellierung von klimainduzierten Verbreitungsveränderungen von Vögeln in Deutschland

Fünf publizierte Studien umfassen räumlich explizite Modelle im deutschen Raum bzw. Teile davon. In der bisher umfangreichsten Untersuchung im Hinblick auf die verwendeten Arten wurden 431 Vogelarten in Europa analysiert und ihre Verbreitungsveränderungen prognostiziert (HUNTLEY et al. 2007). Die Vorhersagen, die hierbei für Deutschland relevant sind, können anhand von 154 50x50 km großen Rasterzellen, die innerhalb Deutschlands liegen, abgelesen werden. Grundlage für die Modelle von HUNTLEY et al. (2007) bilden Vogeldaten, die in den Jahren 1985–1988 erfasst wurden (HAGEMEIJER & BLAIR 1997; RHEINWALD 1993). HUNTLEY et al. (2007) nutzten neben den Vogeldaten ausschließlich Klimavariablen für ihre Prognosen, die sich auf die Klimaverhältnisse zum Ende des 21. Jahrhunderts beziehen. Hierbei wurden für jede Art sogenannte „species-climate response surfaces“ generiert,

um Beziehungen zwischen Vogelvorkommen und Klimaparametern zu erstellen.

In der Studie von LEMOINE et al. (2007a) wurden Verbreitungsveränderungen zwischen 1980–1981 und 1990–1992 bzw. zwischen 1990–1992 und 2000–2002 von 159 Vogelarten auf 303 2x2 km großen Rasterzellen des Bodenseeraums analysiert. Hierbei wurden nicht Veränderungen der Vogelverbreitung in Bezug auf den prognostizierten Wandel von Klimaparametern analysiert, sondern Unterschiede in der regionalen Abundanzentwicklung in Nord-Süd Richtung ausgewertet. LEMOINE et al. (2007a) konnten mittels Kovarianzanalysen zeigen, dass Klimaveränderungen und nicht Veränderungen der Landnutzung zunehmend Verbreitungs- und Populationsveränderungen der Vögel im Bodenseeraum steuern. Allerdings basieren diese Ergebnisse auf nur vier groben Landnutzungskategorien, die nicht unbedingt alle Veränderungen in der Landschaft darstellen.

DORMANN et al. (2008) modellierten mögliche Verbreitungsveränderungen des Raubwürgers *Lanius excubitor* für das Jahr 2050 in Sachsen auf 550 5,6x5,6 km großen Rasterzellen. Hierbei wurden drei unterschiedliche Klimaszenarien (A1b, A2 und B2) und drei mögliche Niederschlagstrends herangezogen und mögliche Veränderungen mit Hilfe von drei verschiedenen Modellierungsverfahren berechnet. Basierend auf insgesamt 729 Hochrechnungen konnte für mehr als 75% der Flächen eine Zunahme der Raubwürger-Dichte für das Jahr 2050 prognostiziert werden.

GOTTSCHALK et al. (2012) prognostizierten die klimabedingten Veränderungen der Habitatqualität von 46 Vogelarten in 734 terrestrischen Vogelschutzgebieten in Deutschland sowie für ganz Deutschland für den



Für Sachsen ergab eine Modellierung möglicher Verbreitungsveränderungen für das Jahr 2050 eine deutliche Zunahme der Raubwürger-Dichte auf den untersuchten Flächen.

Foto: M. Radloff.



Dichteschwerpunkte der Bachstelze sind in Sachsen-Anhalt vor allem in den Bördegebieten zu finden. Foto: H. Glader.

Zeitraum 2012–2050. Hierfür wurden in einer Auflösung von 25x25m großen Rasterzellen hochauflösende Vorhersagen basierend auf den Klimaszenarien A1b und A2 gemacht.

Von 46 betrachteten Arten werden für 12 durch Klimawandel deutliche Zunahmen, für 25 hingegen deutliche Abnahmen prognostiziert. Landnutzungswandel kann diese Effekte je nach Art abmildern oder verstärken. Für die Mehrzahl der Arten gehen dabei in Deutschland geeignete Lebensräume verloren (z.B. Grünfink, Heckenbraunelle und Fitis), während einige wenige Arten profitieren (z.B. Nebelkrähe, Bachstelze, Hausrotschwanz und Star).

TRAUTMANN et al. (2013) prognostizieren für die Mitte des 21. Jahrhunderts anhand rein klimabasierter Verbreitungsmodelle, dass deutschlandweit ein hoher Artenumsatz mit 10–20% neu einwandernden und ca. 30% aussterbenden Arten stattfinden könnte, der geringer ausfällt, wenn man in die Modelle und -szenarien auch Informationen zur Landnutzung einbezieht. Noch stärker sind die Änderungen auf regionaler Ebene. Insgesamt zeigt sich in dieser Studie, dass eine Anpassung der Landnutzung an den Klimawandel zwar Potenzial bietet, es hierbei aber deutliche artspezifische Unterschiede gibt. Aktuell bereits hoch gefährdete Rote-Liste-Arten sind dabei aufgrund bzw. zusätzlich durch den Klimawandel besonders bedroht.

Auf regionaler Ebene zeigen sich in Deutschland deutlich unterschiedliche klimatische Situationen, mit v.a. durch starke Erwärmung besonders gefährdeten Regionen in den klimatischen Gunstregionen Südwestdeutschlands, den atlantisch geprägten Gebieten

in West- und Nordwestdeutschland, sowie den sommerwarmen Gebieten in Ostdeutschland, u.a. auch in den östlich der Elbe gelegenen Gebieten in Sachsen-Anhalt.

Verwendete Daten und Modellierungstechniken

Bezüglich der Auswahl der modellierten Vogelarten, den verwendeten Klimaszenarien, sonstigen Umweltfaktoren und der angewandten Methodik wiesen die Studien eine große Spanne auf. In sechs Untersuchungen wurden eine Großstrappe *Otis tarda*, Säulengärtner *Prionodura newtonia*, Schwarzschanz-Mückenfänger *Polioptila californica*, Raubwürger *Lanius excubitor* bzw. zwei Vogelarten (Ringdrossel *Turdus torquatus* und Amsel *Turdus merula*, Zaunkönig *Troglodytes troglodytes* und Singammer *Melospiza melodia*) untersucht. Fünf Studien befassten sich mit mehr als 50 Arten (BARBET-MASSIN et al. 2010; BARBET-MASSIN et al. 2011; HUNTLEY et al. 2007; LEMOINE et al. 2007a, TRAUTMANN et al. 2013). LEMOINE et al. (2007b) untersuchten die klimainduzierte Veränderung von 21 Vogelgemeinschaften. Insbesondere standen hierbei mögliche Unterschiede zwischen Zug- und Standvögeln im Vordergrund. Die genutzten Vogelarten bezogen sich überwiegend auf Vorkommen bzw. Abundanz von Rasterzellen.

Während fünf Studien ausschließlich Klimadaten zur Modellierung und Prognose verwendeten, wurden in zwölf Studien zusätzliche Umweltvariablen genutzt (7 x topographische Variablen, 9 x Landnutzung, 5 x prognostizierte Vegetations- oder Landnutzungsveränderungen, 4 x Distanzmaße [u.a. Abstand zu Flüssen, Wiesen, Siedlungen und Straßen] und 2 x Bodentypen). Bezüglich der verwendeten Klimaszenarien wurden die Szenarien des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) zehnmal und damit am häufigsten verwendet. Überwiegend wurde hier das Szenario A2 (9x), gefolgt von A1b (7x) und B1 (5x) verwendet. HILBERT et al. (2004) und MCRAE et al. (2008) nutzten keine räumlich expliziten Szenarien, sondern generelle Annahmen zur Temperatur- und Niederschlagsveränderung.

In den ausgewerteten Untersuchungen erfolgten die Modellierungen auf Skalenebenen zwischen 25 m und 100 km Auflösung. Sechsmal und damit am häufigsten wurde eine Auflösung von 50 km verwendet. Nur zweimal wurde eine Auflösung von unter 1 km gewählt (GOTTSCALK et al. 2012; MCRAE et al. 2008). Punktgenaue Vogelbeobachtungsdaten wurden nur in den Studien von PETERSON (2003), HILBERT (2004), PRESTON et al. (2008), GOTTSCALK et al. (2012) und BRAUNISCH et al. (2013) verwendet. Die Verwendung von Regressionsmodellen (8 x GLM¹, 3 x GAM² und 1 x unspezifiziert³) überwog. Ferner wurden jeweils zweimal Neuronale Netzwerke und Niche Modelling verwendet (Partitioned Mahalanobis D2, GARP), einmal Kovarianzanalysen (ANCOVA) (LEMOINE et al. 2007a) und einmal ein Habitat suitability index (HSI) (MCRAE et al. 2008) genutzt. Mit zunehmender Häufigkeit werden mehrere Model-

¹ Generalisierten Lineare Modelle

² Generalisierte Additive Modelle

³ Genetic Algorithm for Rule-set Production

lierungsalgorithmen in Kombination als sogenanntes Ensemble Forecasting wie sie z.B. im Statistiksoftware-Paket BIOMOD (THUILLER et al. 2009) angeboten werden, verwendet. Ensemble Forecasting hat den Vorteil, dass unterschiedliche Techniken zur Vorhersage verwendet werden und dabei die möglichen Schwächen einer einzigen Methode nicht so stark ins Gewicht fallen.

Zusammenfassend ist zu bemerken, dass die bisherigen Untersuchungen zur möglichen Veränderung von Vogelverbreitungen in einer relativ groben Auflösung erfolgten. In nur wenigen Untersuchungen wurden detaillierte Landnutzungsdaten oder andere erklärende Variablen hinzugezogen. Diese sind aber von großer Bedeutung, um klimainduzierte Effekte von anderen Effekten zu trennen. Die Prognosen beziehen sich fast ausschließlich auf mögliche Veränderungen des Verbreitungsgebietes. Mögliche klimabedingte Populationsveränderungen wurden nur einmal prognostiziert.

Modellierungen von Dichten und Abundanz

Es konnte im Rahmen dieser Rezension nur eine Publikation gefunden werden (PRINCÉ et al. 2013), bei der Vogelabundanz zur Modellierung von Auswirkungen des Klimawandels herangezogen wurden. LEMOINE et al. (2007a) nutzen zwar keine Abundanzmodelle, machen aber Angaben zu klimainduzierten Veränderungen der regionalen Vogelpopulationen basierend auf Abundanzklassen.

Abundanz- bzw. Dichtemodelle wurden jedoch für zahlreiche andere Fragestellungen erfolgreich verwendet. Zum Beispiel untersuchten CHAMBERLAIN et al. (1999) mit Hilfe eines Poissonmodells die Veränderung der Feldlerchendichte im Hinblick auf Habitattyp (insbesondere der Einfluss von Brachen und Vegetationshöhe) und Habitatdiversität im Verlauf der Brutzeit. GILROY et al. (2008) nutzten GLMs, um die Bedeutung des Einflusses der Bodendegradation (u.a. Anteil organischer Substanz und Durchlässigkeit) im Vergleich zu anderen Habitatfaktoren auf die Abundanz der Schafstelze zu analysieren. GORRESEN et al. (2009) nutzten hierarchische Regressionsmodelle und die Bayesische Wahrscheinlichkeitstheorie, um die Abundanz zweier endemischer Vogelarten auf Hawaii zu modellieren.

GLMs werden relativ oft zur Modellierung von Abundanz- oder Zählraten genutzt. Häufig werden hierbei Poissonregressionen verwendet, die analog zur logistischen Regression mit poissonverteiltm Fehler und log-Linkfunktion arbeiten (SCHRÖDER & REINEKING 2004b). Weitere Möglichkeiten der Modellierung von Abundanzdaten stellen GLMs mit quasi-Poisson oder zero-inflated Poisson Verteilung oder Hurdle Modelle (Hürdenmodell) dar (POTTS & ELITH 2006). POTTS & ELITH (2006) haben in ihrer Vergleichsstudie die besten Modellvorhersagen mittels Hurdle-Modellen erzielt. Das Hurdle-Modell besteht aus zwei Teilen, einem binären Teil zur Modellierung der Vorkommen/Nicht-Vorkommen der Art (logistische Regression) und einem Modell z.B. mit Poisson- oder negativ-binomialer Verteilung zur Berechnung der positiven Zählraten (Abundanz). Der Vorteil des Modellansatzes liegt in seiner

hohen Flexibilität, da es Under- und Overdispersion erlaubt.

1.4 Aufgabenstellung

Ziel des Projektes ist es, Grundlagen für eine natur-schutzfachliche Bewertung der möglichen Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt zu schaffen sowie entsprechende Handlungsmöglichkeiten und Anpassungsstrategien abzuleiten. Insbesondere werden damit die Zielsetzungen der Biodiversitätsstrategie des Landes Sachsen-Anhalt aufgegriffen, nach der die Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität durch Monitoringprogramme zu dokumentieren und Anpassungsstrategien zur Milderung der Folgen des Klimawandels zu entwickeln sind (LAND SACHSEN-ANHALT 2010).

Studien zur Auswirkung des Klimawandels auf einzelne Arten liegen für Sachsen-Anhalt bisher nur auf lokaler Ebene vor (THIELE et al. 2013). Landesweite Untersuchungen, wie sich sowohl Klimaveränderungen als auch mögliche klimabedingte Landnutzungsänderungen in Sachsen-Anhalt auf die biologische Vielfalt auswirken könnten fehlen. Für Deutschland bzw. auf europäischer Ebene werden zum Teil sehr drastische Veränderungen für Pflanzen (POMPE et al. 2008), Schmetterlinge (SETTELE et al. 2008) und Vögel (HUNTLEY et al. 2007) prognostiziert. Allerdings sind die genannten Beispiele mit 50 x 50 km großen Rasterzellen nur sehr grob aufgelöst und es ist daraus nur zu erahnen, welche Veränderungen sich in Zukunft in Sachsen-Anhalt abspielen könnten. Aufgrund ihrer Sensitivität für Klimaveränderungen eignen sich Vögel besonders gut, um auf klimainduzierte Verbreitungsänderungen der Tierwelt hinzuweisen. Zudem existiert zu Vögeln eine hervorragende landesweite Datenbasis, die es ermöglicht, räumlich explizit Veränderungen ihrer Verbreitung dazustellen (u.a. DDA-Programm „Monitoring häufiger Brutvögel“, Erfassungen der staatlichen Vogelschutzwarte, EU-SPA-Kartierungen).

Am Beispiel von 39 ausgewählten Vogelarten werden die möglichen klimainduzierten Verbreitungsveränderungen der Vogelwelt Sachsens-Anhalts prognostiziert und dargestellt. Die Ergebnisse werden zur Wichtung und Einordnung ihrer Bedeutung der Gesamtsituation in Deutschland gegenübergestellt. Der Vergleich der prognostizierten mit der heutigen Verbreitung und Brutpopulation erlaubt eine Gefährdungsabschätzung hinsichtlich Populationsveränderung, Ausbreitung und Rückzug von Arten.

Ein wichtiges Ziel dieser Studie, war es zu untersuchen, wie Veränderungen von Vogelpopulationen in Folge zukünftiger Klimaänderungen durch gezielte Landnutzungsveränderungen abgemildert werden können. Hierfür wurden unterschiedliche Landnutzungsszenarien entwickelt und deren Wirkung auf die Vogelbestände mit Hilfe der Modelle untersucht. Die Ergebnisse liefern Aussagen für die 39 untersuchten Arten, inwieweit und in welchen Regionen Landnutzungsveränderungen klimabedingte Veränderungen abbildern können.

Tab. 1: Ausgewählte Studien zur Analyse klimabedingter Veränderungen von Vogelverbreitungen.

Studie	Auflösung [km]							Untersuchungs- gebiet	Klimamodelle	Klimaszenarien					Arten	Andere Faktoren				Methode	Klimafaktoren	Ø Jahresniederschlag	Ø Niederschlag einer Periode	Ø Jahrestemperatur	Ø Temperatur einer Periode	jährliche Temperatursumme über 5 °C	
	0.025 0.03	1	2	5.6	10	50	100			B1	A1T	B2	A1b	A2		A1FI	[N]	Topographie	Vegetations-veränderung								Bodentyp
Harrison et al. 2003					x			England und Irland	UKCIP98 Szenarien						8						Neuronales Netzwerk	Anzahl Tage >5°C, tägliche Tem- peraturschwankung, Ø Niederschlag (Winter und Sommer), Ø Sommer- temperatur (Mai, Juni, Juli), Wasserverfügbarkeit			x	x	x
Peterson 2003						x		Teile Nordame- rikas	HadCM2						45	x					Niche modelling using Genetic Algorithm for Rule-set Production (GARPs)	Tagestemperaturanplitude, Jahresniederschlag, max., min. und mittlere Jahrestemperatur, Luftdruck	x				
Hilbert et al. 2004	?							Nord-Queensland	-10%, +0%, +10%, +25% Niederschlag, +1-3°C Temperatur						1	x	x			GLM	Ø Jahrestemperatur, niedrigste Temperatur des kältesten Perio- de, Ø Temperatur des wärmsten Monats, Ø Temperatur des kältesten Monats, Ø Jahresniederschlag, Ø Niederschlag des feuchtesten Quartals, Ø Niederschlag des trockensten Quartals	x		x		x	
Lemoine et al. 2007a			x					Bodenseeregion	Nord-Süd Verbreitungsver- änderungen						154				x		Analysis of covariance (ANCOVA), signed Mantel test	-					
Lemoine et al. 2007b							x	Gebiete in 9 Län- dern Europas	HadCM3	x					?						Regressionmodelle	Ø Temperatur des kältesten Monats, Ø Temperatur Apr. – Jun., Ø Niederschlag Apr. – Jun.	x			x	
Huntley et al. 2007						x		Europa	IPCC SRES A2 und B2		x				431						„Species-climate response surface“	Ø Temperatur des kältesten Monats, jährliche Temperatur- summe über 5 °C (Maß für die Wachstumsperiode), jährliche Rate von tatsächlicher zu potenzieller Evapotranspira- tion (Maß für die verfügbare Feuchtigkeit)					x
Preston et al. 2008		x						Südkalifornien	IPCC (15 Klimaprognose- werte)						1	x	x				„Partitioned Mahalanobis D2 niche modeling“	Jahresniederschlagsmenge, ge- ringste Temperatur im Januar, höchste Temperatur im Juli, Ø Spanne zwischen Minimum- und Maximumtemperatur	x				x
Von dem Bussche et al. 2008		x					x	Schweiz	„IPCC SRES A2 und B2 / Reg. Klimamodell,“		x				2	x			x		GLM	Juli Temperatur, Wasserver- fügbarkeit im Juli, jährliche Niederschlagsrate, jährliche Temperatur	x		x		x
Dormann et al. 2008				x				Sachsen	WETTREG, IPCC Szenarien A1B, A2 und B1	x		x			1	x			x		GAM, GLM, Neuronales Netzwerk	Jahrestemperatur, Nieder- schlagsrate im Sommer		x			x

Studie	Auflösung [km]					Untersuchungs- gebiet	Klimamodelle	Klimaszenarien					Arten	Andere Faktoren				Methode	Klimafaktoren	Ø Jahresniederschlag	Ø Niederschlag einer Periode	Ø Jahrestemperatur	Ø Temperatur einer Periode	jährliche Temperatursumme über 5 °C
	0.025	0.03	1	2	5,6	10	50	100	B1	A1T	B2	A1b	A2	A1FI	[N]	Topographie	Vegetations-veränderung	Bodentyp	Landnutzung	Distanzen				
McRae et al. 2008	x														2		x		x		x	x		
Barbet-Massin et al. 2010							x		x			x	x		179						x	x		
Barbet-Massin et al. 2011									x			x	x		409				x		x	x		
Synes and Osborne 2011	x										x		x		1						x	x		x
Gottschalk et al. 2012	x											x	x		46	x			x		x	x		
Braunisch et al. 2013			x									x			4	x			x		x			
Prince et al. 2013							x		x			x	x		34		x		x		x	x		
Trautmann et al. 2013												x			346		x		x		x	x		

2. Material und Methoden

2.1 Empfindlichkeitsanalyse der Brutvogelarten Sachsen-Anhalts

Zur Bewertung der Klimasensibilität der Arten wurde im Vorfeld der Modellierungen eine Empfindlichkeitsanalyse der Brutvogelarten Sachsen-Anhalts durchgeführt. Für diese Analyse wurden 126 Arten ausgewählt, die entweder nach der aktuellen Roten Liste Sachsen-Anhalts (DORNBUSCH et al. 2004) als gefährdet gelten (Kategorien 1,2,3 und R) und/oder im Anhang I der EU-Vogelschutzrichtlinie enthalten sind und während des ADEBAR-Projektes (GEDEON et al. 2004) zwischen 2005–2009 als Brutvögel in Sachsen-Anhalt festgestellt wurden. Unregelmäßig in Einzelpaaren brütende Arten wurden nur dann berücksichtigt, wenn für ihre Bestandsentwicklung begründet positive Prognosen gegeben werden können, so dass ein Auftreten als regelmäßiger Brutvogel wahrscheinlich wird (z.B. Nachtreiher). Ausgestorbene Arten und Neozoen wurden nicht in die Analyse mit einbezogen. Verzichtet wurde auch auf die Betrachtung von Arten, die nach HUNTLEY et al. (2007) in Sachsen-Anhalt klima-induziert einwandern sollen, derzeit aber noch nicht als Brutvogel nachgewiesen wurden.

Zusätzlich wurden die folgenden häufigen Vogelarten bewertet: Amsel, Bachstelze, Baumpieper, Blau-meise, Bluthänfling, Braunkehlchen, Buchfink, Buntspecht, Dorngrasmücke, Eichelhäher, Elster, Feldlerche, Feldsperling, Fitis, Gartenbaumläufer, Gartengrasmücke, Girlitz, Goldammer, Grauammer, Grünfink, Hauben-meise, Hausrotschwanz, Haussperling, Heckenbraunelle, Heidelerche, Kleiber, Kohlmeise, Misteldrossel, Mönchsgrasmücke, Nachtigall, Neuntöter, Rabenkrähe, Ringeltaube, Rohrammer, Rotkehlchen, Rotmilan, Schafstelze, Singdrossel, Sommergoldhähnchen, Star, Stieglitz, Stockente, Sumpfmeise, Sumpfrohrsänger, Tannenmeise, Türkentaube, Wacholderdrossel, Wintergoldhähnchen, Zaunkönig und Zilpzalp.

Die Arten wurden dahingehend bewertet, ob und wie stark sie nachweislich oder potenziell von prognostizierten klimatischen Veränderungen in Sachsen-Anhalt betroffen sein könnten.

Ausbreitungspotenzial

Das Ausbreitungspotenzial wurde mit Ausnahme von Großtrappe und Birkhuhn für alle Brutvogelarten als hoch eingestuft (mittlere Aktionsdistanz > 500 m und maximale Aktionsdistanz > 10.000 m).

Korridor- und Verbundabhängigkeit

Eine Korridor- und Verbundabhängigkeit wurde nur für Großtrappe und Birkhuhn angenommen. Für Großtrappen stellen Energiefreileitungen und Windkraftanlagen nachweisliche und potenzielle Ausbreitungsbarrieren dar (Kollisionsgefahr) (SUDFELDT et al. 2010), Birkhühner gelten als sehr ortstreu (BAUER et al. 2005).

Temperatur und Niederschlag

Temperatur- und Niederschlagsveränderungen wirken sich auf Vogelarten sowohl direkt (z.B. über den Bruter-

folg, Mortalität), als auch indirekt (z.B. durch veränderte Habitatbedingungen) aus. Eine Bewertung der Einflussfaktoren „Niederschlag“ und „Temperatur“ erfolgt ausschließlich hinsichtlich ihrer direkten Einwirkungen auf Individuen, wobei zwischen Auswirkungen während der Brutzeit sowie außerhalb der Brutzeit unterschieden wurde.

Maßgeblich während der Brutzeit sind die prognostizierten Veränderungen während der Erstbrut. Die Brutzeit reicht vom Nestbau bis zum Ausfliegen der Jungvögel. In der Bewertung wurde nach früh und spät brütenden Arten differenziert, da anzunehmen ist, dass sich die vermehrten Niederschläge im Winter innerhalb der Brutzeit bis etwa Mai auswirken und sich danach die Wasserbilanz umkehrt. Maßgeblich für die Einstufung war, ob der überwiegende Teil der Brutzeit in den ersten oder zweiten Zeitraum fällt.

Die prognostizierten Veränderungen der mittleren monatlichen Temperatur- und Niederschlagssummen wurden hinsichtlich folgender direkter Einflussfaktoren bewertet:

- Nahrungsangebot während der Brutzeit
- Jungensterblichkeit bis zum Flüggewerden
- Sterblichkeit außerhalb der Brutzeit

Es wurde eine Gesamtbewertung dieser Einflussfaktoren vorgenommen, wobei die Sterblichkeit außerhalb der Brutzeit nur bei Arten einbezogen wurde, die als Kurzstreckenzieher oder „Standvögel“ einzustufen sind, also deren hiesige Brutpopulation in Sachsen-Anhalt oder angrenzenden Regionen überwintern, so dass sich die prognostizierten Veränderungen während der Wintermonate auf den Brutbestand in Sachsen-Anhalt auswirken könnten. Hinsichtlich der Zugstrategie wurde zwischen Zug- und Standvogelarten unterschieden.

Lebensraum

Zur Bewertung der Bestandsentwicklung klimasensibler Vogelarten wurden sich langfristig ergebende Veränderungen der Lebensräume herangezogen (Tab. 2).

Bewertet wurde, wie sich die prognostizierten Lebensraumveränderungen auf die Vogelarten auswirken werden. Die Reaktionen können gleich- aber auch entgegengerichtet sein. Zum Beispiel wird erwartet, dass sich die zunehmenden Nährstoffanreicherungen in eutrophen Stillgewässern, die für den Lebensraumtyp als negativ bewertet werden, positiv auf verschiedene Gründelarten auswirken.

Areal

Mögliche Arealveränderungen wurden auf der Basis der von HUNTLEY et al. (2007) veröffentlichten Modellierungen vorgenommen. Großräumige Verbreitungsmuster, wie etwa auf europäischer Ebene, lassen sich gut anhand klimatischer Faktoren erklären und sind daher als Grundlage für Modellierungen geeignet (FORSMAN & MÖNKKÖNEN 2003, THUILLER et al. 2004). Allgemein lassen sich die Vorhersageergebnisse vor allem bei kleinräumiger Betrachtung jedoch

deutlich präzisieren, wenn neben klimatischen auch lebensraumbezogene Habitatstrukturdaten in die Modellierung einfließen (PEARSON et al. 2004). Da dies bei HUNTLEY et al. (2007) nicht der Fall ist, ist die Übertragung der großräumig vorhergesagten Ergebnisse auf Regionen einer Größe des Landes Sachsen-Anhalt nicht ohne weiteres möglich, da z. B. die entsprechenden Lebensräume vor allem für neu einwandernde Arten unter Umständen gar nicht vorhanden sind (z. B. Blaumerle). Die von HUNTLEY et al. (2007) prognostizierten Arealveränderungen wurden dahingehend vor der Übernahme geprüft.

Lebenszyklus

Es liegen zahlreiche Untersuchungen über den Einfluss des Klimawandels auf den Lebenszyklus bei Vögeln vor, insbesondere auf das Zugverhalten (Veränderung der Zugzeiten; Verkürzung der Zugzeiten durch Verkürzung der Zugwege) oder die Verfrühung des Brutbeginns. Konkrete Prognosen im Hinblick auf Areal- oder Bestandsveränderungen sind aber schwierig, da z. B. die Verfrühung des Brutbeginns nicht zwangsläufig zu einer Verbesserung der Bestandssituation der betroffenen Art führen muss. Umgekehrt erfolgen nicht zwangsläufig brutbiologische Anpassungen, wenn sich auf anderen trophischen Ebenen (etwa der Nestlingsnahrung) zeitliche Verlagerungen vollziehen (z. B. BOTH et al. 2009, BOTH & VISSER 2001, VISSER et al. 2003).



Die in Sachsen-Anhalt gefährdete Grauammer ist eine der 126 Brutvogelarten, für die eine Empfindlichkeitsanalyse zur Bewertung der Klimasensibilität durchgeführt wurde.

Foto: J. Gerlach

Tab. 2: Klimatisch bedingte Auswirkungen auf verschiedene Lebensräume in Sachsen-Anhalt und ihr Einfluss auf an den jeweiligen Lebensraum gebundene Vogelarten nach BEHRENS et al. (2009) (0 = kein Einfluss, - = negativer Einfluss, + = positiver Einfluss).

Lebensraum	Beispiele	Bewertung	Begründung
Wald			
Nadelwald (NW)	Kiefern- und Fichtenforsten	-	Abnahme von Fichtenwäldern in höheren Lagen; Zunahme von Schneebruch und Windwurf durch vermehrte Extremereignisse; Zunahme Waldbrände
Feuchter Laubwald (LWf)	Weichholz- und Hartholzauenwälder, Moorwälder, Erlenbruchwälder, Schlucht- und Hangmischwälder, Eichen-Hainbuchenwald	-	ausgeprägte Trockenphasen im Sommer und Herbst, aufgrund negativer Wasserbilanz (Austrocknung, Mineralisation)
Frischer bis trockener Laubwald (LW)	Buchenwälder, bodensaure Eichenwälder	0	keine Auswirkungen angenommen
Offenland			
Feucht- und Nassgrünland (GLf)	Sumpfdotterblumen-, Brenndoldenwiesen, Flutrasen	-	im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände (Austrocknung, Mineralisation)
Wechselfeuchtes bis trockenes Grünland (GL)	Borstgrasrasen, Flachland-Mähwiesen, Berg-Mähwiesen	+	Wärme-, Trocken- und Magerkeitszeigern profitieren auf trockenen Standorten im Tiefland; Hochlagen: erhöhte Produktivität durch verbesserte Mineralisation, Tieflagenarten verdrängen Hochlagenarten
Ackerland (AL)		0	Bewirtschaftungsintensität überwiegt klimabedingte Veränderungen
Hochstaudenfluren (HS)	Feuchte Hochstauden- und Ruderalfluren	-	im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände (Austrocknung, Mineralisation)
Siedlung			
Siedlung (S)		0	stark anthropogen überformter Lebensraum ohne klimatisch bedingte Veränderungen
Gewässer			
Fließgewässer (FG)	Flüsse der planaren bis montanen Stufe, Flüsse mit Schlammbänken	0	im Sommer und Herbst häufigere Niedrigwasserstände aufgrund negativer klimatischer Wasserbilanz; Anstieg der Wassertemperatur, u. a. dadurch geringerer Sauerstoffgehalt
Stillgewässer (SG)	Natürliche eutrophe Seen	-	erhöhte Nährstoffkonzentrationen, Anstieg der Wassertemperatur, u. a. dadurch geringerer Sauerstoffgehalt, verstärktes Wachstum von Algen und Makrophyten

2.2. Modellierung der Verbreitung und Abundanz der Vogelarten

2.2.1 Verwendete Vogelarten

Für die Modellierung der Verbreitung und Abundanz der 39 Brutvogelarten (Tab. 3) wurden folgende Daten verwendet:

1. 390.000 digitalisierte Einzelbeobachtungen (überwiegend Kartierungen aus den Jahren 2005–2009) aus dem Monitoring häufiger Brutvögel (MhB) (SUDFELDT et al. 2012),
2. 5.122 Einzelbeobachtungen aus 33 Vogelschutzgebieten Sachsen-Anhalts (EU-SPA-Kartierung).

Zu Beginn wurden die Daten auf deren Lage und Genauigkeit überprüft, um Fehler bei der Darstellung des Revier- bzw. Brutstandorts ausschließen zu können. Es wurden Vogelbeobachtungen von 967 Probeflächen des MhB aus ganz Deutschland für die Modellberechnung genutzt. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, eine größere Datenmenge zu erhalten, die für die Erstellung stabiler Regressionsmodelle mit hoher Prognosegüte bedeutsam ist. Danach wurden die Modelle auf das Bundesland Sachsen-Anhalt reduziert und als Karte dargestellt.

Für die Berechnung der Verbreitungsmodelle wurden die Beobachtungspunkte zunächst vereinzelt, um räumliche Autokorrelation der Datenpunkte durch eine übermäßige Klumpung der Daten zu vermeiden. Hierzu wurde jeweils ein Datenpunkt (tatsächlich nachgewiesener Brutstandort) innerhalb der 1 km² großen Untersuchungsgebiete per Zufall ausgewählt und für die anschließende Modellierung der Verbreitung verwendet. Zur Berechnung der Abundanzen wurden die Daten aus dem MhB verwendet. Es wurden nur Beobachtungen innerhalb der vom DDA angegebenen artspezifischen Wertungszeiträume herangezogen. Um Autokorrelationseffekte zu minimieren und Pseudoreplikation zu vermeiden, wurden zudem nur Daten aus derjenigen Begehung genutzt, bei der die meisten Beobachtungen der jeweiligen Art erfolgten. Um die unterschiedlichen Erfassungswahrscheinlichkeiten zu berücksichtigen, wurden die Vogelabundanzen mit Hilfe des Programms DISTANCE 6.0 ermittelt (THOMAS et al. 2010). In DISTANCE wird unter Zuhilfenahme der artspezifischen Erfassungswahrscheinlichkeiten eine entsprechende Korrekturfunktion zur Berechnung der Abundanzen ermittelt. Hierfür wurde für sämtliche Beobachtungen die Distanz zwischen Vogel und Begehungsrouten berücksichtigt.

2.2.2 Verwendete Umweltvariablen

Je detaillierter und qualitativ hochwertiger die Ausgangsinformationen für die Modellierung sind, desto aussagekräftiger werden die Modelle. Zum Beispiel sind für eine Modellierung der Art-Habitatbeziehung, bei der Unterschiede auf Feldebene in der Agrarlandschaft dargestellt werden sollen, Informationen zur Lage und Verteilung von Feldfrüchten bzw. eine Untergliederung von Grünlandtypen unerlässlich. Gleiches gilt für die Modellierung von Art-Habitatbeziehungen im Wald. Hier ist insbesondere die Differenzierung von

Tab. 3: Die 39 zur Modellierung zukünftiger Klima- und Landnutzungsänderungen ausgewählten Arten (sortiert nach dem jeweils gerechneten Szenario, s. Kapitel 2.2.5).

deutscher Name	wissenschaftlicher Name	Szenario
Bachstelze	<i>Motacilla alba</i>	Klima
Baumpieper	<i>Anthus trivialis</i>	Klima
Blaumeise	<i>Cyanistes caeruleus</i>	Klima
Elster	<i>Pica pica</i>	Klima
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	Klima
Gartengrasmücke	<i>Sylvia borin</i>	Klima
Girlitz	<i>Serinus serinus</i>	Klima
Hausrotschwanz	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Klima
Hausperling	<i>Passer domesticus</i>	Klima
Heidelerche	<i>Lullula arborea</i>	Klima
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	Klima
Rohrhammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>	Klima
Rotkehlchen	<i>Erithacus rubecula</i>	Klima
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>	Klima, Agrar
Fasan	<i>Phasianus colchicus</i>	Klima, Agrar
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	Klima, Agrar
Feldsperling	<i>Passer montanus</i>	Klima, Agrar
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i>	Klima, Agrar
Klappergrasmücke	<i>Sylvia curruca</i>	Klima, Agrar
Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>	Klima, Agrar
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	Klima, Agrar
Amsel	<i>Turdus merula</i>	Klima, Wald
Buchfink	<i>Fringilla coelebs</i>	Klima, Wald
Buntspecht	<i>Dendrocopos major</i>	Klima, Wald
Eichelhäher	<i>Garrulus glandarius</i>	Klima, Wald
Gartenbaumläufer	<i>Certhia brachydactyla</i>	Klima, Wald
Haubenmeise	<i>Lophophanes cristatus</i>	Klima, Wald
Heckenbraunelle	<i>Prunella modularis</i>	Klima, Wald
Kleiber	<i>Sitta europaea</i>	Klima, Wald
Kohlmeise	<i>Parus major</i>	Klima, Wald
Misteldrossel	<i>Turdus viscivorus</i>	Klima, Wald
Mönchsgrasmücke	<i>Sylvia atricapilla</i>	Klima, Wald
Singdrossel	<i>Turdus philomelos</i>	Klima, Wald
Sommergoldhähnchen	<i>Regulus ignicapilla</i>	Klima, Wald
Sumpfmeise	<i>Poecile palustris</i>	Klima, Wald
Tannenmeise	<i>Periparus ater</i>	Klima, Wald
Wintergoldhähnchen	<i>Regulus regulus</i>	Klima, Wald
Zaunkönig	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Klima, Wald
Zilpzalp	<i>Phylloscopus collybita</i>	Klima, Wald

Nadelwald, Laubwald und Mischwald notwendig. Idealerweise sollten innerhalb dieser Kategorien sogar verschiedene Waldgesellschaften (z.B. Kiefern- und Fichtenwald) unterschieden werden.

Als Datengrundlage für die Modelle wurde eine Landnutzungskarte (Abb. 1) generiert, die auf der Geometrie und den Landnutzungsinformationen des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) basiert. Zusätzlich flossen Informationen zur Waldtypenverteilung von CORINE Land Cover aus 2009 (DLR 2010), zur Versiegelung aus Landsat 7 ETM+ Bildern aus den Jahren 1999–2001 (ESCH et al. 2009), zu Feldfrüchten und Grünlandtypen aus 2007 und Informationen zur Verbreitung der Hochmoore in Deutschland vom Institut für Bodenlandschaftsforschung (Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V. (ZALF))



Abb. 1: Landnutzungskarte Sachsen-Anhalt mit einer Aufgliederung des Waldes in drei Waldklassen (Nadelwald, Laubwald, Mischwald) und ohne Differenzierung der Offenlandbiotope (Wiese und Weide unklassifiziert).

Tab. 4: Übersicht über alle für die Modellierung der Verbreitung und Abundanz der 39 ausgewählten Arten verfügbaren Parameter mit Erläuterungen und Einheiten. Unterteilt sind die Variablen nach solchen, die direkt am Beobachtungspunkt (LOKAL) und solchen, die in einem Radius von 1000 m um den Beobachtungspunkt eines Vogel (UMGEBUNG) ermittelt wurden.

Bezeichnung	Erläuterung	Einheit
Lokal		
Sommergetreide		kategorisch
Wintergetreide		kategorisch
Wiese und Weide		kategorisch
Mais		kategorisch
Ackerflächen unklassifiziert		kategorisch
Hülsenfrüchte		kategorisch
Ölsaaten		kategorisch
Hackfrüchte		kategorisch
Gemüseanbau		kategorisch
Raps		kategorisch
Obstwiese		kategorisch
Weinbau		kategorisch
Brachen	Acker oder Grünlandbrache	kategorisch
sonstige Flächen		kategorisch
Biogaspflanzen		kategorisch
Wiese		kategorisch
Weide		kategorisch
Mähweide	Mahd oder Weidenutzung im Wechsel	kategorisch
Ackerfutter	z.B. Leguminosenanbau	kategorisch
Laubwald		kategorisch
Nadelwald		kategorisch
Mischwald		kategorisch
Windwurf		kategorisch
wenig oder keine Vegetation		kategorisch
Feuchtgebiete		kategorisch
Wasser		kategorisch
Siedlung; gering versiegelt	Versiegelung: 1- 33 %	kategorisch
mäßig versiegelt	Versiegelung: 34- 66 %	kategorisch
stark versiegelt	Versiegelung: 67- 100 %	kategorisch
Feldgehölze		kategorisch
Baumreihen und Einzelgehölze		kategorisch
Hecken		kategorisch
Hochmoore		kategorisch
Umgebung (1000m Radius)		
Acker		%
Wintergetreide		%
Wiese und Weide		%
Wald; Laubwald		%
Nadelwald		%
Mischwald		%
Feuchtgebiete		%
Wasser		%
Windwurf		%
Mais- und Biogaspflanzen		%
Raps		%
Obstwiese		%
Brachen		%
Wiese		%
Weide		%
Mähweide		%
Siedlungen		%
Röhricht		%
Feldgehölze		%
Baumreihen und Einzelgehölze		%
Hecken		%
Feldgehölze, Baumreihen, Einzelgehölze		%
Feldgehölze und Hecken		%
Waldrand		%
SHDI	Shannon-Diversitätsindex	-
X	Geographische X-Koordinate	-
Y	Geographische Y-Koordinate	-
digitales Geländemodell		m
Frühjahrsniederschlag	Monate April, Mai, Juni	mm
Jahresniederschlag		mm
Frühjahrstemperatur	Monate April, Mai, Juni	°C
Jahrestemperatur		°C
Schutzgebiete		kategorisch
Entfernung zu Feuchtgebieten		m
Entfernung zu Fließgewässern		m
Entfernung zu großen Gewässern		m
Entfernung zu versiegelten Flächen		m
Entfernung zu Wald und Gehölzen		m
Entfernung zu Wald		m
Entfernung zu Gehölzen		m

(SOMMER 2012) ein. Diese Informationen wurden in eine deutschlandweite Karte mit bis zu 33 verschiedenen Klassen eingearbeitet, die in einer Auflösung von 10 x 10 m prozessiert wurde (Tab. 4, LOKAL). So wurden zwei verschiedene Typen von Landnutzungskarten erstellt, die als entscheidende Grundlage für die Modellrechnungen Verwendung fanden:

- Für Arten, die von den verschiedenen Waldtypen abhängig sind wurde zu den üblichen Klassen (Versiegelung, Windwurf, etc.) eine Unterscheidung in die drei Waldklassen Nadelwald, Laubwald und Mischwald, jedoch ohne Differenzierung der Offenlandbiotope, vorgenommen (Abb. 1).
- Für alle Arten, die im Offenland brüten, wurde zu den üblichen Klassen eine Differenzierung der Offenlandbiotope, jedoch nicht der Waldtypen, vorgenommen.

Da für das Vorkommen der Vögel die Landschaftsumgebung eine wichtige Rolle spielen kann (SÖDERSTRÖM & PÄRT 2000), wurde deren Einfluss mit Hilfe unterschiedlicher Landschaftsmatrixvariablen (Tab. 4) berücksichtigt. Die Berechnung der Landschaftsmatrix erfolgte in einem Radius von 1.000 m um den Vorkommenspunkt des Vogels mit Hilfe der „Moving Window“-Technik und des Programms Slicer (GOTTSCHALK et al. 2008). Mit SLICER wurden der Anteil der unterschiedlichen Landnutzungstypen und die Diversität (SHDI - Shannon Index) der Landnutzungstypen in der Umgebung berechnet (Tab. 4, UMGEBUNG). Der Shannon-Diversitätsindex beschreibt zwei Komponenten der Landschaftsstruktur. Er stellt zum einen die Anzahl der Landnutzungstypen und zum anderen die Gleichmäßigkeit der von diesen Landnutzungstypen eingenommenen Fläche des betrachteten Landschaftsausschnitts dar.

Zusätzlich wurden weitere Rasterkarten generiert, die die Entfernung zu folgenden Landschaftselementen beinhalten: (1) Wälder, (2) Einzelgehölze, Hecken und Baumreihen, (3) Feuchtgebiete, Sumpf und nasser Boden, (4) Fließgewässer, (5) große (Still-) Gewässer und (6) versiegelte Flächen (Tab. 4, UMGEBUNG).

Weiterhin wurde das Digitale Geländemodell Deutschlands (DGM-D) mit einer Zellgröße von 25 m als erklärende Variable genutzt (VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER BUNDESLÄNDER & BKG 2009).

Die Verwendung der geographischen Koordinaten diente dazu, die Abhängigkeit der Verbreitung und Dichte von der geographischen Länge und Breite in den Daten zu berücksichtigen.

2.2.3 Verwendete Klimavariablen und -szenarien

Als Klimavariablen für das Jahr 2007 wurden Daten zum Niederschlag und zur Temperatur vom Deutschen Wetterdienst (DWD 2010) genutzt. Um den tatsächlichen Brutzeitraum zu modellieren, wurden für alle Standvögel die Jahreswerte und für alle Zugvogelarten die

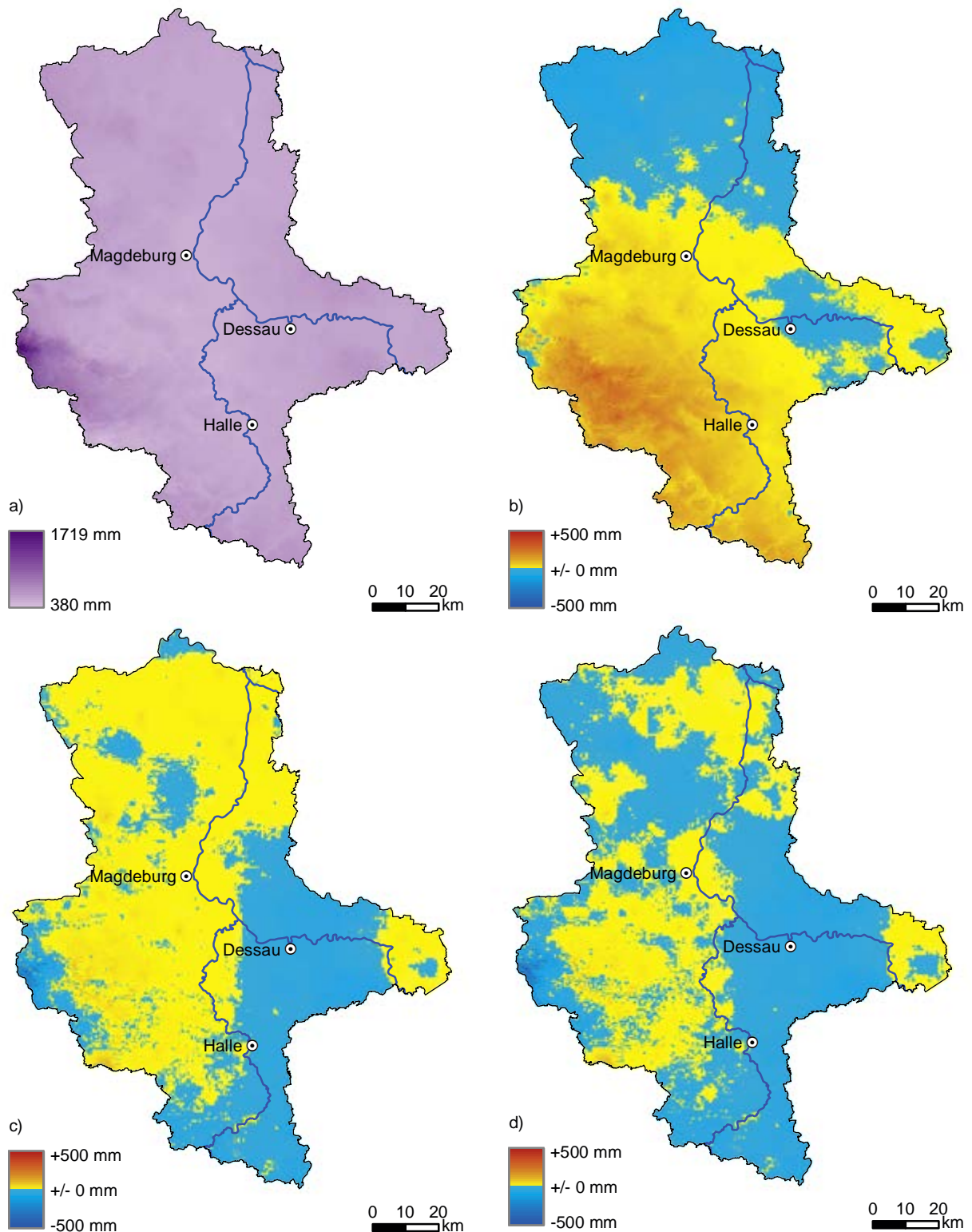


Abb. 2: Summe des Jahresniederschlages bzw. Differenz zum aktuellen Jahresniederschlag [mm]. a) aktuelle Situation; b)-d) prognostizierte Differenzen zwischen der aktuellen Situation und dem Jahr 2050: b) SRES A1b; c) RCP 4,5 und d) RCP 8,5.

Frühjahrswerte (Monate April, Mai und Juni) verwendet. Dazu wurden die Temperaturmittelwerte bzw. Niederschlagssummen herangezogen.

Zur Modellierung des prognostizierten Klimas wurden einerseits die Daten der Szenarien RCP 4,5 und 8,5 des Worldclim-Datensatzes für den Zeitraum 2041 bis 2060 (Hijmans et al. 2005) und andererseits das Szenario A1b des regionalen STAR-II-Ansatzes für das Jahr 2050 (Orłowski et al. 2008) verwendet.

Die räumliche Verteilung des Niederschlages spiegelt die orographischen Gegebenheiten Sachsen-Anhalts wider (Abb. 2 und Abb. 3). Die höchsten Niederschläge sind und werden auch in Zukunft in den Mittelgebirgen zu verzeichnen sein, auch wenn am Brocken bei den RCP Szenarien die relativ höchsten Abnahmen prognostiziert werden (c und d). Im Jahresdurchschnitt fallen die Prognosen unter Annahme des Szenario SRES A1b etwas feuchter aus (Tab. 5). Im Vergleich dazu wird der

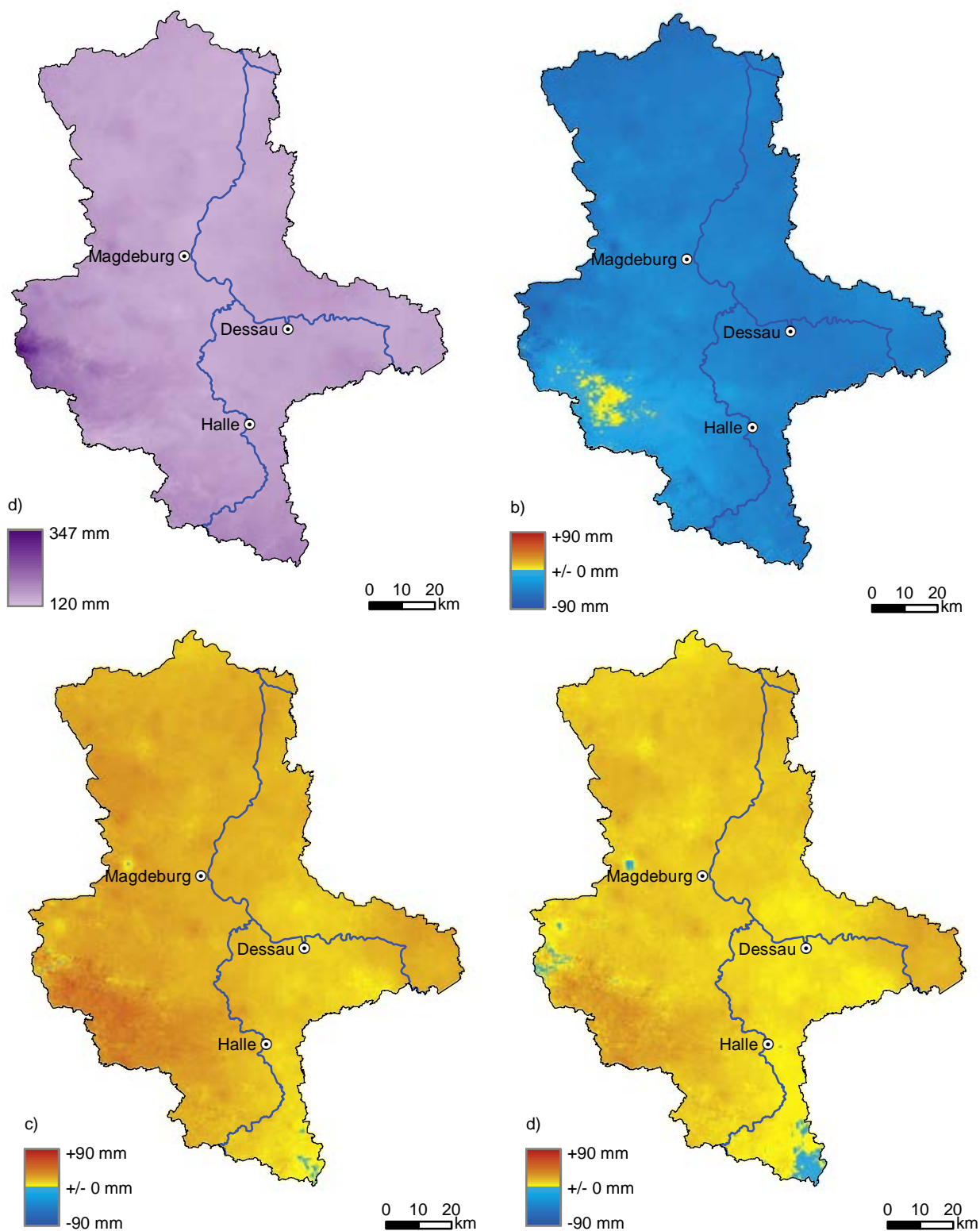


Abb. 3: Summe des Frühjahrsniederschlages bzw. Differenz zum aktuellen Frühjahrsniederschlag [mm]. a) aktuelle Situation; b)-d) prognostizierte Differenzen zwischen der aktuellen Situation und dem Jahr 2050: b) SRES A1b; c) RCP 4,5 und d) RCP 8,5.

Frühjahrsniederschlag (Monate Mai, Juni, Juli) unter den Szenarien RCP 4,5 und RCP 8,5 ansteigen und für das Szenario A1b abnehmen (Tab. 5).

Die Temperaturen in den Mittelgebirgslagen Sachsen-Anhalts sind laut Klimaprognosen auch zukünftig geringer als in den tieferen Lagen, auch wenn dort z.T. die relativ höchsten Zunahmen prognostiziert werden (Abb. 4 und Abb. 5). Insgesamt wird in allen Szenarien

ein Temperaturanstieg mit einer Erhöhung des Gesamtjahresmittels von bis zu 3,3°C prognostiziert (Tab. 5).

SRES, RCP und regionale Klimamodelle

Um die große Zahl der möglichen Klimaentwicklungen zusammenzufassen, werden Emissionsszenarien verwendet, die auf sehr unterschiedlichen sozioökonomischen Grundlagen basieren (ESSL & RABITSCH

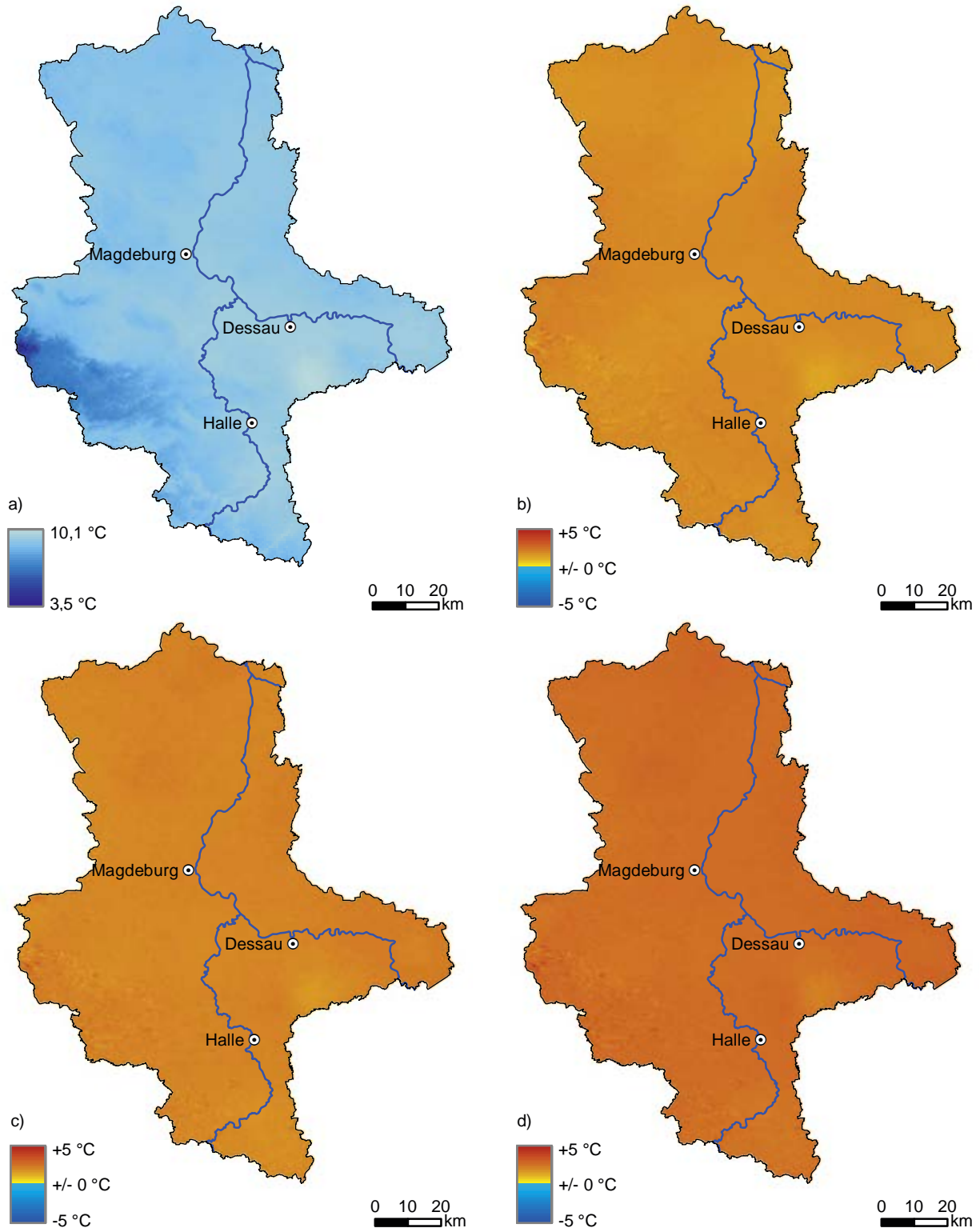


Abb. 4: Mittlere Jahrestemperatur bzw. Differenz zum aktuellen Jahrestemperaturmittel [°C]. a) aktuelle Situation; b)-d) prognostizierte Differenzen zwischen der aktuellen Situation und dem Jahr 2050: b) SRES A1b; c) RCP 4,5 und d) RCP 8,5.

2013). Wichtige Einflussgrößen, die hierbei verwendet werden und welche die prognostizierte Konzentration der Treibhausgase beeinflussen, sind beispielsweise die Entwicklung der Weltbevölkerung, der Wirtschaft, des Energiebedarfs und die dafür verwendeten Energiequellen oder die Landnutzung (ESSL & RABITSCH 2013). Die derzeit bekanntesten Emissionsszenarien sind die im Jahr 2000 vom IPCC veröffentlichte 2. Generation von Klimaprojektionen, die sogenannten

Special Report on Emissions Scenarios (SRES-Szenarien) (NAKICENOVIC & SWART 2001, MOSS et al. 2010, VAN VUUREN et al. 2011). Verwendung finden die Szenarien im 3. und 4. IPCC-Report. Der Zeitraum, der den Szenarien zu Grunde liegt erstreckt sich bis 2100 und die vier Szenarienfamilien (A1, A2, B1, B2) unterscheiden sich grob durch die gegensätzlichen Grundannahmen: Globalisierung – Regionalisierung und wirtschaftsorientiert – umweltorientiert (NAKICENOVIC & SWART 2001).

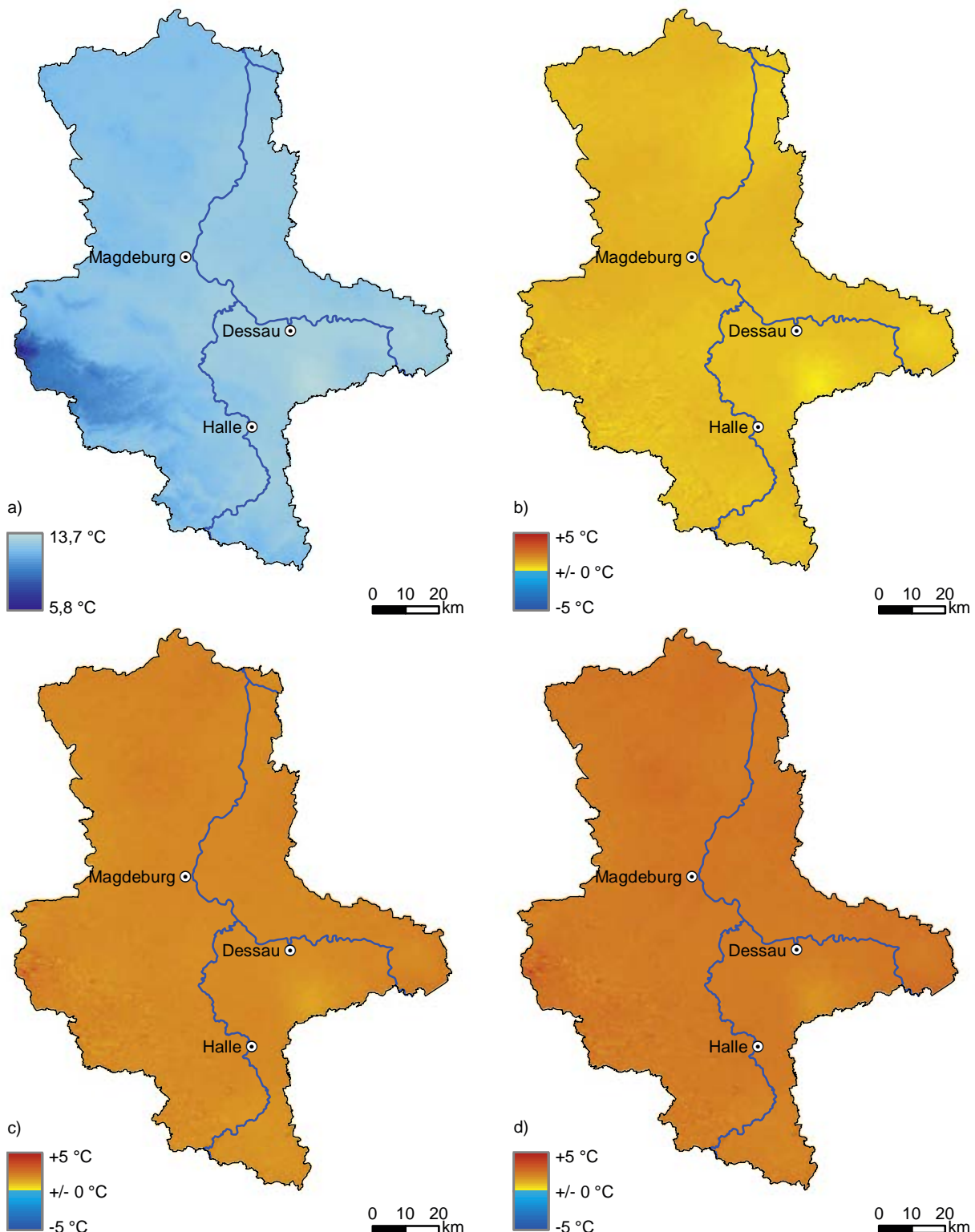


Abb. 5: Mittlere Frühjahrsstemperatur bzw. Differenz zum aktuellen Frühjahrsstemperaturmittel [°C]. a) aktuelle Situation; b)-d) prognostizierte Differenzen zwischen der aktuellen Situation und dem Jahr 2050: b) SRES A1b; c) RCP 4,5 und d) RCP 8,5.

Tab. 5: Vergleich der/des aktuellen und prognostizierten (Klimaszenarien) Jahres- und Frühlingstemperatur/-niederschlags (Mittelwert \pm Standardabweichung).

	Jahrestemperatur (in °C, Mittelwert \pm Standardabweichung)	Jahresniederschlag (in mm, Mittelwert \pm Standardabweichung)	Frühlingstemperatur (in °C, Mittelwert \pm Standardabweichung)	Frühlingsniederschlag (in mm, Mittelwert \pm Standardabweichung)
aktuell	9,0 \pm 0,5	543 \pm 85	12,4 \pm 0,7	150 \pm 16
A1b	11,5 \pm 0,6	593 \pm 136	13,7 \pm 0,6	107 \pm 19
RCP 4,5	11,7 \pm 0,5	546 \pm 75	14,9 \pm 0,7	179 \pm 20
RCP 8,5	12,3 \pm 0,5	533 \pm 72	15,4 \pm 0,7	169 \pm 17

2009 wurde eine 3. Emissionsszenarienfamilie, die sogenannten Representative Concentration Pathways (RCP) veröffentlicht, auf welcher der 5. IPCC Report basiert (MOSS et al. 2008, MOSS et al. 2010, VAN VUUREN et al. 2011). Insgesamt wurden vom Weltklimarat vier Szenarien ausgewählt, die nach dem erreichten Maximalwert des Strahlungsantriebs (W/m^2), oder dessen Stabilisierungswert innerhalb des 21. Jahrhunderts benannt wurden.

Neben den weltweiten Klimamodellen gibt es für Prognosen auf regionaler Ebene räumlich höher aufgelöste Modelle. Diese werden durch räumliche Skalierung (Downscaling) globaler Modelle errechnet (ESSL & RABITSCH 2013). Bei STAR II (STATistical Regional model) handelt es sich um ein statistisches Regionalisierungsverfahren (basierend auf statistischen Stationsmessungen), bei dem statistisch-mathematische Beziehungen zwischen global ermittelten atmosphärischen Zuständen und lokal gemessenen Klimaparametern errechnet werden (ORLOWSKY et al. 2008, ESSL & RABITSCH 2013).

Den für dieses Projekt ausgewählten Szenarien liegen folgende Annahmen zu Grunde:

A1b (NAKICENOVIC & SWART 2001):

- rasches Wirtschaftswachstum
- ab Mitte des 21. Jahrhunderts rückläufige Bevölkerungszahlen
- fortschreitende Globalisierung
- ausgewogene Nutzung aller Energiequellen (Balance)

RCP 4.5 (THOMSON et al. 2010):

- globale Langzeitemission von Treibhausgasen
- Umsetzung von Anpassungsstrategien an den Klimawandel (Stabilisierungsszenario)

RCP 8.5 (RIAHI et al. 2011):

- - relativ langsames Ertragswachstum
- - hohe Bevölkerungspopulation
- geringe technologische Veränderungen/Verbesserungen des Energieverbrauchs – daher konstant hohe Energienachfrage und Treibhausgasemissionen (ohne Klimawandelstrategien)

A1b – Generierung der Klimaraster

Die Klimadaten für das A1b-Szenario entstammen der CERA-Datenbank des Deutschen Klimarechenzentrums (DKRZ) (GERSTENGRABE 2009). Es wird das „mittel-feuchte“ Szenario (= medium realization) verwendet. Das zugrunde liegende globale Modell ist ECHAM5 - MPIOM. Die mittels STAR-II-Algorithmus vorhergesagten Klimadaten liegen für jede Wetterstation vor.

Damit die gesamte Fläche Sachsen-Anhalts interpoliert werden konnte, wurden auch Daten von Stationen angrenzender Bundesländer genutzt. Die Prognosen liegen für den Zeitraum von 2007 bis 2060 vor. Pro Station wurden die Mittelwerte (Temperatur) und Summen (Niederschlag) für das Jahr 2050 berechnet. Mit der Formel Temperatur + Höhe * 0.0065 wurde für jede Station eine Höhenkorrektur durchgeführt. Die zugrunde liegende Annahme ist, dass die Temperatur eines aufsteigenden Luftpakets um 0,65 °C (mitteleuropäischer Durchschnittswert) pro 100 m Höhendifferenz abfällt (feuchtadiabatischer Temperaturgradient) (BAMMEL et al. 2009). Anschließend erfolgte eine räumliche Interpolation (Kriging-Methode (KASTELEC & KOŠMELJ 2002)). Das so entstandene Temperaturraster musste abschließend wieder mit dem digitalen Höhenmodell (DGM) umgerechnet werden, so dass die tatsächliche Höhenverteilung der Werte abgebildet wird (Temperaturraster - DGM * 0,0065). Der Niederschlag wurde mit dem DGM als Kovariable für die Fläche Sachsen-Anhalts modelliert (ebenfalls mit der Kriging-Methode).

RCP 4.5 und RCP 8.5 – Generierung der Klimaraster

Die 3. Generation der Klimamodelle des IPCC entstammt dem Worldclim-Datensatz (HIJMAN et al. 2005). Das zugrundeliegende Modell ist HadGEM2-CC (HG) (Hadley Centre Global Environmental Model, Version 2), welches das Nachfolgemodell von HadCM3 (Hadley Centre Coupled Model) ist. Für beide Szenarien wurden jeweils die durchschnittliche monatliche Minimal- und Maximaltemperatur [Grad Celsius * 10] sowie der monatliche Niederschlag [mm] genutzt. Diese Daten liegen bereits für jeden Monat des Zeitraumes 2041–2060 als weltweites Raster in einer Auflösung von 30 Bogensekunden vor. Für den Jahresniederschlag wurde die Summe aus allen 12 Monaten gebildet und für den Frühjahrsniederschlag die Summe der Monate April, Mai und Juni. Für die beiden Temperaturraster wurden entsprechende Mittelwerte verwendet.

2.2.4 Methoden der Modellierung, Modellvalidierung und Prognosen

Modellierung

Die Verbreitungsmodelle, auch Presence-Absence- (PA-Modelle) oder Vorkommensmodelle genannt (Abb. 6) basieren auf einem sog. „presence/available design“ (BOYCE et al. 2002). Hierbei wurden die Vorkommensdaten (presence) durch Nicht-Vorkommenspunkte (availability) ergänzt (ENGLER et al. 2004). Die

Nicht-Vorkommenspunkte wurden per Zufall nur in solche Gebiete des MhB gelegt, in denen die Art nicht nachgewiesen werden konnte.

Die Modelle zum Vorkommen der Vögel wurden mit Hilfe von Generalisierten Linearen Modellen (GLM), die nach MANLY et al. (2002) auch als Resource Selection Functions (RSF) bezeichnet werden, erstellt (Abb. 6). Für die Vorkommensmodelle wurde eine Logit-Link-Funktion (Logistische Regression) unter Annahme einer Binomialverteilung der Fehler ausgewählt und mit Hilfe von ArcGIS 10.1 (ESRI 2013) in die Fläche umgesetzt. Für die Berechnung der Populationsgröße wurde das Verbreitungsmodell entsprechend einem Hürdenmodell (MCCULLAGH & NELDER 1989) in einem zweistufigen Prozess mit einem zusätzlichen Abundanzmodell gekoppelt (Abb. 6).

Das Abundanzmodell errechnet sich aus einem GLM mit einer logarithmischen Link-Funktion und einer Quasi-Poisson-Verteilung. Hierbei wurde die Abundanz nur auf solchen Lebensräumen prognostiziert, die für die Art geeignet sind. Als Kriterium wurde hierfür die artspezifische Prävalenz herangezogen. Dabei handelt es sich um das Verhältnis zwischen der Anzahl der Probenflächen auf denen eine Art nachgewiesen wurde und der Probenflächen, auf denen die Art nicht nachgewiesen wurde.

Nach der Kopplung des Verbreitungs- und des Abundanzmodells erfolgte für einige Arten noch eine Nachbearbeitung der Modelle. Zum einen durch den manuellen Ausschluss bestimmter Habitate, die für die Art nachweislich unter Zuhilfenahme von Expertenmeinungen nicht als Lebensraum geeignet sind, zum anderen durch Korrektur der maximalen Abundanzen für eine Art unter Zuhilfenahme der Dichteangaben aus BAUER et al. (2005).

Alle kontinuierlichen Umweltvariablen (Tab. 4) wurden paarweise auf Korrelationen getestet. Nach dem von FIELDING & HAWORTH (1995) angegebenen Richtwert von Wert $>|0,7|$ des Spearman-Rang-Korrelationskoeffizienten wurde bei vorliegender Korrelation jeweils nur eine von beiden Variablen berücksichtigt. Hierbei wurde derjenige Parameter entfernt, dem aus ökologischer Sicht eine geringere Bedeutung zukommt.

Das beste Regressionsmodell wurde mit Hilfe des Informationskriterium AICc (Akaike Information Criterion corrected; BURNHAM & ANDERSON 2002) ermittelt. Hierbei beruht die Variablenselektion auf dem Informationsmaß und ist – anders als z.B. Forward-Stepwise-Selektionsverfahren – unabhängig vom Stichprobenumfang (ANDERSON et al. 2000). Man erhält dadurch Modelle mit einer höheren Prognosegüte im Vergleich zu einem nicht korrigierten Informationsmaß.

Modellvalidierung

Für alle Modelle erfolgte die Berechnung des mittleren relativen Fehlers auf Basis einer fünffachen Kreuzvalidierung bei dem vier Fünftel der Daten zur Modellbildung (Trainingsdatensatz) und das verbliebene Fünftel zur Bestimmung der Modellgüte (Testdatensatz) verwendet wurden. Die Auswahl der Test- und Trainingsdatensätze wurde jeweils gewechselt und die Prozedur 100-mal wiederholt, um abschließend Mittelwerte der Gütekriterien bestimmen zu können (SCHRÖDER & REINEKING 2004a). Zusätzlich wurde die Modellgüte bei den Verbreitungsmodellen mit Hilfe des AUC- (Area Under the ROC-Curve) Wertes berechnet. Dieser stellt ein weit verbreitetes Maß zur Bestimmung der Modellprognosegüte bei logistischen Regressionsmodellen dar (FIELDING & BELL 1997, PEARCE & FERRIER 2000). Der bestmögliche Wert von AUC ist 1, er entspricht einer perfekten Trennung von Vor-

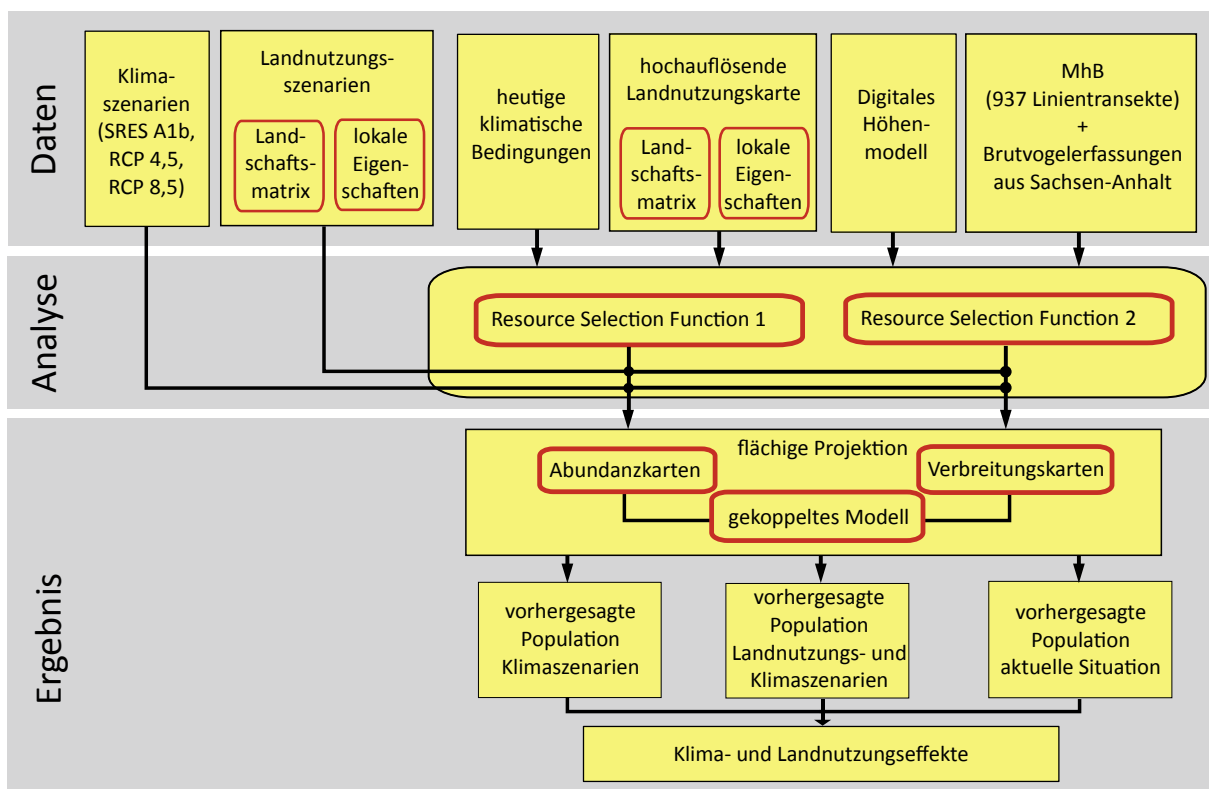


Abb. 6: Ablaufplan der verwendeten Methode.

kommen und Nichtvorkommen. HOSMER & LEMESHOW (2000) geben folgende Werte zur Klassifizierung der AUC-Werte an:

- $0,7 \leq AUC < 0,8$ = akzeptabel,
- $0,8 \leq AUC < 0,9$ = exzellent,
- $0,9 \leq AUC$ = hervorragend.

Der prozentuale Anteil an erklärter Devianz (D^2) wurde berechnet, um die Qualität der Modelle für Sachsen-Anhalt zu bestimmen (FRANKLIN 2009). Die Devianz entspricht der Summe der residualen Abweichungsquadrate, die die quadrierten Differenzen zwischen beobachteten und modellgeschätzten Werten der Zielgröße darstellen. Um die Vorhersagequalität der Modelle in den Populationsschätzungen zu berücksichtigen, wurde eine interne Validierung durchgeführt. Hierbei wurden auf Basis von 80 % aller Beobachtungen unabhängige Vorhersagen zur Populationsgröße eines Testdatensatzes, bestehend aus den restlichen 20 % der Beobachtungen, durchgeführt. Diese Vorhersagen der Populationsgrößen wurden anschließend mit den tatsächlich beobachteten Populationsgrößen des Testdatensatzes verglichen. Die Teilung der Daten und die interne Validierung wurden 100-mal wiederholt, um Streuung und Vertrauensbereich der Vorhersagen abzuschätzen. Die daraus resultierende mittlere relative Abweichung wurde für die Berechnung des Vertrauensintervalles der Gesamtrezervanzahl einer Art verwendet.

2.2.5 Landnutzungsszenarien: Agrarlandschaft und Wald

Um zu zeigen, wie starke Veränderungen von Vogelpopulationen in Folge zukünftiger Klimaänderungen durch Maßnahmen möglicherweise abgemildert werden können, wurden zwei unterschiedliche Sätze von Landnutzungsänderungsszenarien generiert. Diese zielen darauf ab, eine Abmilderung möglicher klimabedingter Vogelpopulationsveränderungen (a) in der Agrarlandschaft und (b) in Wäldern zu bewirken.

Agrarszenarien

Prognosen zu den Populationsveränderungen auf Basis der Agrarszenarien wurden für folgende ausgewählte Arten mit bekanntem Schwerpunkt in offenen Habitaten berechnet:

- Dorngrasmücke
- Fasan
- Feldlerche
- Feldsperling
- Goldammer
- Klappergrasmücke
- Neuntöter
- Star

Fachlicher Hintergrund für die Entwicklung der Agrarszenarien

Grundlage für die Szenarien sind sowohl fachliche Empfehlungen zur Förderung der Biodiversität in der Agrarlandschaft als auch die bundes- und landesweiten Biodiversitätsstrategien.

Als wichtige Maßnahmen aus der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt (BMU 2007) gelten u. a.

- die Erhöhung der biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft,
- die Vernetzung linearer und punktförmiger Elemente (Saumstrukturen, Hecken, Feldraine, Trockenmauern, Trittsteinbiotope),
- die Erhöhung des Flächenanteils naturschutzfachlich wertvoller Agrarbiotope um mindestens 10 %, sowie die Erreichung eines Anteils von mindestens 10 % naturnaher Landschaftselemente (Hecken, Raine, Feldgehölze, Kleingewässer).

Diese Ziele decken sich z.T. mit den Forderungen ornithologischer Fachverbände. In ihrem „Positionspapier zur aktuellen Bestandssituation der Vögel der Agrarlandschaft“ fordern DO-G & DDA (2011) die „Wiedereinführung eines Flächenanteils von 10 % selbstbegrünter Ackerbrachen“ als ein- oder mehrjährige Flächenstilllegungen, sowie zusätzlich die Sicherung von Kleinstrukturen wie Hecken, Säumen, Feldgehölzen und Kleingewässern. Diese und andere Maßnahmen werden als essenziell für die nachhaltige Verbesserung der negativen Bestandsentwicklungen einer Vielzahl von Vogelarten der Agrarlandschaft angesehen.

Sachsen-Anhalt hat sich in seiner Biodiversitätsstrategie zur Aufgabe gemacht, eine arten- und strukturreiche Kulturlandschaft zu fördern und zu erhalten (MLU 2010). Konkret sollen:

- intensiv genutzte Ackerlebensräume stärker strukturiert und Biotopverbundstrukturen geschaffen werden,
- extensiv bewirtschaftete Randstreifen, Feldraine und Wegränder geschaffen werden,
- zur Vermeidung von Erosionsschäden standortgerechte Bewirtschaftungsformen Anwendung finden.

Auch die Förderung von Schon- und Blühstreifen wird als wichtiges Förderinstrument anerkannt, wenngleich nicht explizit als Ziel benannt.

Die landwirtschaftlichen Regionen Sachsens sind aktuell durch eine enorme Größe ihrer Feldschläge charakterisiert. Diese Flächen unterliegen einer Gefahr durch Winderosion mit einem potenziellen jährlichen Bodenabtrag von 1,5 t je ha (MÜHLE 2001) bis zu 20 t je ha (RICHTER & GENTZEN 2011). Im Zuge des Klimawandels wird das Risiko von RICHTER & GENTZEN (2011) als steigend eingestuft. Eine präventive Maßnahme ist das Anlegen von Hecken entlang von Feldgrenzen. Die Anlage von Hecken führt zu einer Schaffung bzw. Aufwertung von Lebensräumen für Tiere insbesondere in stark ausgeräumten agrarisch geprägten Regionen (BATÁRY et al. 2010; KÜHNE et al. 2013). In der der Modellierung zugrunde liegenden Landnutzungskarte sind lediglich 0,1 % der Landesfläche mit Hecken bedeckt. Um den Einfluss eines erhöhten Heckenanteils bei gleichbleibendem Bracheanteil (4 %) bewerten zu können, wurde der Anteil zunächst auf 1 % erhöht (Abb. 7 b) und c)). Als Richtwert für den maximalen in den Szenarien gewählten Anteil von 6 % wurden die 5 % Minimum an Gehölzen genommen, die im Ökolandbau für eine Aufwertung des Lebensraumes für Vögel als notwendig erachtet werden (BfN 2004).

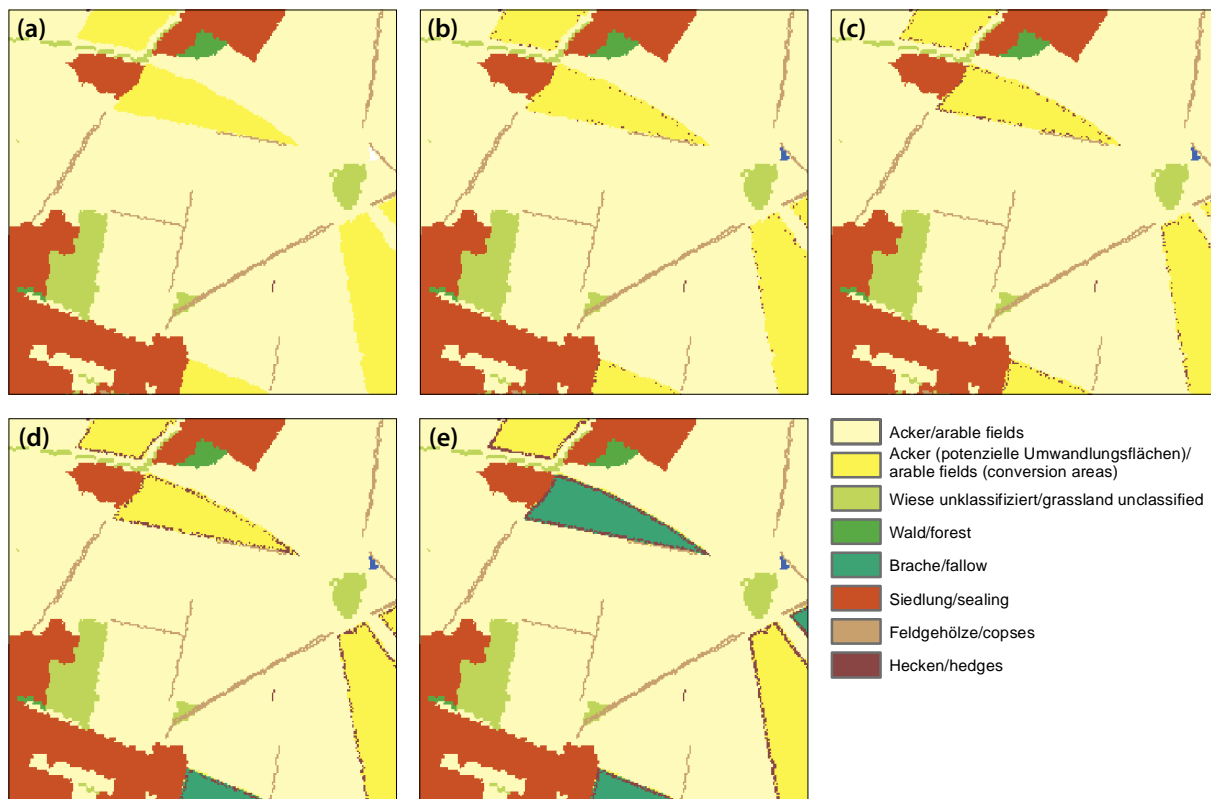


Abb. 7: Ausschnitt aus den landesweiten Szenarien. (a) Ausgangszustand und (b-e) vier Agrarszenarienstufen (b = Stufe 1 usw.) mit einer kontinuierlichen Erhöhung des Hecken- und Bracheanteils.

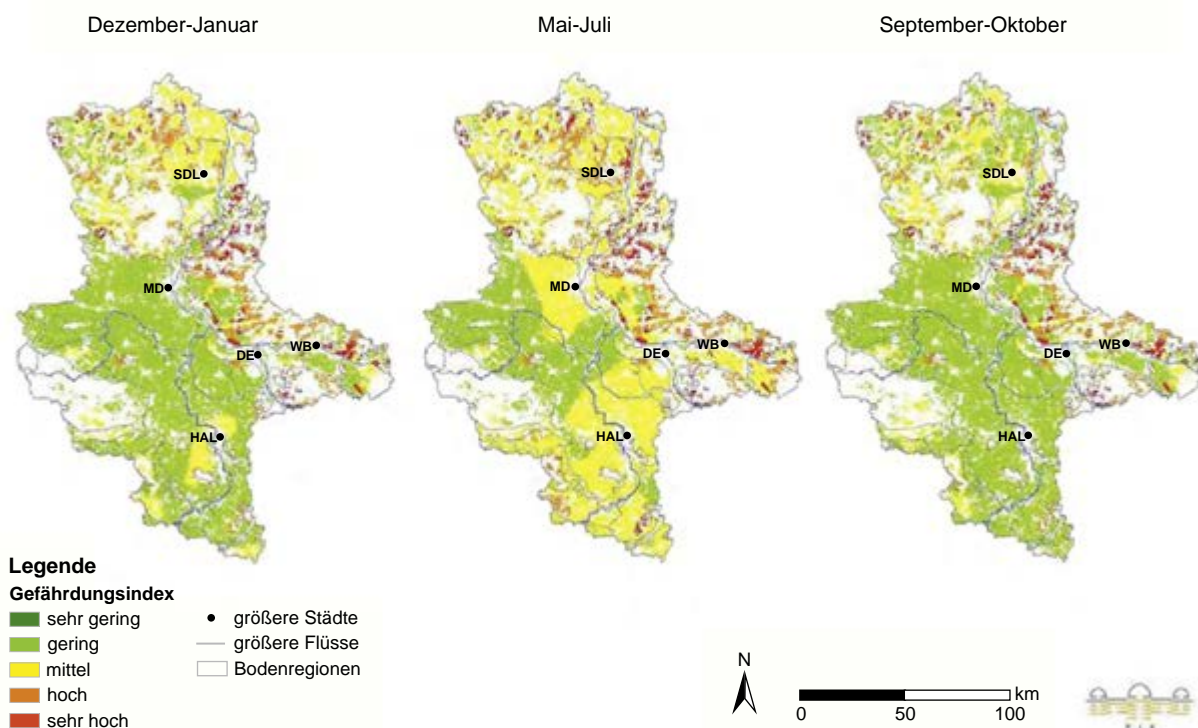


Abb. 8: Relativer Index der potenziellen Gefährdung der Ackerflächen in Sachsen-Anhalt gegenüber Winderosion von Dezember-Januar, Mai-Juli und September-Oktober (Zeitraum 1961–1990, Modell WETTREG) (auf Basis klimatischer Gefährdung durch Wind und Trockenheit sowie der Gefährdung durch die Bodenart nach KROPP et al. (2009)).

Für den „Mindestanteil“ an Brachen in einer Landschaft, die den Biodiversitätszielen in Ackerbaugebieten entsprechen, gibt es unterschiedliche Angaben. Laut FLADE & SCHWARZ (2013) sind Ackerbrachen auf einem Flächenanteil von mindestens 10% nötig, um die Bestands-situation der Agrarvögel merklich zu verbessern. Zudem

wird empfohlen, dass Stilllegungsflächen und Flächen, die nach den Ökolandbau-Richtlinien bewirtschaftet werden, einen etwa doppelt so hohen Flächenanteil einnehmen sollen wie Maisanbauflächen (FLADE & SCHWARZ 2013). Laut verwendeter Landnutzungskarte aus dem Jahr 2007 nimmt die Maisanbaufläche 6% ein, weshalb

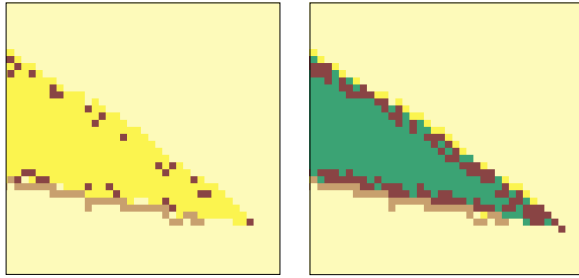


Abb. 9: Ausschnitt zweier Agrarszenarien, die für die gesamte Fläche Sachsen-Anhalts erstellt wurden und die Vorgehensweise darstellen. In den Agrarszenarien wurden Hecken (in Braun dargestellt) entlang von Ackerrändern entwickelt (linkes Bild 2% Anteil, rechtes Bild 6% Anteil) und zur Erhöhung des Bracheanteils ausgewählte Äcker (in Gelb dargestellt) komplett in Brachen (in Türkis dargestellt) umgewandelt.

ein Maximalwert von 12% Brachen gewählt wurde. Für die Zwischenstufen wurde eine sukzessive Zunahme der prozentualen Anteile gewählt.

Szenarienentwicklung

Für die Szenarienentwicklung wurden per Zufall ausgewählte Ackerflächen in Brachen und Hecken umgewandelt. Diese Umwandlung fand ohne Fokussierung auf spezielle Regionen statt, da sowohl in den Bördereichen als auch in den nördlichen Regionen im Jahresverlauf von einem geringen bis hohen Potenzial für ein Risiko durch Winderosion ausgegangen wird (KROPP et al. 2009) und mehr oder weniger flächendeckend Defizite an Brachen und Hecken bestehen. Als potenzielle Umwandlungsflächen wurden die Feldfrüchte

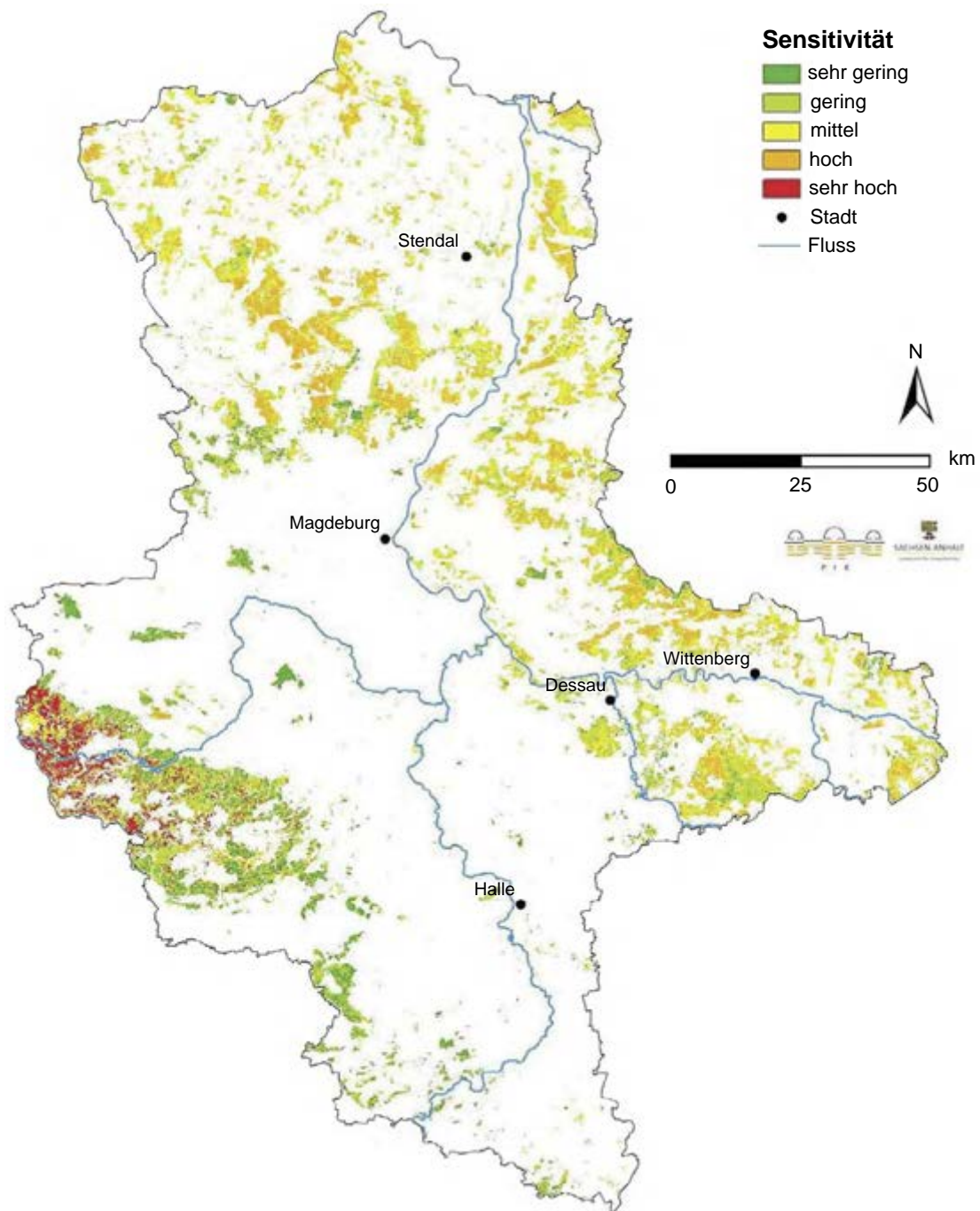


Abb.10: Potenzielle Sensitivität der Wälder Sachsen-Anhalts gegenüber Sturmschäden. Der angegebene Sensitivitätsindex ergibt sich aus Höhenlagen, Hangneigung, Exposition, Wölbung, Hangabschattung, Ton- und Skelettgehalt, pH-Wert, bodenkundlicher Feuchtestufe, nutzbarer Feldkapazität sowie der Baumart bzw. dem Mischwaldtyp (KROPP et al. 2009).

Wintergetreide, Hülsenfrüchte, Ölsaat, Hackfrüchte und Gemüseanbau in den Szenarien ausgewählt.

Die Szenarienentwicklung erfolgte in vier Stufen:

Stufe 1: Gesamtanteil von Hecken an der Agrarfläche Sachsen-Anhalts: 1%, Gesamtanteil von Brachen an der Agrarfläche Sachsen-Anhalts: 4%

Stufe 2: Gesamtanteil von Hecken an der Agrarfläche Sachsen-Anhalts: 2%, Gesamtanteil von Brachen an der Agrarfläche Sachsen-Anhalts: 4%

Stufe 3: Gesamtanteil von Hecken an der Agrarfläche Sachsen-Anhalts: 4%, Gesamtanteil von Brachen an der Agrarfläche Sachsen-Anhalts: 8%

Stufe 4: Gesamtanteil von Hecken an der Agrarfläche Sachsen-Anhalts: 6%, Gesamtanteil von Brachen an der Agrarfläche Sachsen-Anhalts: 12%.

Für die in den Szenarien umgesetzte Erhöhung des Heckenanteils wurden alle Ackerpolygone 20 m nach innen gepuffert. Innerhalb dieser Pufferzone wurden in der Rasterkarte zufällig, je nach angestrebtem Flächenanteil an Hecke, 10 m x 10 m-große Zellen ausgewählt und in Hecken umgewandelt (Abb. 9).

Für die Brachen wurden per Zufall ganze Polygone oben genannter Feldfrüchte ausgewählt und in Brachen umgewandelt (Abb. 9).

Waldszenarien

Prognosen zu den Populationsveränderungen auf Basis der Waldszenarien wurden für folgende ausgewählte Arten mit bekanntem Schwerpunkt in Waldhabitaten berechnet:

- Amsel
- Buchfink

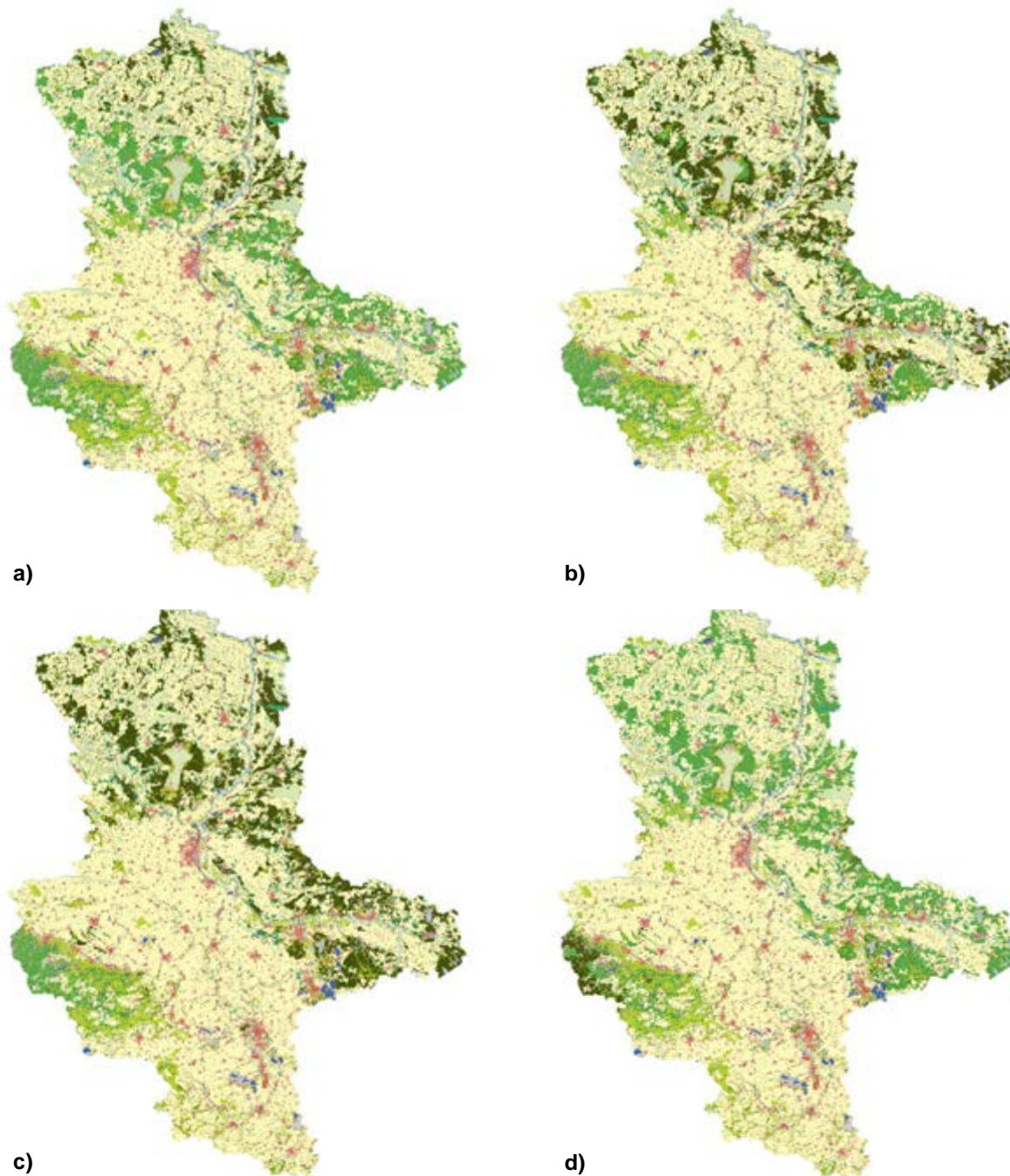


Abb. 11: Stufenweise Umwandlung des Nadelwaldes (Mittelgrün) in Mischwald (Dunkelgrün) abhängig von der Höhenlage. a) Szenarienstufe 1, b) Szenarienstufe 2, c) Szenarienstufe 3, d) Szenarienstufe 4. Der Laubwaldanteil (Hellgrün) blieb in allen Szenarien gleich.

- Buntspecht
- Eichelhäher
- Gartenbaumläufer
- Haubenmeise
- Heckenbraunelle
- Kleiber
- Kohlmeise
- Misteldrossel
- Mönchsgrasmücke
- Singdrossel
- Sommergoldhähnchen
- Sumpfmeise
- Tannenmeise
- Wintergoldhähnchen
- Zaunkönig
- Zilpzalp

Fachlicher Hintergrund für die Entwicklung der Waldszenarien

Fast 50 % des Waldes in Sachsen-Anhalt sind mit Monokulturen bestanden. Während der Norden und die östlichen Waldgebiete von Kiefern dominiert werden, finden sich im Harzvorland vorrangig Laubmischwälder und im Hochharz Fichten (KROPP et al. 2009). Insgesamt liegt der Waldanteil Sachsen-Anhalts bei 24 % (REGIONALE PEFC-ARBEITSGRUPPE E.V. 2011). Da zukünftig mit abnehmenden Sommerniederschlägen gerechnet wird, erhöhen sich vor allem für die Kiefernbestände im Norden des Landes das Trockenstressrisiko und die Waldbrandgefahr (KROPP et al. 2009). Ein weiteres Risiko stellt die potenzielle Gefährdung durch Windbruch dar. Der Oberharz und die Endmoränenzüge im Norden und Osten werden als mittel bis hochsensitiv gegenüber Sturmereignissen eingeschätzt (Abb.10). Das Windwurfisiko wird am höchsten für Fichten eingeschätzt und nimmt über Kiefer zu Buche und Eiche hin ab (KROPP et al. 2009). Laut potenzieller natürlicher Vegetation wären in Sachsen-Anhalt rund 80 % der Waldfläche von Laubbäumen bzw. stufig aufgebauten Mischbeständen bewachsen (MLU 2014). Reine Nadelwaldbestände wären demzufolge nur auf arme, trockene Standorte und die Harzhochlagen beschränkt (MLU 2014). Der Ausbau der naturnahen Mischbestände stellt einen Schwerpunkt der Leitlinie Wald dar (MLU 2014).

Szenarienentwicklung

In den Szenarien wurde eine vierstufige sukzessive Umwandlung potenziell durch den Klimawandel gefährdeter Wälder vorgenommen (Abb.11). Diese Umwandlung sollte innerhalb der Grenzen der potenziellen natürlichen Vegetation liegen. Zunächst wurden die nördlichen, stark klimasensitiven Nadelwaldgebiete bis zu 50 m ü. NN in Mischwald umgewandelt (Abb. 11a). In der zweiten Szenarienstufe erfolgte die Umwandlung landesweit bis in eine Höhe von 100 m ü. NN (Abb. 11b, hiervon sind vor allem die östlichen Endmoränenzüge betroffen) und in einer dritten Szenarienstufe in Gebieten bis zu 300 m ü. NN (Abb. 11c),

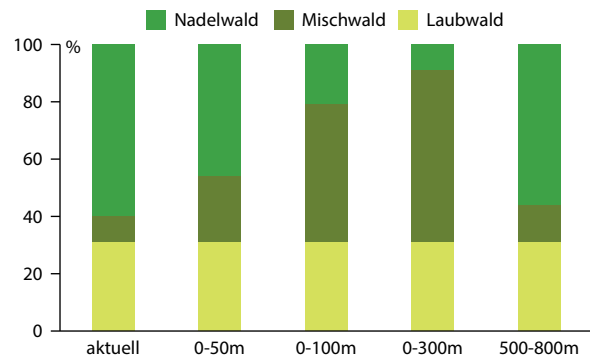


Abb. 12: Anteil der Waldtypen Sachsen-Anhalts in der aktuellen Situation und in den unterschiedlichen Szenarien, in denen eine Umwandlung von Nadelwald in Mischwald in verschiedenen Höhenstufen vorgenommen wird.

die bis zum Harzvorland reichen. In einem vierten Szenario wurden die durch Windwurf besonders gefährdeten Nadelwälder des Harzes in Höhenlagen von 500 bis 800 m ü. NN in Mischwälder umgewandelt (Abb. 11d). In den Szenarien unberücksichtigt blieben die Flächen oberhalb 800 m ü. NN, da diese von Natur aus hohe Nadelwaldanteile aufweisen.

Folgender Waldanteil wurde in den vier Szenarienstufen von Nadelwald in Mischwald umgewandelt:

- Stufe 1 - Nadelwälder von 0 bis 50 m ü. NN: 14 % der Waldfläche
- Stufe 2 - Nadelwälder von 0 bis 100 m ü. NN: 39 % der Waldfläche
- Stufe 3 - Nadelwälder von 0 bis 300 m ü. NN: 51 % der Waldfläche
- Stufe 4 - Nadelwälder zwischen 500 und 800 m ü. NN: 3,5 % der Waldfläche.



Haubenmeisen sind typische Nadelwaldbewohner. In Sachsen-Anhalt kommt die Art in Kiefernwäldern der Tieflagen in hohen Dichten vor. Foto: M. Grimm

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Empfindlichkeitsanalyse der Brutvogelarten Sachsen-Anhalts

Die Ergebnisse der – zur Bewertung der Klimasensibilität der Arten – im Vorfeld der Modellierungen durchgeführten Empfindlichkeitsanalyse der Brutvogelarten Sachsen-Anhalts zeigt Tab. 6. Überlagernde Einflussfaktoren, wie z.B. eine veränderte oder intensivere Landnutzung, blieben hierbei unberücksichtigt. Welchem Bruttyp die einzelnen Arten zugeordnet wurden, ist der Spalte „Brutphänologie“ (F = früh brütend, S = spät brütend) zu entnehmen. Hinsichtlich der Zugstrategie wurde zwischen Zug- (Z = Langstrecken- und Mittelstreckenzieher) und Standvogelarten (S = Kurzstreckenzieher und nicht ziehende Arten) unterschieden. Indirekte Einflüsse, wie z.B. das Brutplatzangebot beeinflussende strukturelle Habitatveränderungen, sind unter „Lebensraum“ zusammengefasst. Die Ergebnisse der Empfindlichkeitsanalyse werden jeweils für die 39 im Detail behandelten Vogelarten in Kapitel 3.3 unter „Klimaabhängigkeit“ dargestellt.

3.2 Prognosen zur Veränderung der Vogelwelt Sachsen-Anhalts durch Klima- und Landnutzungsveränderungen: Allgemeiner Teil (Gesamtergebnisse)

Sowohl Klima- als auch Landnutzungswandel werden in Zukunft zu Veränderungen in der Verbreitung und der Häufigkeit von Vogelarten in Sachsen-Anhalt führen. Voraussichtlich wird jede der untersuchten Arten auf mindestens einen der beiden Faktoren reagieren. Das Ausmaß der zu prognostizierten Veränderungen ist je nach Art sehr unterschiedlich. Es zeigen sich regional, lebensraum- und artspezifisch differenzierte Gefährdungspotenziale für verschiedene Arten- und Lebensgemeinschaften in Sachsen-Anhalt.

3.2.1 Klimaszenarien

Für einen Großteil der betrachteten Arten Sachsen-Anhalts werden deutliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Brutbestände prognostiziert. Die einzige Art, die nicht durch den Klimawandel beeinflusst zu werden scheint, ist die Misteldrossel.

Nur für die Klappergrasmücke wird ein komplettes Verschwinden durch den Klimawandel für die Szenarien RCP 4,5 und RCP 8,5 vorhergesagt (Abb. 13).

Bei mehreren häufigen Brutvogelarten wird sich der Klimawandel positiv auf die Bestandsentwicklung auswirken. Der Girlitz wird nach den Modellierungen bei allen Szenarien um mindestens 250% zunehmen. Bei Ringeltaube, Heidelerche und Feldlerche könnten sich die Brutbestände bei Klimaszenario RCP 8,5 wenigstens verdoppeln (Abb. 13).

In der Summe wirkt der Klimaeffekt bei vergleichsweise schwächerer Erwärmung positiv, bei stärkerer

Erwärmung überwiegt die Anzahl der Arten mit negativen Auswirkungen. So kommt es (in der Reihenfolge zunehmender Klimaerwärmung) beim Szenario A1b bei 21 Arten, bei RCP 4,5 bei 15 und bei RCP 8,5 bei 14 Arten zu einer Zunahme (Abb. 13). Im Vergleich nehmen mit stärkerer Klimaänderung mehr Arten ab (18/24/25). Die negativen Folgen des Klimawandels werden daher vermutlich erst mit steigender Erwärmung (oder auch stärkeren Änderungen der Niederschlagsregime) sichtbar werden.

Amsel, Bachstelze, Baumpieper, Blaumeise, Fasan, Kohlmeise, Wintergoldhähnchen und Zilpzalp nehmen bei geringerer Erwärmung noch zu, bei einer starken Erwärmung in den Szenarien RCP 4,5 und RCP 8,5 kommt es jedoch zu einer Abnahme. Der Fitis zeigt bei A1b eine sehr geringe Abnahme, bei den RCP-Szenarien hingegen geht er um mehr als 90% im Bestand zurück (Abb. 13).

Erst beim extremen Szenario RCP 8,5 nimmt der Eichelhäher ab. Umgekehrt werden lediglich Hausrotschwanz und Mönchsgrasmücke erst bei stärkerer Erwärmung gefördert (Abb. 13).

Betrachtet man ausschließlich Arten, für die Bestandsveränderungen von über 50% vorhergesagt wurden, so zeigt sich, dass bei den Szenarien eine ansteigende Zahl von Arten abnimmt (A1b: 5 Arten; RCP 4,5: 7 Arten; RCP 8,5: 13 Arten), die Zahl der deutlich zunehmenden Arten aber nahezu gleich bleibt (8/9/9). Insgesamt übertrifft erst beim extremen Klimaszenario RCP 8,5 die Anzahl der um mindestens 50% abnehmenden die der um mindestens 50% zunehmenden Arten (Abb. 13).

3.2.2 Landnutzungsszenarien Agrarszenarien

Nach den Modellrechnungen (extremes Klimaszenario RCP 8,5) werden bis 2050 vier der acht untersuchten Arten abnehmen, unabhängig davon, ob die Agrarlandschaft durch Hecken und Brachen ökologisch aufgewertet wird. Bei drei Arten (Fasan, Feldsperling, Klappergrasmücke) beträgt die prognostizierte Abnahme mehr als 50% des heutigen Bestandes. Die Klappergrasmücke stirbt bei gleichbleibender Landnutzung bis 2050 ebenso aus wie bei Erhöhung des Hecken- und Bracheanteils auf 6% bzw. 12%, der Feldsperlingsbestand nimmt in beiden Fällen stark ab.

Von den vier als zunehmend prognostizierten Arten wird nur der Neuntöter durch höhere Hecken- und Bracheanteile zusätzlich gefördert, bei drei Arten könnte sich der erwartete positive Klimaeffekt dadurch verringern (Abb. 14).

Die Modellrechnungen der Klimaszenarien A1b und RCP 4,5 weisen in weiten Teilen ähnliche Prognosen auf. Es kann daher an dieser Stelle auf eine zusammenfassende Übersicht der Ergebnisse verzichtet werden. Detaillierte Ergebnisse sind Kapitel 3.3. zu entnehmen.

Tab. 6: Ergebnisse der Empfindlichkeitsanalyse der Brutvogelarten Sachsen-Anhalts.

Art	RL ST	Zugstrategie	Brut- phänologie	Hauptlebens- raum	Temperaturver- änderung	Niederschlags- veränderung	Lebens- raum	Areal	Lebens- zyklus	Gesamt- bewertung	Begründung der Gesamtbewertung (Schlüsselfaktor)
Amsel	-	S	F	NW, LW, S	+	0	0	0	0	0	leicht geringere Wintermortalität
Austernfischer	R	S	F	AL, GLf	0	-	0	-	0	-	höhere Jungensterblichkeit durch höhere Niederschläge während der Brutzeit; Lebensraumveränderungen im Feuchtgrünland nicht relevant, da Großteil des Bestandes auf Äckern brüten, Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Bachstelze	V	S	F	AL, GL, S	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Baumpieper	V	Z	S	GL, AL, NW, LW	0	-	0	0	0	0	mglw. höhere Jungensterblichkeit durch höhere Frühjahrsniederschläge
Bekassine	1	S	F	GLf	0	-	-	-	0	-	höhere Jungensterblichkeit durch höhere Frühjahrsniederschläge; langfristig schlechtere Lebensraumbedingungen und Lebensraumverlust, Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Lebensraum)
Bienenfresser	3	Z	S	H	+	+	0	+	0	+	verbesserte Nahrungssituation durch Temperaturanstieg und geringere Sommerniederschläge, Arealzunahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Birkhuhn	1	S	F	H	+	-	+	0	0	+	geringere Wintersterblichkeit; mglw. erhöhte Jungensterblichkeit während der Brutzeit; langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen; Gesamtbewertung positiv (SF: Temperatur, Lebensraum)
Blaukelhchen	R	Z	F	SG, GLf	0	0	0	0	0	0	Einfluss von Lebensraumveränderungen und Arealentwicklung nach HUNTLEY et al. (2007) schwer beurteilbar; Gesamtreaktion nicht beurteilbar
Blaumeise	-	S	F	NW, LW, LWf, S	+	0	0	0	0	0	etwas geringere Wintermortalität
Brachpieper	2	Z	S	H	0	0	+	?	0	+	langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen, Arealentwicklung nach HUNTLEY et al. (2007) schwer interpretierbar (SF: Lebensraum)
Braunkelhchen	3	Z	S	GL, HS	0	0	0	-	0	-	Lebensraumveränderungen nicht relevant, da keine strukturellen Veränderungen zu erwarten, Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Buchfink	-	S	F	LW, NW, S	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Buntspecht	-	S	F	LW, LWf, NW	+	0	0	0	0	+	bessere Nahrungssituation durch milde Winter (SF: Temperatur)
Dohle	3	S	F	S, LW	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Dorngrasmücke	V	Z	S	AL, GL	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Drosselrohrsänger	2	Z	S	SG	0	0	0	0	0	0	Lebensraumveränderungen in Bezug auf Röhricht nicht beurteilbar; Gesamtreaktion nicht beurteilbar
Eichelhäher	-	S	F	NW, LW, LWf	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Eisvogel	V	S	F	FG	+	0	0	0	0	+	geringere Wintermortalität; prognostizierte Lebensraumveränderungen für diese Art nicht relevant (SF: Temperatur)
Elster	-	S	F	S, AL, GL	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar

Art	RL ST	Zugstrategie	Brut- phänologie	Hauptlebens- raum	Temperaturver- änderung	Niederschlags- veränderung	Lebens- raum	Areal	Lebens- zyklus	Gesamt- bewertung	Begründung der Gesamtbewertung (Schlüsselfaktor)
Feldlerche	V	S	F	AL, GL	0	-	0	0	0	0	mglw. höhere Jungensterblichkeit durch höhere Frühjahrsniederschläge
Feldsperling	3	S	F	S, AL, GL	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Fischadler	3	Z	F	NW, LW, SG	0	0	+	-	0	0	höhere Jungensterblichkeit während der Brutzeit, mglw. ausgeglichen durch bessere Nahrungsverfügbarkeit, langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen (allgemeine Nahrungssituation), Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert, Gesamtreaktion nicht beurteilbar
Fitis	-	Z	F	NW, LW, S	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Flussseseschwalbe	2	Z	S	SG, FG	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Flussuferläufer	1	Z	S	FG	0	0	-	0	0	-	langfristig schlechtere Lebensraumbedingungen (zunehmende Hochwasserereignisse; Austrocknungsgefahr) (SF: Lebensraum)
Gänsesäger	R	Z	F	FG	0	0	-	-	0	-	langfristig verschlechterte Lebensraumbedingungen; Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert, Gesamtreaktion daher negativ (SF: Lebensraum, Areal)
Gartenbaumläufer	-	S	F	LW, S	0	0	0	0	0	0	etwas geringere Wintermortalität
Gartengrasmücke	-	Z	S	AL, GL, S	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Gartenrotschwanz	3	Z	F	NW, LW, S	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Gelbspötter	V	Z	S	LW, AL, GL	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Goldammer	V	S	F	AL, GL, GLf	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Graumammer	3	S	F	AL	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Grauschnäpper	-	Z	S	LW, S	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Grauspecht	-	S	F	LW	+	0	0	-	0	-	geringere Wintermortalität, Veränderungen der Nahrungssituation während der Brutzeit nicht beurteilbar, Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Großer Brachvogel	1	S	F	GLf, AL	0	-	-	-	0	-	erhöhte Jungensterblichkeit durch höhere Niederschläge während der Brutzeit, langfristig schlechtere Lebensraumbedingungen und Lebensraumverlust, Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Lebensraum)
Großtrappe	1	S	F	GLf	+	-	0	-	0	-	geringere Wintersterblichkeit; mglw. höhere Jungensterblichkeit während der Brutzeit; Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Grünfink	-	S	F	AL, S	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Grünlaubsänger	R	Z	S	LW	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Haubenmeise	-	S	F	NW, S	+	0	0	-	0	-	etwas geringere Wintermortalität, Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Hausrotschwanz	-	Z	F	S	+	0	0	0	+	+	zunehmende Überwinterung durch mildere Winter (SF: Temperatur)

Art	RL ST	Zugstrategie	Brut- phänologie	Hauptlebens- raum	Temperaturver- änderung	Niederschlags- veränderung	Lebens- raum	Areal	Lebens- zyklus	Gesamt- bewertung	Begründung der Gesamtbewertung (Schlüsselfaktor)
Hausperling	V	S	F	S, AL, GL	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Heckenbraunelle	-	S	F	NW, LW, S	+	0	0	0	0	0	etwas geringere Wintermortalität
Heidelerche	-	S	F	H, NW	0	-	+	?	0	0	mglw. erhöhte Jungensterblichkeit während der Brutzeit, langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen, Arealentwicklung nach HUNTLEY et al. (2007) schwer beurteilbar; Gesamtreaktion nicht beurteilbar
Jagdfasan	-	S	F	AL, GL	+	0	0	0	0	+	geringere Wintermortalität (SF: Temperatur); Reaktion real jedoch überlagert durch Besatzaktionen
Kernbeißer	-	S	F	LW, LWf	+	0	0	0	0	+	bessere Nahrungssituation durch milde Winter (SF: Temperatur)
Kiebitz	2	S	F	AL, GLf	0	-	0	-	0	-	höhere Jungensterblichkeit durch höhere Niederschläge während der Brutzeit, Lebensraumveränderungen im Feuchtgrünland nicht relevant, da Großteil des Bestandes auf Äckern brüten, Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Klappergrasmücke	-	Z	F	AL, GL, S	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Kleiber	-	S	F	LW	+	0	0	0	0	+	bessere Nahrungssituation durch milde Winter (SF: Temperatur)
Kleines Sumpfhuhn	2	Z	S	SG	0	0	?	-	0	-	Lebensraumveränderungen in Bezug auf Röhricht nicht beurteilbar; Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert, Gesamtbewertung negativ (SF: Areal)
Krähen	2	Z	F	SG, GLf	0	0	+	-	0	0	langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen, Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert, Gesamtreaktion nicht beurteilbar
Kohlmeise	-	S	F	NW, LW, LWf, S	+	0	0	0	0	0	etwas geringere Wintermortalität
Kolbenente	R	Z	F	SG	0	0	+	-	0	0	langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen, Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert, Gesamtreaktion nicht beurteilbar
Kornweihe	1	S	F	H	0	0	+	0	0	0	langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen; Arealentwicklung nach HUNTLEY nicht eindeutig beurteilbar; Gesamtreaktion nicht beurteilbar
Kranich	-	Z	F	SG, GLf	0	-	-	-	0	-	langfristig verschlechterte Lebensraumbedingungen und höhere Jungensterblichkeit während der Brutzeit; Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Krickente	R	Z	F	SG, GLf	0	0	+	-	0	0	langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen, Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert, Gesamtreaktion nicht beurteilbar
Löffelente	2	Z	F	SG, GLf	0	0	+	0	0	+	langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen (SF: Lebensraum)
Mittelmeermöwe	R	S	S	SG	0	0	0	+	0	+	Arealzunahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)

Art	RL ST	Zugstrategie	Brut- phänologie	Hauptlebens- raum	Temperaturver- änderung	Niederschlags- veränderung	Lebens- raum	Areal	Lebens- zyklus	Gesamt- bewertung	Begründung der Gesamtbewertung (Schlüsselfaktor)
Mittelsäger	2	S	F	FG	0	0	-	-	0	-	langfristig verschlechterte Lebensraumbedingungen; Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert; Gesamtreaktion daher negativ (SF: Lebensraum, Areal)
Mittelspecht	-	S	F	LW, LWf	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Mönchsgrasmücke	-	Z	F	NW, LW, S	+	0	0	0	+	+	zunehmende Überwinterung durch mildere Winter (SF: Temperatur)
Moorente	1	Z	S	SG	0	0	+	+	0	+	langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen; Arealzu- nahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert; Gesamtbe- wertung daher positiv (SF: Temperatur, Areal)
Nachtreiher		Z	S	SG	0	0	?	+	0	+	Lebensraumveränderungen nicht beurteilbar, Arealauswei- tung von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Nebelkrähe	-	S	F	LW, NW	0	0	0	0	0	0	keine klimainduzierten Folgen erkennbar
Neuntöter	-	Z	S	H, GL	0	+	+	0	0	+	verbesserte Nahrungssituation durch geringere Sommernie- derschläge, langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen in Heident (SF: Niederschlag)
Ortolan	V	Z	S	AL	0	0	0	+	0	+	Arealausweitung von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Rabenkrähe	-	S	F	LW, NW	0	0	0	0	0	0	keine klimainduzierten Folgen erkennbar
Raubwürger	3	S	F	H, GL	0	?	+	-	0	-	Veränderungen der Nahrungssituation unklar, verbesserte Lebensraumbedingungen in Heiden; Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Rauchschwalbe	3	Z	S	S	0	?	0	0	0	0	Veränderungen der Nahrungssituation zur Brutzeit unklar; keine klimainduzierten Folgen erkennbar
Raufußkauz	-	S	F	NW	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Rebhuhn	2	S	F	AL, GL	0	-	0	0	0	0	mglw. erhöhte Jungensterblichkeit während der Brutzeit
Ringdrossel	1	Z	F	NW	0	0	0	0	0	0	keine klimainduzierten Folgen erkennbar
Ringeltaube	-	S	F	LW, NW, S, AL, GL	0	0	0	0	0	0	keine klimainduzierten Folgen erkennbar
Rohrhammer	-	Z	F	SG	0	0	0	0	0	0	keine klimainduzierten Folgen erkennbar
Rohrdommel	2	S	F	SG	+	0	?	-	0	0	geringere Wintersterblichkeit; Lebensraumveränderungen in Bezug auf Röhricht nicht beurteilbar; Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert, Gesamtbewertung nicht beurteilbar
Rohrweihe	V	Z	F	SG, AL	0	-	0	0	0	0	mglw. erhöhte Jungensterblichkeit durch vermehrte Nieder- schläge zur Brutzeit; prognostizierte Lebensraumverände- rungen für diese Art nicht relevant
Rothalstaucher	2	S	S	SG	0	0	-	-	0	-	langfristig verschlechterte Lebensraumbedingungen (Austrocknung von Kleinstgewässern); Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert; Gesamtbewertung negativ (SF: Areal)
Rotkehlchen	-	S	F	LW, NW, S	0	0	0	0	0	0	keine klimainduzierten Folgen erkennbar

Art	RL ST	Zugstrategie	Brut- phänologie	Hauptlebens- raum	Temperaturver- änderung	Niederschlags- veränderung	Lebens- raum	Areal	Lebens- zyklus	Gesamt- bewertung	Begründung der Gesamtbewertung (Schlüsselfaktor)
Rotmilan	3	S	F	AL, GL	0	-	0	-	0	-	mgw. erhöhte Jungensterblichkeit; schlechtere Nahrungssituation durch früheren und höheren Vegetationsaufwuchs; Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Rotschenkel	1	Z	F	GLf	0	-	-	-	0	-	erhöhte Jungensterblichkeit durch höhere Niederschläge während der Brutzeit, langfristig schlechtere Lebensraumbedingungen und Lebensraumverlust, Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Lebensraum)
Schilfrohrsänger	2	Z	F	SG	0	0	0	-	0	-	Lebensraumveränderungen in Bezug auf Röhricht nicht beurteilbar; Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Schreiadler	2	Z	F	LWf	0	0	-	-	0	-	langfristig schlechtere Lebensraumbedingungen und Lebensraumverlust (Abnahme Feuchtgrünland und feuchter Laubwälder), Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert, Gesamtreaktion negativ (SF: Lebensraum)
Schwarzhalstaucher	2	S	F	SG	0	0	-	-	0	-	langfristig verschlechterte Lebensraumbedingungen (Austrocknung von Kleinstgewässern); Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert; Gesamtbewertung negativ (SF: Lebensraum, Areal)
Schwarzkopfmöwe	R	S	S	SG	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Schwarzmilan	-	Z	F	LW, SG, FG	0	-	+	+	0	+	mgw. erhöhte Jungensterblichkeit, ausgeglichen durch bessere Nahrungssituation während der Brutzeit, langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen (Nahrungshabitat), geringe Arealzunahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Lebensraum)
Schwarzspecht	-	S	F	NW, LW	0	0	0	-	0	-	Tendenzielle Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Schwarzstorch	3	Z	F	LW, GLf	0	0	-	-	0	-	erhöhte Jungensterblichkeit durch vermehrte Niederschläge, aber bessere Nahrungsverfügbarkeit zur Brutzeit, langfristig negative Auswirkungen durch Lebensraumveränderungen; Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert; Gesamtbewertung negativ (SF: Areal)
Seedler	3	S	F	NW, LW	0	0	+	-	0	?	höhere Jungensterblichkeit während der Brutzeit, mgw. ausgeglichen durch bessere Nahrungsverfügbarkeit, langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen (allgemeine Nahrungssituation), Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert, Gesamtreaktion nicht beurteilbar
Silbermöwe	R	S	S	SG	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Singdrossel	-	S	F	NW, LW, S	+	0	0	0	0	0	leicht geringere Wintermortalität
Sommergoldhähnchen	-	S	F	NW	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Sperbergrasmücke	-	Z	S	H, AL, GL	0	0	+	+	0	+	langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen, Arealausweitung von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)

Art	RL ST	Zugstrategie	Brut- phänologie	Hauptlebens- raum	Temperaturver- änderung	Niederschlags- veränderung	Lebens- raum	Areal	Lebens- zyklus	Gesamt- bewertung	Begründung der Gesamtbewertung (Schlüsselfaktor)
Sperrlingskauz	R	S	F	LW, NW	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Spießeente	R	Z	F	SG, GLf	0	0	+	-	0	-	Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert; Gesamtreaktion daher negativ (SF: Areal)
Sprosser	0	Z	S	LWf	0	0	-	-	0	-	langfristig schlechtere Lebensraumbedingungen und Lebensraumverlust; Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Star	-	S	F	LW, S	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Steinkauz	1	S	F	GL	+	0	0	0	0	+	geringere Wintermortalität (SF: Temperatur)
Steinschmätzer	3	Z	F	H	0	0	+	0	0	+	langfristig verbesserte Lebensraumsituation (SF: Lebensraum)
Steppenmöwe		S	F	SG	0	0	0	+	0	+	Arealzunahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Stieglitz	-	S	F	AL, GL	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Stockente	-	S	F	SG	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Straßentaube	-	S	F	S	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Sumpfmöwe	-	S	F	LW, LWf	+	0	0	0	0	0	etwas geringere Wintermortalität
Sumpfohreule	2	S	F	GLf, H	0	0	0	-	0	-	langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen in Heiden, verschlechterte in Feuchtgrünland; Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Sumpffrohsänger	V	Z	S	HS	0	0	-	0	0	-	Lebensraumverlust durch Trockenphasen im Sommer (SF: Lebensraum)
Tafelente	3	S	S	SG	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Tannenmeise	-	S	F	NW, S	+	0	0	0	0	0	etwas geringere Wintermortalität
Trauerseeschwalbe	2	Z	S	SG	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Tüpfelsumpfpfuh	V	Z	S	GLf, SG	0	0	-	-	0	-	langfristig negative Lebensraumveränderungen; Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert; Gesamtbewertung negativ (SF: Areal)
Uferschnepfe	1	Z	F	GLf	0	-	-	-	0	-	erhöhte Jungensterblichkeit während der Brutzeit, langfristig schlechtere Lebensraumbedingungen und Lebensraumverlust; Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Lebensraum)
Uhu	3	S	F	F, NW	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Wachtelkönig	V	Z	S	AL, GLf	0	+	-	-	0	-	mgw. geringere Jungensterblichkeit durch geringere Niederschläge zur Brutzeit; langfristig negative Lebensraumveränderungen; Arealverlagerungen nach HUNTLEY et al. (2007) in Richtung Mittelgebirge; Gesamtbewertung negativ (SF: Lebensraum)
Waldbaumläufer	-	S	F	NW, LW	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)

Art	RL ST	Zugstrategie	Brut- phänologie	Hauptlebens- raum	Temperaturver- änderung	Niederschlags- veränderung	Lebens- raum	Areal	Lebens- zyklus	Gesamt- bewertung	Begründung der Gesamtbewertung (Schlüsselfaktor)
Waldwasserläufer	R	Z	F	LWf, M	0	0	-	-	0	-	langfristig schlechtere Lebensraumbedingungen (Austrocknungsgefahr) und Lebensraumverlust; Arealabnahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert; Gesamtbewertung negativ (SF: Lebensraum, Areal)
Wanderfalke	3	S	F	S	0	0	0	0	0	0	keine klima-induzierten Folgen erkennbar
Weißbart-Seeschwalbe		Z	S	SG	0	0	-	0	0	-	langfristig schlechtere Lebensraumbedingungen (Austrocknungsgefahr) (SF: Lebensraum); Arealentwicklung nach HUNTLEY nicht eindeutig beurteilbar
Weißflügel-Seeschwalbe		Z	S	SG	0	0	-	-	0	-	langfristig schlechtere Lebensraumbedingungen (Austrocknungsgefahr); Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Lebensraum)
Weißstorch	-	Z	F	GLf	0	0	-	0	0	-	erhöhte Jungensterblichkeit durch vermehrte Niederschläge, aber bessere Nahrungsverfügbarkeit zur Brutzeit; langfristig negative Auswirkungen durch Lebensraumveränderungen (SF: Lebensraum)
Wespenbussard	3	Z	S	LWf	0	+	-	0	0	0	bessere Nahrungssituation während der Brutzeit (Erreichbarkeit der Nahrung durch höheres Vegetationsaufwuchs mglw. jedoch eingeschränkt), langfristig schlechtere Lebensraumbedingungen und Lebensraumverlust (Abnahme Feuchtgrünland und feuchter Laubwälder), Gesamtreaktion nicht beurteilbar
Wiedehopf	1	Z	F	H	+	+	+	+	0	+	verbesserte Nahrungssituation durch Temperaturanstieg und geringere Sommerniederschläge, langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen, Arealzunahme von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Lebensraum)
Wiesenweihe	1	Z	S	AL, GLf	0	0	-	0	0	0	langfristig schlechtere Lebensraumbedingungen und Lebensraumverlust (Abnahme Feuchtgrünland), mglw. jedoch aufgehoben durch Habitatwechsel; Gesamtreaktion nicht beurteilbar
Wintergoldhähnchen	-	S	F	NW	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Zaunkönig	-	S	F	NW, LW, S	+	0	0	0	0	+	geringere Wintermortalität (SF: Temperatur)
Ziegenmelker	2	Z	S	H	0	+	+	0	0	+	geringere Jungensterblichkeit, bessere Nahrungssituation zur Brutzeit; langfristig verbesserte Habitatbedingungen (SF: Lebensraum)
Zilpzalp	-	Z	F	NW, LW, S	+	0	0	0	+	+	zunehmende Überwinterung durch mildere Winter (SF: Temperatur)
Zwergdommel	2	Z	S	SG	0	0	?	+	0	+	Lebensraumveränderungen in Bezug auf Röhricht nicht beurteilbar; Arealausweitung von HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)
Zwergschnäpper	R	Z	S	LW	0	0	0	-	0	-	Arealabnahme nach HUNTLEY et al. (2007) prognostiziert (SF: Areal)

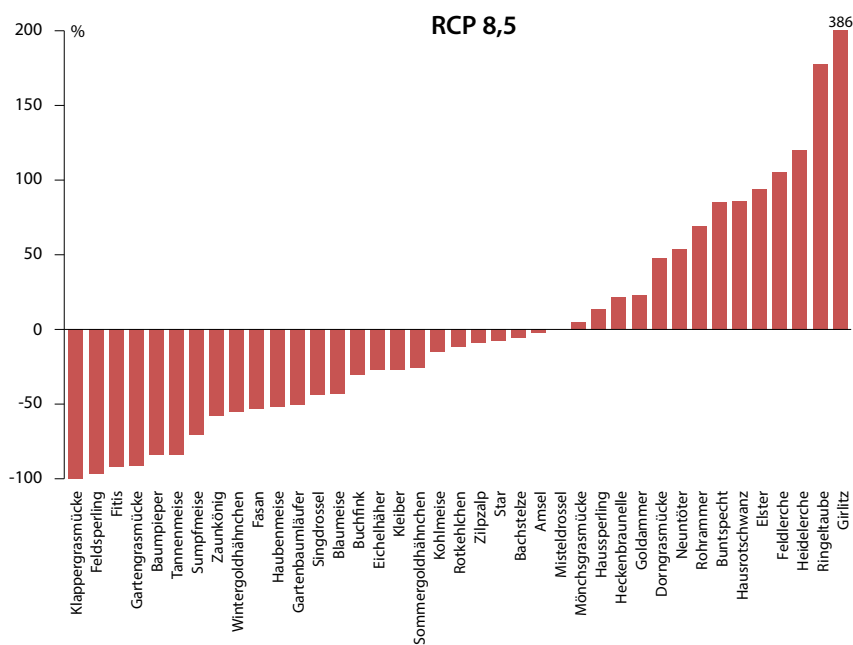
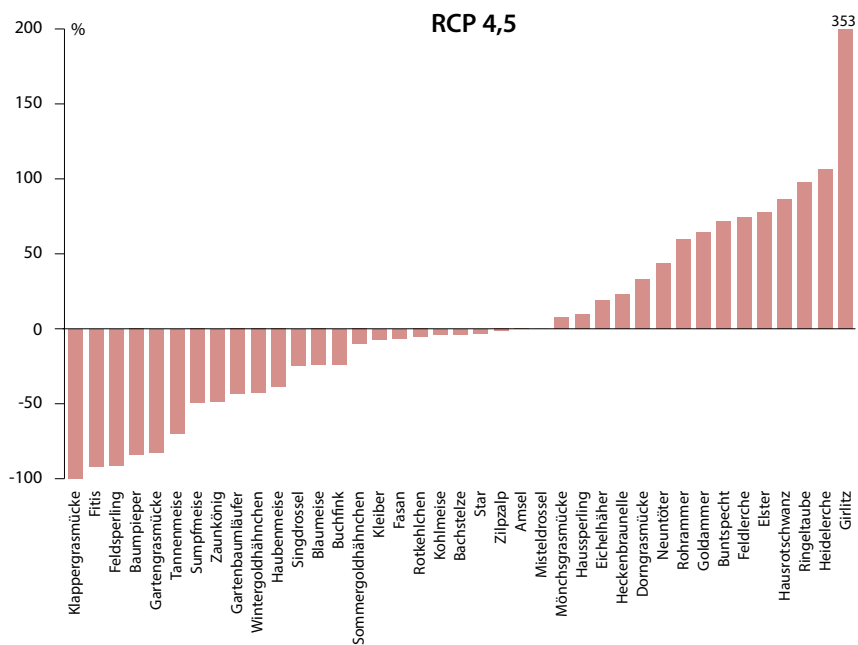
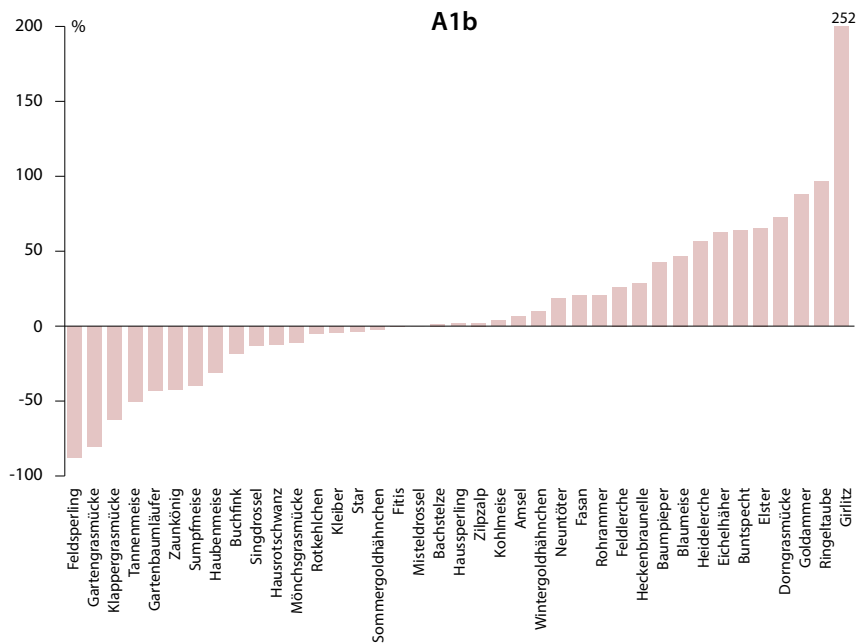


Abb.13: Prozentuale Änderung der Populationsgröße 39 ausgewählter Vogelarten im Vergleich zwischen den prognostizierten Populationsgrößen für das Jahr 2007 (Nulllinie) und für das Jahr 2050 unter den drei Klimaszenarien A1b, RCP 4,5 und RCP 8,5.

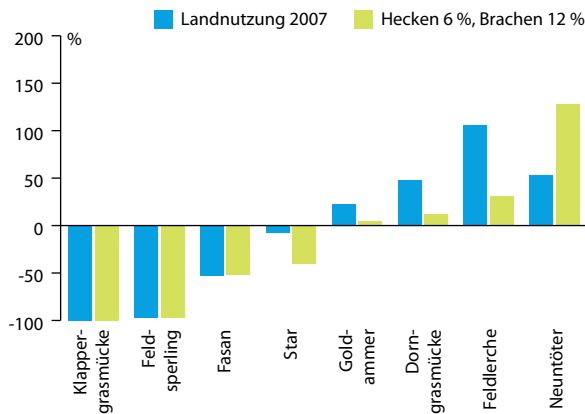


Abb. 14: Prozentuale Änderung der Populationsgröße von acht ausgewählten Vogelarten der Agrarlandschaft. Verglichen werden die prognostizierten Populationsgrößen für das Jahr 2007 (Nulllinie) mit denjenigen für das Jahr 2050 (Klimaszenario RCP 8,5). Die blauen Säulen stellen die prognostizierten Bestandsentwicklungen bei gleichbleibender Landnutzung (Bezugsjahr 2007) dar, die grünen Säulen diejenigen bei einer veränderten Landnutzung mit 6 % Hecken- und 12 % Bracheanteil an der Nutzfläche.

Nicht erklärbar sind die Modellprognosen für Goldammer und Dorngrasmücke, die aufgrund ihrer ökologischen Ansprüche von der Anreicherung der Landschaft mit Hecken und Brachen profitieren sollten.

Waldszenarien

Die ausgewählten Waldarten reagieren überwiegend negativ auf klimatische Veränderungen. Mit der von Klimawandel nicht beeinflussten Misteldrossel, dem Buntspecht und der Heckenbraunelle profitieren drei Arten von starken klimatischen und/oder Landnutzungsänderungen und nehmen potenziell im Bestand zu. Der Kleiber nimmt nur bei deutlich erhöhtem Mischwaldanteil zu, die Mönchsgrasmücke ausschließlich durch

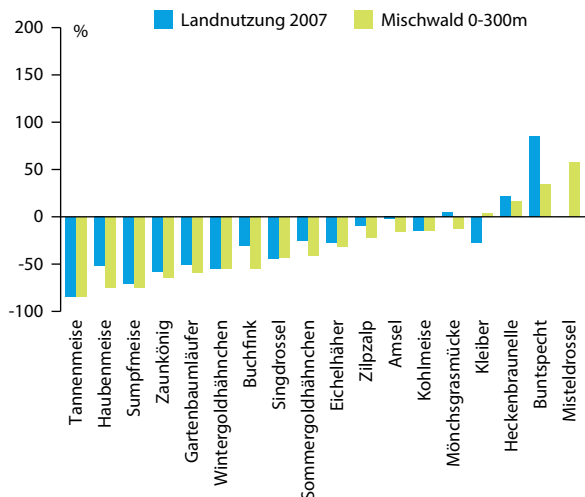


Abb. 15: Prozentuale Änderung der Populationsgröße von 18 ausgewählten Vogelarten der Wälder. Verglichen werden die prognostizierten Populationsgrößen für das Jahr 2007 (Nulllinie) mit denjenigen für das Jahr 2050 (Klimaszenario RCP 8,5). Die blauen Säulen stellen die prognostizierten Bestandsentwicklungen bei gleichbleibender Landnutzung (Bezugsjahr 2007) dar, die grünen Säulen diejenigen bei einer Umwandlung von Nadelwald- in Mischwaldflächen zwischen 0 und 300 m ü. NN.

den Klimawandel (Abb. 15). Die restlichen 13 betrachteten Arten nehmen durch Klimaveränderungen ab. Im Gegensatz zu den tendenziell wärmeliebenderen Agrarvogelarten befinden sich unter den Waldvogelarten mehr kälteliebende bzw. montane Arten. Der negative Klimaeffekt wird bei neun Arten durch stark erhöhte Mischwaldanteile noch verstärkt. Besonders starke Bestandsverluste gegenüber dem Klimaszenario RCP 8,5 bei gleichbleibender Landnutzung (im Vergleich mit dem Jahr 2007) zeigen die Nadelwaldspezialisten Haubenmeise und Sommersgoldhähnchen, der in Nadelwäldern in hohen Dichten vorkommende Buchfink, sowie die in Fichtenforsten häufige Amsel. Für acht Arten (davon vier Arten mit ausgewiesener Präferenz für Nadelwälder) werden beim extremsten Klima- und Landnutzungsszenario Verluste von mehr als der Hälfte ihres Bestandes prognostiziert (Abb. 15).

Das Artenspektrum, für das belastbare Prognosen erstellt werden konnten, ist nicht repräsentativ für die Waldvogelarten Sachsen-Anhalts.

Räumlich zeichnen sich sehr unterschiedliche Entwicklungen ab: Ein häufig zu beobachtendes Muster innerhalb der Szenarien ist der Rückzug klimasensitiver Waldvogelarten in die Harzregion bzw. die vertikale Verschiebung der Vorkommen innerhalb des Harzes. Während tiefer gelegene Areale aufgrund klimatischer Veränderungen oft nur noch eingeschränkt für das Vorkommen kälteliebender Arten geeignet sind, wird vorhergesagt, dass Eichelhäher, Haubenmeise, Singdrossel, Sommersgoldhähnchen, Sumpf- und Tannenmeise, sowie Wintergoldhähnchen zukünftig verstärkt im Harz Rückzugsgebiete finden könnten, die dann für das Überleben der landesweiten Populationen von hoher Bedeutung wären.

Auch auf eine Umwandlung von Nadelwald- in Mischwaldflächen zwischen 500 und 800 m ü. NN reagiert der Großteil der untersuchten Arten negativ (Abb. 16). Ein

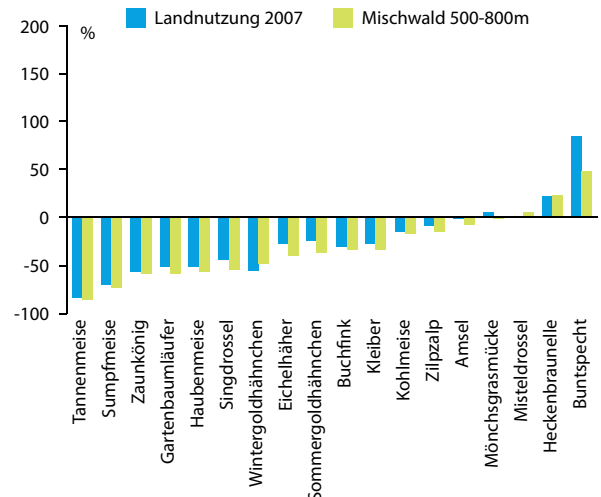


Abb. 16: Prozentuale Änderung der Populationsgröße von 18 ausgewählten Vogelarten der Wälder. Verglichen werden die prognostizierten Populationsgrößen für das Jahr 2007 (Nulllinie) mit denjenigen für das Jahr 2050 (Klimaszenario RCP 8,5). Die blauen Säulen stellen die prognostizierten Bestandsentwicklungen bei gleichbleibender Landnutzung (Bezugsjahr 2007) dar, die grünen Säulen diejenigen bei einer Umwandlung von Nadelwald- in Mischwaldflächen zwischen 500 und 800 m ü. NN.

positiver Effekt zeigt sich nur bei drei Arten. Während bei Buntspecht und Heckenbraunelle die positiven klimatischen Effekte durch die Änderung in Mischwaldflächen sogar noch gesteigert werden, zeigt die Misteldrossel nur eine geringe Bestandszunahme und würde von Umwandlungen in den Tieflagen deutlich stärker profitieren.

Beim Kleiber zeigen sich große Unterschiede zwischen den Modellergebnissen der Szenarien mit Erhöhung des Mischwaldanteils in den Tieflagen und dem Ergebnis bei Erhöhung des Mischwaldanteils in den höheren Harzlagen. Laut den Prognosen hätte ein gesteigerter Mischwaldanteil in tiefen Lagen einen leichten Bestandsanstieg zur Folge, jedoch wirkt sich die Veränderung in den Hochlagen negativ auf den Bestand aus (Abb. 16). Aufgrund ihrer Lebensraumanprüche sollte diese Art vom Waldumbau profitieren. Die für den Umbau in Tieflagen gerechneten Modellierungen bestätigen diese Erwartung: Danach wird ein naturnaher Waldumbau in Höhen bis 300 m ü.NN die negativen Klimawandelfolgen nahezu vollständig kompensieren. Der der Erwartung zuwiderlaufende Befund bei Umwandlung von Nadelforsten in Mischwälder in den Harzhochlagen kann derzeit nicht erklärt werden.

Vergleicht man die potenziellen Auswirkungen der Umwandlung von Nadel- in Mischwälder im Harz mit den Bereichen außerhalb des Harzes, so zeigt sich, dass sich diese nur bei wenigen Arten von denen einer Umwandlung aller Flächen von 0–50 m ü.NN unterscheiden. Dies ist insofern bemerkenswert, da in der Szenarienstufe 4 im Harz nur 3,5 % der Waldfläche Sachsen-Anhalts verändert werden, eine Umwandlung aller Flächen zwischen 0 und 50 Höhenmeter aber ca. 14 % der Waldfläche Sachsen-Anhalts ausmacht. Dieses Ergebnis verdeutlicht die Bedeutung und Sonderstellung des Harzes und seiner Lebensräume innerhalb Sachsen-Anhalts.

3.2.3 Interaktionen zwischen Klima und Landnutzung

Bei einer Reihe von Arten wurde prognostiziert, dass Siedlungslebensräume für sie an Bedeutung gewinnen werden. Das trifft auf einige heute bereits über-

wiegend auch in Siedlungen vorkommende Arten zu. Insbesondere könnten aber (ehemalige) reine Waldvogelarten wie Amsel, Buchfink, Blaumeise, Gartenbaumläufer, Heckenbraunelle, Kohlmeise, Mönchsgrasmücke und Ringeltaube in Zukunft noch deutlich stärker in die Städte vordringen. In Großstädten wie Berlin, aber auch in weiten Teilen Westdeutschlands ist dieses Phänomen bereits seit geraumer Zeit zu beobachten, wobei es bisher nur selten mit Klimaveränderungen in Zusammenhang gebracht wurde. In Ostdeutschland könnte dieser Trend helfen, prognostizierte Bestandsverluste abzupuffern. Es sollte jedoch berücksichtigt werden, dass für genauere Prognosen zu möglichen Klimawandelauswirkungen in Siedlungen detaillierter Landnutzungsdaten innerhalb von Siedlungen benötigt werden. Erst dadurch ließen sich die Gründe für die hier prognostizierten Auswirkungen besser erklären.

3.3 Prognosen zur Veränderung der Vogelwelt Sachsen-Anhalts durch Klima- und Landnutzungsveränderungen: Spezieller Teil (Artkapitel)

In den folgenden Artkapiteln werden die Ergebnisse der Modellierung von 39 Vogelarten präsentiert. Die Arten sind in drei Gruppen unterteilt: Für die erste Gruppe werden Prognosen möglicher Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels ohne Auswirkungen möglichen Landnutzungswandels betrachtet.

Die zweite Gruppe enthält Arten, für die zusätzlich zu den Klimaszenarien auch Auswirkungen möglicher Veränderungen in der Agrarlandschaft untersucht werden (Dorngrasmücke, Fasan, Feldlerche, Feldsperling, Goldammer, Klappergrasmücke, Neuntöter und Star).

Für die dritte Gruppe schließlich werden Auswirkungen möglicher Änderungen der Waldstruktur in Sachsen-Anhalt näher beleuchtet (Amsel, Buchfink, Buntspecht, Eichelhäher, Gartenbaumläufer, Haubenmeise, Heckenbraunelle, Kleiber, Kohlmeise, Misteldrossel, Mönchsgrasmücke, Singdrossel, Sommergoldhähnchen, Sumpfmehse, Tannenmeise, Wintergoldhähnchen, Zaunkönig und Zilpzalp).

Erläuterungen zu den Grafiken und Karten in den Artkapiteln

Für jede Art werden auf **Seite 1** Hintergrundinformationen und eine Zusammenfassung der die jeweilige Art beeinflussenden Faktoren sowie zu prognostizierten Auswirkungen potenzieller Klima- und (bei ausgewählten Arten) Landnutzungsänderungen präsentiert.

Habitat: Beschreibung der Präferenzen der Art in Bezug auf ihre Bruthabitate

Klimaabhängigkeit: Bewertung der im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Empfindlichkeitsanalyse (Tab. 6)

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: Darstellung der 25- und 12-Jahrestrends, die im Rahmen der Abstimmung zum nationalen Bericht nach Art.12 der Vogelschutzrichtlinie zusammengestellt wurden, sowie Gefährdungseinschätzung nach der aktuellen Roten Liste der Vögel des Landes Sachsen-Anhalt (DORN-BUSCH et al. 2004)

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: Beschreibung der Bestandsentwicklung anhand der Trendverläufe aus den Ergebnissen des Monitorings häufiger Brutvögel sowie Gefährdungseinschätzung nach der nationalen Roten Liste gefährdeter Brutvögel (SÜDBECK et al. 2007)

Gefährdungsfaktoren: Kurzdarstellung aus der Literatur bekannter Gefährdungsfaktoren für die Vorkommen der betrachteten Arten (v. a. basierend auf BAUER et al. (2005))

Dem ersten Textblock schließen sich **Abbildungen** zur Erklärung der Auswirkungen der in den Prognosemodellen bedeutenden Einflussfaktoren auf das Vorkommen der betrachteten Arten an.

In der linken Abbildung wird dabei anhand standardisierter Effektstärken aus den verwendeten Verbreitungs- und Abundanzmodellen (sog. z-Werte) die Bedeutung der relevanten Klima- und Landnutzungsvariablen relativ zueinander dargestellt. Bei den Landnutzungsvariablen werden ausschließlich die Effekte der Landschaftsumgebung dargestellt. Werte von + oder -100 % beziehen sich daher lediglich auf den Maximal bzw. Minimalwert der einzelnen Variablen, sagen aber nichts über die absolute Einflussstärke bei den jeweiligen Arten aus.

Die rechte Abbildung zeigt die Auswirkungen der betrachteten Klima- und (bei ausgewählten Arten) Landnutzungsszenarien. Dabei wird stets die prozentuale Änderung gegenüber den Modellergebnissen für die klimatischen und Landnutzungsverhältnisse im Referenzjahr 2007 abgebildet.

Es folgt ein zweiter Textblock mit Beschreibung, Interpretation und Bewertung der Ergebnisse der untersuchten Klima- und Landnutzungsszenarien.

Seite 2 zeigt eine Karte, die die Modellprognosen für die Klima- und Landnutzungsverhältnisse im Referenzjahr 2007 darstellen. Im darunter stehenden Textblock werden beschrieben:

Bereiche hoher Dichte: Räumliche Zuordnung der Gebiete mit hoher Vorkommensdichte

Bereiche niedriger Dichte: Räumliche Zuordnung der Gebiete mit niedriger Vorkommensdichte

Dichteunterschiede: Einordnung der räumlichen Unterschiede in der Dichteverteilung, z.B. eher klinal oder eher abrupt (z. B. an Lebensraumgrenzen)

Populationsgröße Modell: Schätzwert der landesweiten Revierzahlen auf Basis der Verbreitung und Dichten der statistischen Modelle

Populationsschätzung: Schätzung der landesweiten Revierzahlen basierend auf DORNBUSCH et al. (2007)

Auf **Seite 3** wird eine Karte mit den Prognosen zu Vorkommen und Dichte bei Klimaszenario RCP 8,5 (besonders starke Klimaänderung) abgebildet. Im Textblock werden beschrieben:

Räumliche Dichteänderung: Beschreibung der Veränderung der Verbreitung und Dichte durch Klimawandel im Vergleich mit der Karte auf Seite 2

Schwerpunkte der Zunahmen: Räumliche Verortung sichtbarer Zunahmen im Vergleich mit der Karte auf Seite 2

Schwerpunkte der Abnahmen: Räumliche Verortung sichtbarer Abnahmen im Vergleich mit der Karte auf Seite 2

Populationsgröße Modell: Schätzwert der landesweiten Revierzahlen auf Basis der Verbreitung und Dichten der statistischen Modelle

Bei Arten, bei denen Wald- oder Agrarszenarien untersucht wurden, schließt sich eine **Seite 4** mit einer weiteren Karte an. Hier wird jeweils die Modellkombination der stärksten Klima- (RCP 8,5) und Landnutzungsszenarien abgebildet. Bei den Agrarszenarien ist dies ein Szenario mit 6 % Hecken- und 12 % Bracheanteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche, bei den Waldszenarien eine Umwandlung von Nadel- in Mischwald auf allen Flächen in der Höhenlage von 0 bis 300 m ü. NN.

Zusätzliche Angaben bei Arten mit Agrarszenarien:

- **Erhöhung des Heckenanteils:** Sofern in der Karte sichtbar werden räumliche Verbreitungs- oder Dichteänderungen durch erhöhten Heckenanteil im Modellszenario diskutiert
- **Erhöhung des Bracheanteils:** Sofern erkennbar, werden Verbreitungs- oder Dichteänderungen durch erhöhten Heckenanteil im Modellszenario diskutiert

Zusätzliche Angaben bei Arten mit Waldszenarien:

- **Erhöhung des Mischwaldanteils:** Sofern in der Karte erkennbar, wird diskutiert, wo sich das Ersetzen von Nadel- durch Mischwald auf Vorkommen und Dichte der jeweiligen Art auswirkt

Beide Szenarien schließen mit Angaben zu:

Populationsgröße Modell: Schätzwert der landesweiten Revierzahlen auf Basis der Verbreitung und Dichten der statistischen Modelle

Fazit: Abschließende Beurteilung der in den Karten abgebildeten Veränderungen durch Klima- und Landnutzungswandel.

Bachstelze *Motacilla alba*



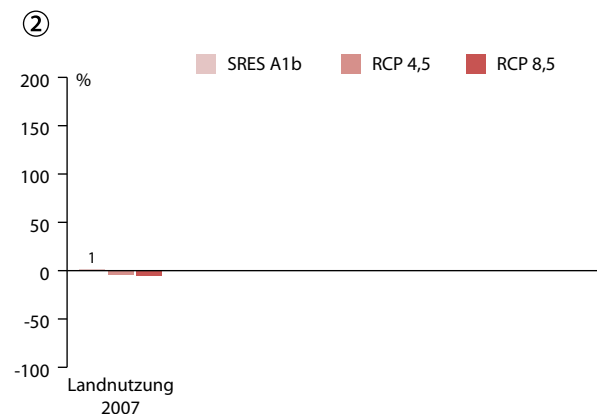
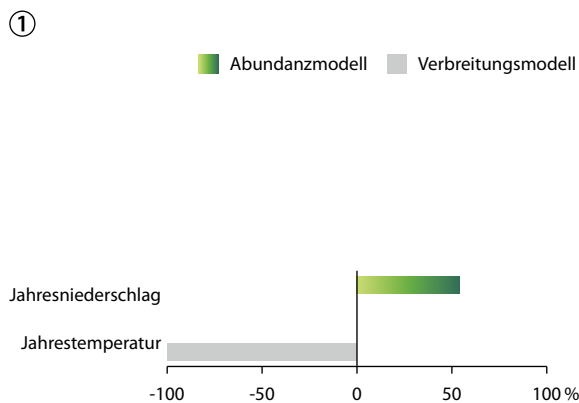
Habitat: Gewässer, Randstrukturen dörflicher Siedlungen oder Einzelgehöfte in der Agrarlandschaft

Klimaabhängigkeit: keine klimainduzierten Folgen erkennbar

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: abnehmend; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): V

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: leicht abnehmende Bestandsentwicklung, kurzfristig stabile Bestände; RL D (2007): -

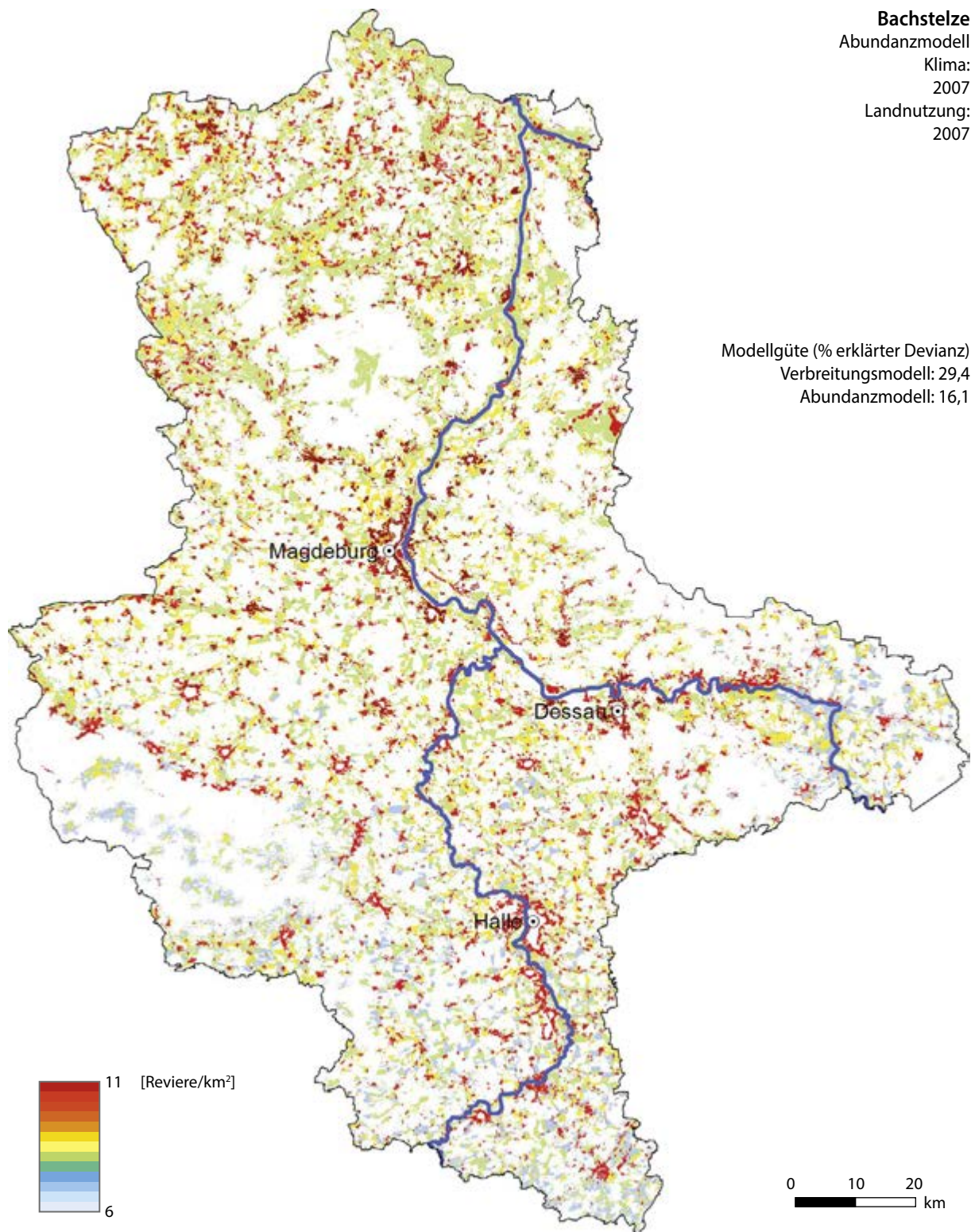
Gefährdungsfaktoren: Intensivierung der agrarischen Nutzung, Mangel an Insektennahrung



Bewertung der Modelle und Szenarien

Die Bachstelze zeigt einen negativen Zusammenhang zwischen von ihr besiedelten Gebieten und der Jahrestemperatur, dagegen wird ihre Abundanz von hohen Niederschlägen positiv beeinflusst (Abb. 1). Aufgrund dieser Zusammenhänge wirkt sich eine Klimaveränderung mit steigenden Temperaturen und fallenden

Niederschlägen, wie dies in den RCP-Szenarien prognostiziert wird, negativ auf ihre Populationsgröße aus (Abb. 2). Dagegen werden für das Szenario A1b mit vergleichsweise gering prognostizierten Temperaturerhöhungen und leichter Niederschlagszunahme geringere Veränderungen vorhergesagt.



Bereiche hoher Dichte: Börden und Ackerflächen, v.a. in der Altmark

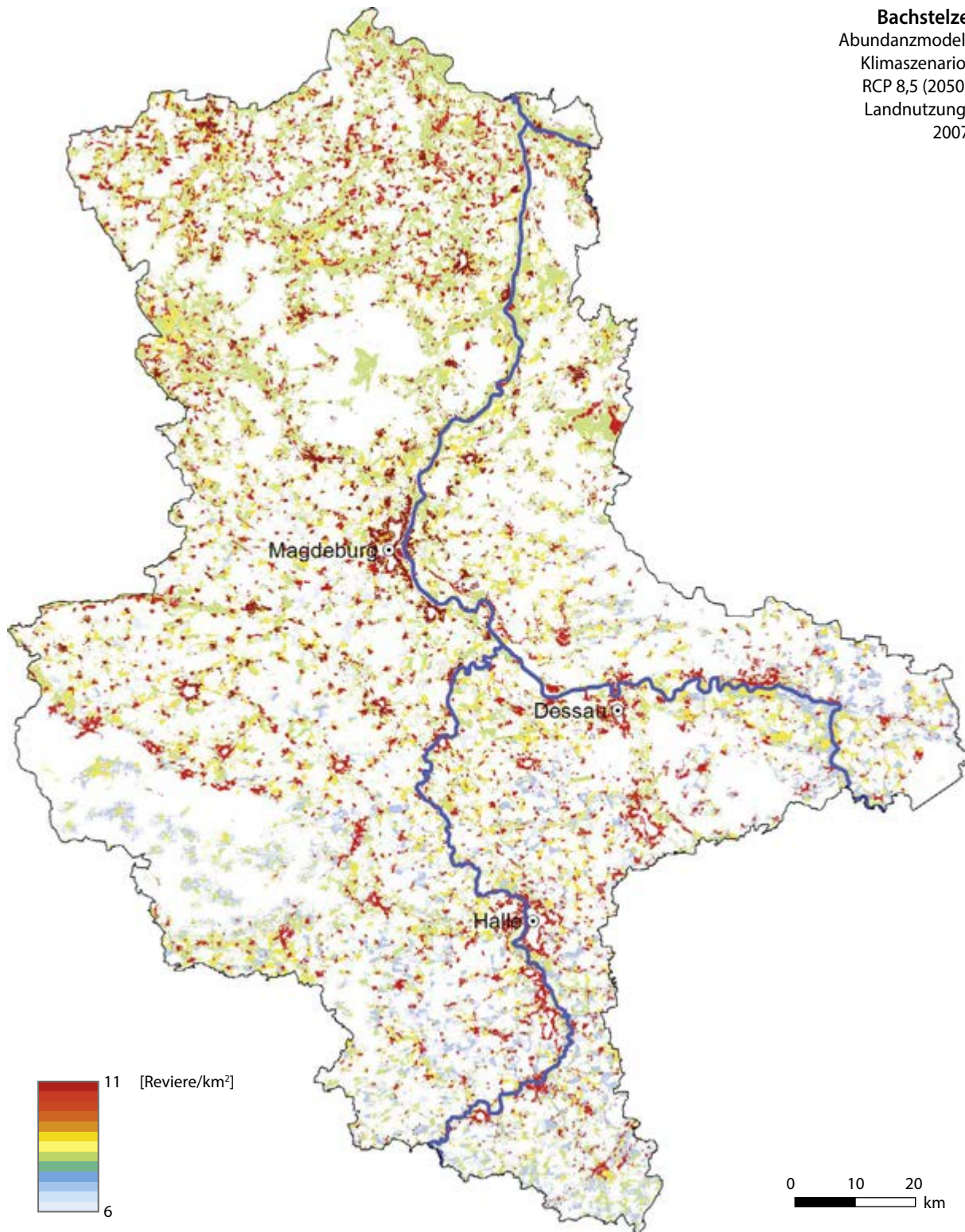
Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Waldgebieten und in stark urbanisierten Gebieten (Ballungszentren)

Dichteunterschiede: Unterschiede v.a. zwischen dem Flachland und den Höhenlagen

Populationsgröße Modell: ca. 57.000 Reviere

Populationsschätzung: 20.000–40.000 Reviere

Bachstelze
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007



Räumliche Dichteänderung: Änderung der Dichte v. a. in den Börden, weniger in der Altmark

Schwerpunkte der Zunahmen: keine größeren Bereiche mit ausgeprägten Zunahmen

Schwerpunkte der Abnahmen: verringerte Dichte in den Börden, ohne gänzlich Verschwinden;
 ähnliche, jedoch weniger stark ausgeprägte Entwicklung in der Altmark

Populationsgröße Modell: ca. 53.000 Reviere

Baumpieper *Anthus trivialis*



Habitat: Truppenübungsplätze, Windwurfflächen, Schonungen und lichte Waldbestände (und Gehölze) mit Ansitzwarten, Heiden und Moore

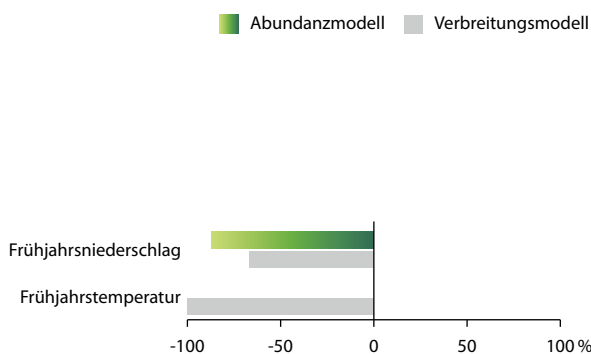
Klimaabhängigkeit: höhere Frühjahrsniederschläge könnten sich negativ auf den Bruterfolg auswirken

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: (stark) abnehmend; 12-Jahrestrend: stabil; RL ST (2004): V

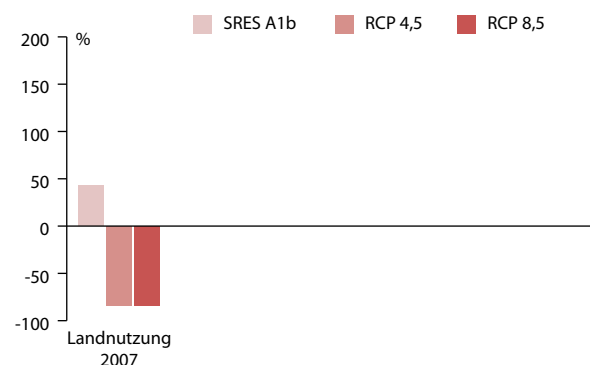
Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: vor allem Mitte der 1990er bis Anfang der 2000er Jahre deutliche Bestandseinbrüche, seitdem Stabilisierung; genaue Faktoren unbekannt, doch könnten Nutzungsaufgaben und Sukzession auf Truppenübungsplätzen zu Rückgängen beigetragen haben; RL D (2007): V

Gefährdungsfaktoren: Lebensraumverlust, Verluste im Winter oder auf dem Zug

①



②



Bewertung der Modelle und Szenarien

Entsprechend der bisherigen Kenntnisse über den Baumpieper wird dieser negativ von Temperaturerhöhungen und insbesondere von hohen Niederschlägen beeinflusst (Abb. 1).

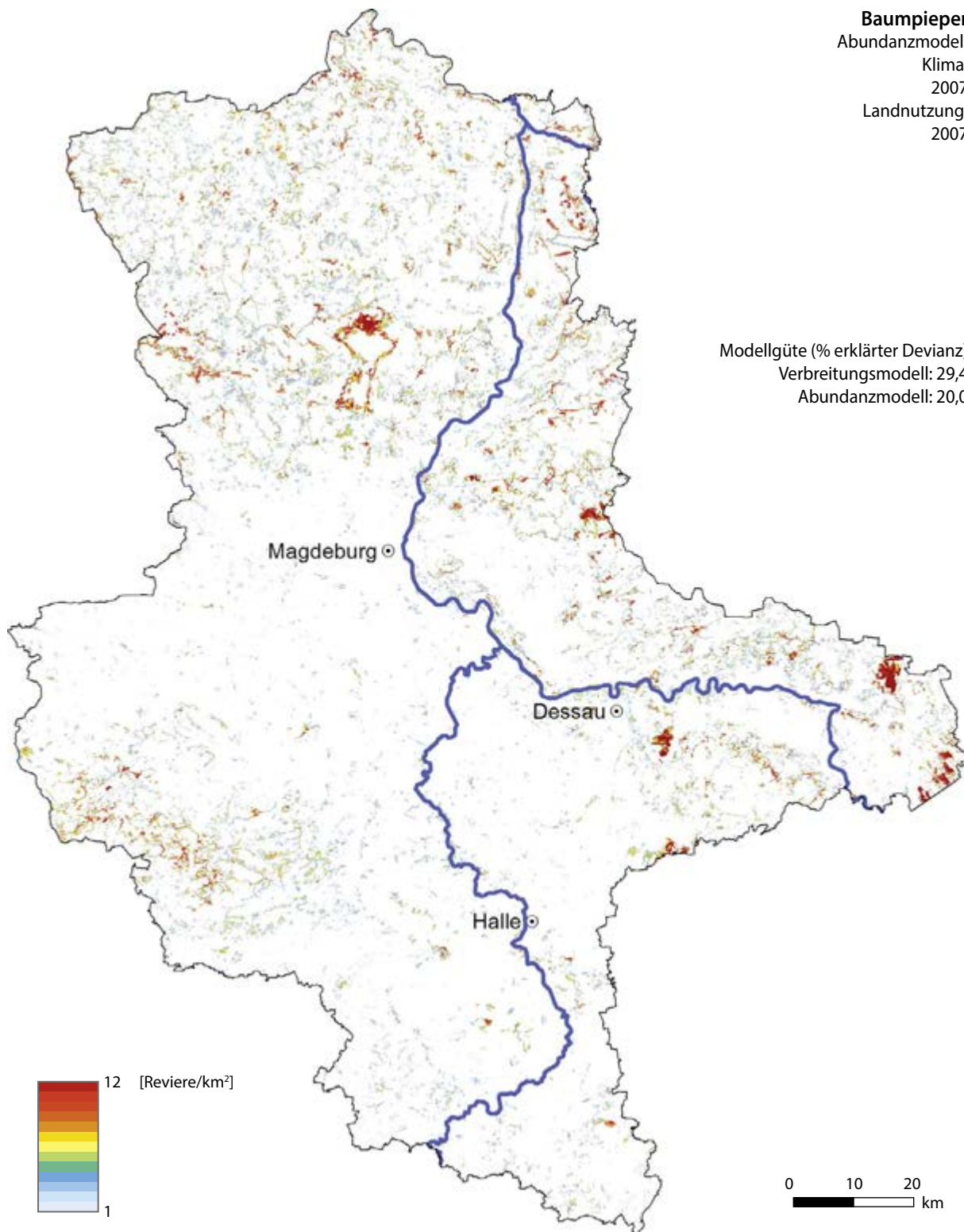
Die Modelle zeigen eine Zunahme beim moderateszenario A1b, die in Zusammenhang mit der in diesem Szenario prognostizierten Abnahme des Niederschlages zu sehen ist. Bei weiterer Zunahme der Temperatur und des Niederschlages hingegen ergibt sich (bei gleichbleibender Landnutzung im Vergleich mit 2007) eine deutliche Abnahme der Bestände (Abb. 2). Diese

könnte zu einer Gefährdung des Baumpieperbestandes und einer Einstufung in eine höhere Rote Liste-Kategorie in Sachsen-Anhalt führen. Zu bedenken ist jedoch, dass die Gesamtpopulation im Modell im Vergleich mit einer Bestandsschätzung für 2005 deutlich geringer geschätzt wird.

Für den Baumpieper sollten spezifische Untersuchungen zur landesweiten Dichteverteilung und zur Förderung der Art durch Habitatverbesserung z.B. durch Offenhaltung lichter Waldbestände vorgenommen werden.

Baumpieper
 Abundanzmodell
 Klima:
 2007
 Landnutzung:
 2007

Modellgüte (% erklärter Devianz)
 Verbreitungsmodell: 29,4
 Abundanzmodell: 20,0

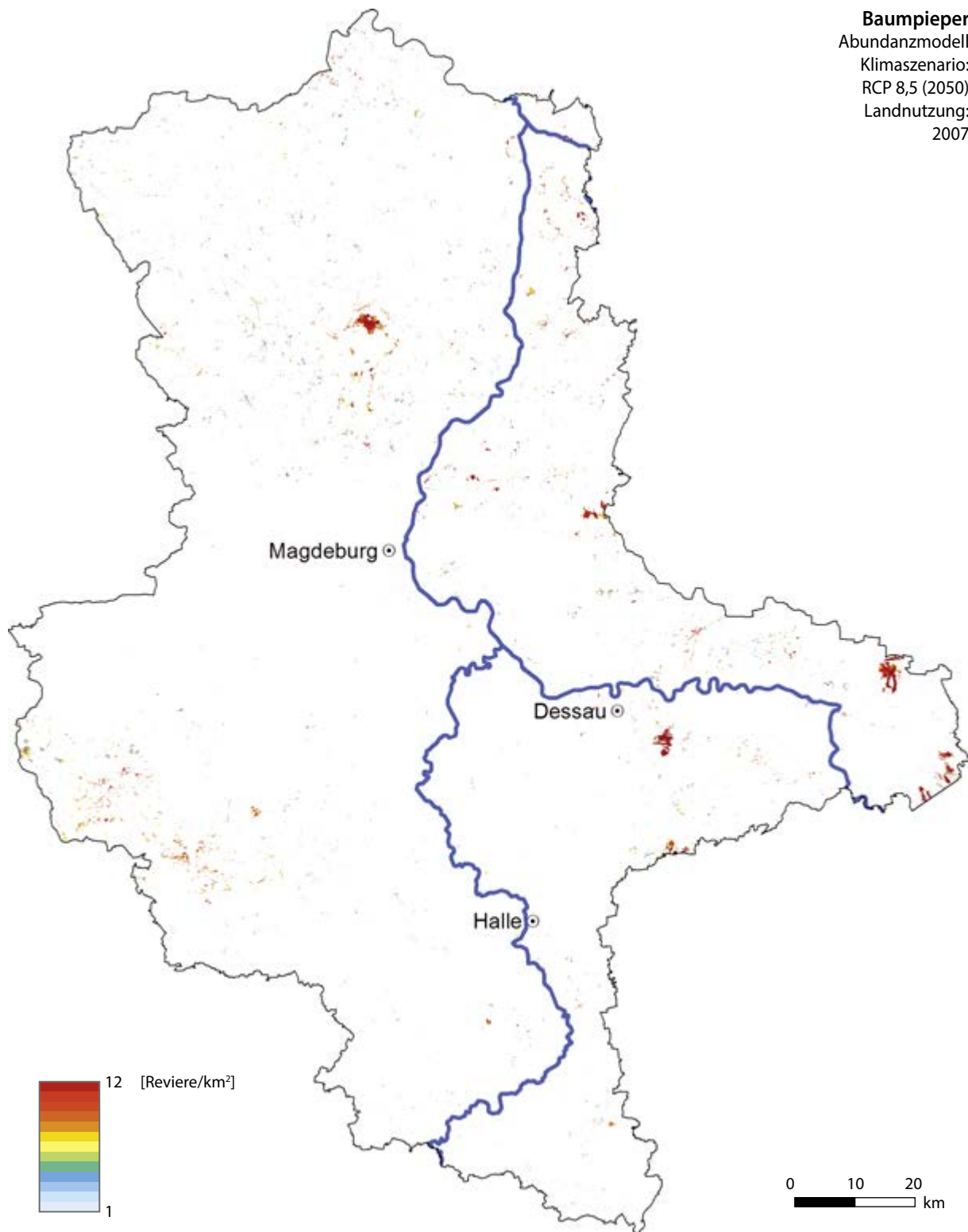


Bereiche hoher Dichte: Waldrandhabitate im (Hoch-)Harz, Sukzessionsflächen, Truppenübungsplätze (v. a. Altmark), Tagebaugelände Gräfenhainichen, Nachterstedt/Schadeleben, Amsdorf und Bitterfeld, Dübener und Annafelder Heide, aber auch Bereiche im Fiener Bruch und Hohen Fläming

Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Siedlungen, Börden und im Mittelgebirgsvorland

Populationsgröße Modell: ca. 11.000 Reviere

Populationsschätzung: 30.000–80.000 Reviere



Räumliche Dichteänderung: deutliche Auslichtung der Vorkommen in Sachsen-Anhalt; lokales und regionales Aussterben an vielen Stellen

Schwerpunkte der Zunahmen: keine Zunahmen erkennbar

Schwerpunkte der Abnahmen: Aussterben in großen Teilen der Altmark und des Hohen Fläming und Rückzug in höhere Lagen und Kerngebiete (v. a. Heiden, Tagebaue, Truppenübungsplätze); deutliche Auslichtung der Bestände im Harz und am Harzrand

Populationsgröße Modell: ca. 1.700 Reviere

Blaumeise *Parus caeruleus*



Habitat: Wälder, Parks, Siedlungen

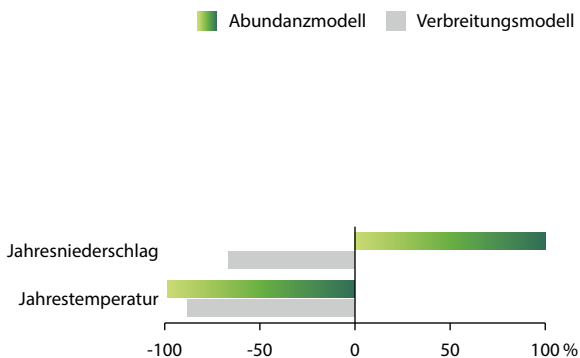
Klimaabhängigkeit: könnte von etwas geringerer Wintermortalität profitieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

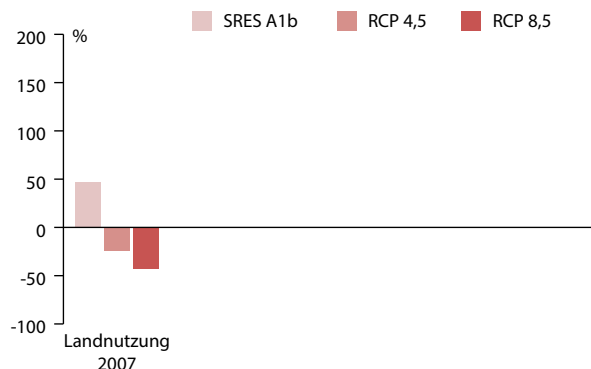
Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: keine eindeutige Trendentwicklung, jährweise z. T. recht stark fluktuierende Bestandsindexwerte ohne klare Tendenz; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: aktuell keine Gefährdung bekannt

①



②

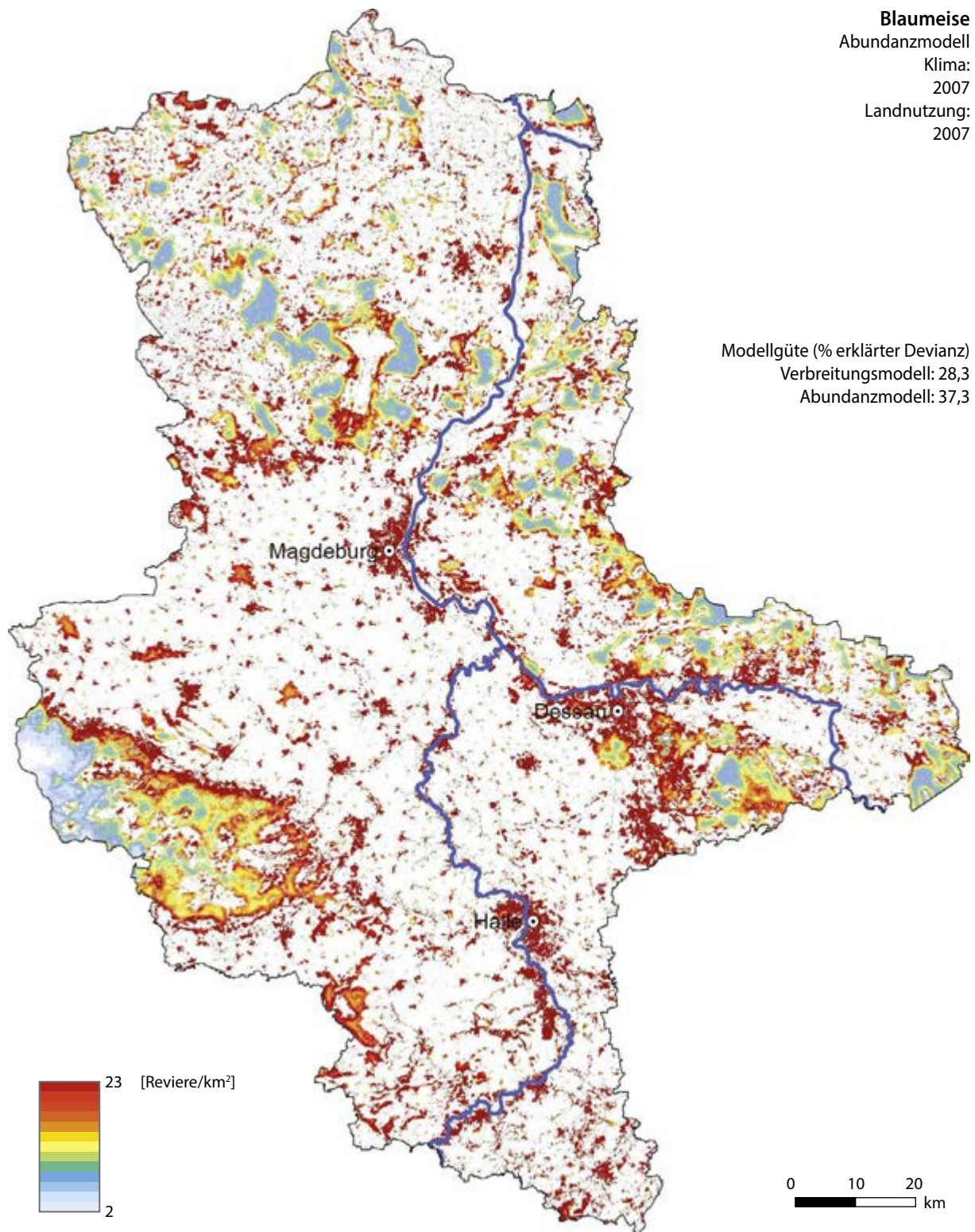


Bewertung der Modelle und Szenarien

Mit Hilfe der Modelle wurde ein positiver Zusammenhang zwischen Jahresniederschlag und Blaumeisendichte, aber ein negativer zur Verbreitung der Blaumeise festgestellt (Abb. 1). Negativ ist ebenso der Zusammenhang zwischen Jahrestemperatur und Blaumeisendichte. Der positive Effekt eines erhöhten Jahresniederschlags bildet sich in den Klimaszenarien durch eine Zunahme der Blaumeisenpopulation um fast 50 % beim niederschlagsreichsten Szenario A1b ab. Bei steigender Jahrestemperatur und nahezu gleichbleibendem Jahresniederschlag bei den beiden RCP-

Szenarien werden dagegen deutliche Bestandsabnahmen prognostiziert.

Die starken Abnahmen würden in einer Bestandsgefährdung der Art resultieren. Insbesondere scheinen die Vorkommensschwerpunkte in Städten und Siedlungen betroffen zu sein, was die Chance bietet, die Art über entsprechende Maßnahmen zur Verbesserung des Stadtinnenklimas (Durchgrünung) zu fördern und ihr auch bei negativen Klimaeinflüssen entsprechende ökologische Nischen zu bieten.



Bereiche hoher Dichte: insbesondere größere Städte, aber auch dörfliche Siedlungen

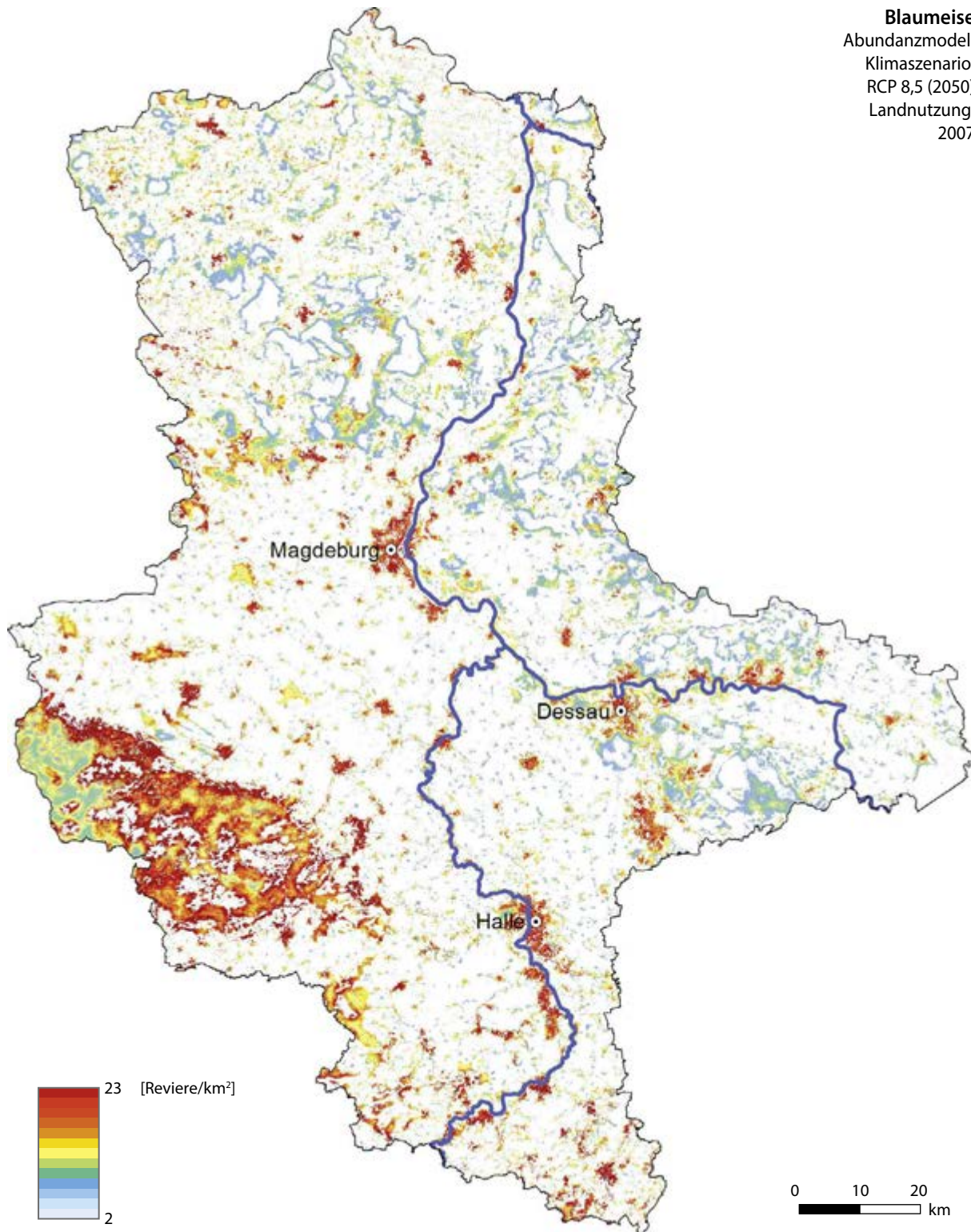
Bereiche niedriger Dichte: Wälder, Strukturelemente (Baumreihen) der offenen Agrarlandschaft

Dichteunterschiede: deutliche Dichtesprünge zwischen Wald und Offenland, sowie beim Übergang von Siedlungen zur Agrarlandschaft

Populationsgröße Modell: ca. 113.000 Reviere

Populationsschätzung: 75.000–150.000 Reviere

Blaumeise
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007



Räumliche Dichteänderung: insgesamt deutlich abnehmende Dichten, mit räumlich starken Unterschieden; Häufigkeitsverschiebungen

Schwerpunkte der Zunahmen: deutliche Zunahme der Dichte in mittleren Lagen des Harzes

Schwerpunkte der Abnahmen: große Bestandsverluste in großen Städten, Verschwinden aus der Umgebung von Heidegebieten sowie z.T. niedriger gelegenen Waldhabitaten im Norden und Osten des Landes

Elster *Pica pica*



Habitat: Offene und halboffene Habitate, Siedlungen

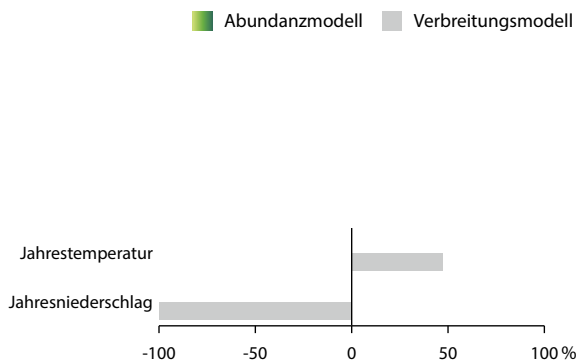
Klimaabhängigkeit: keine klima induzierten Folgen erkennbar

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

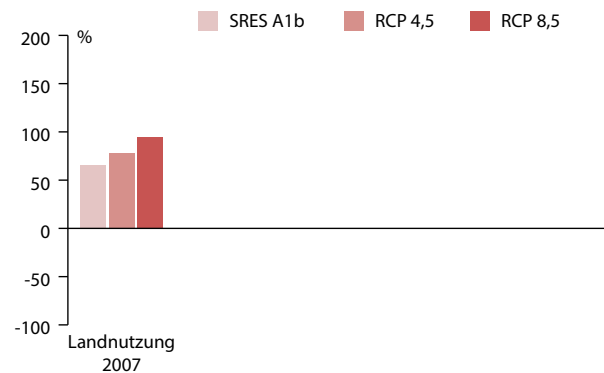
Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: Anfang bis Mitte der 1990er Jahre hohe Bestandsfluktuationen, danach bis Anfang der 2000er Jahre kontinuierliche Abnahmen; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Habitatverlust, lokal Bejagung

①



②



Bewertung der Modelle und Szenarien

Die Elster kommt bevorzugt in Regionen mit höheren Temperaturen und geringeren Niederschlägen vor. Temperaturerhöhung führt dementsprechend auch zu einem deutlich positiven Effekt auf die Populationsentwicklung, beim extremsten Szenario (RCP 8.5) kommt es nahezu zu einer Bestandsverdopplung (Abb. 2), wobei die Bestände für 2007 im Modell bereits deutlich höher prognostiziert werden als bei einer Bestands-

schätzung für das Jahr 2005. Die landesweit vergleichsweise leicht ansteigenden Niederschläge wirken sich in den trockeneren Bördelandschaften, in denen die Elster flächiger vorkommt nicht sehr stark aus. Daher kann eine positive Bestandsentwicklung prognostiziert werden, die sich v.a. auf die zentralen und nördlichen Bereiche Sachsen-Anhalts konzentriert und für die ein wesentlich flächigeres Vorkommen prognostiziert wird.

Elster

Abundanzmodell

Klima:

2007

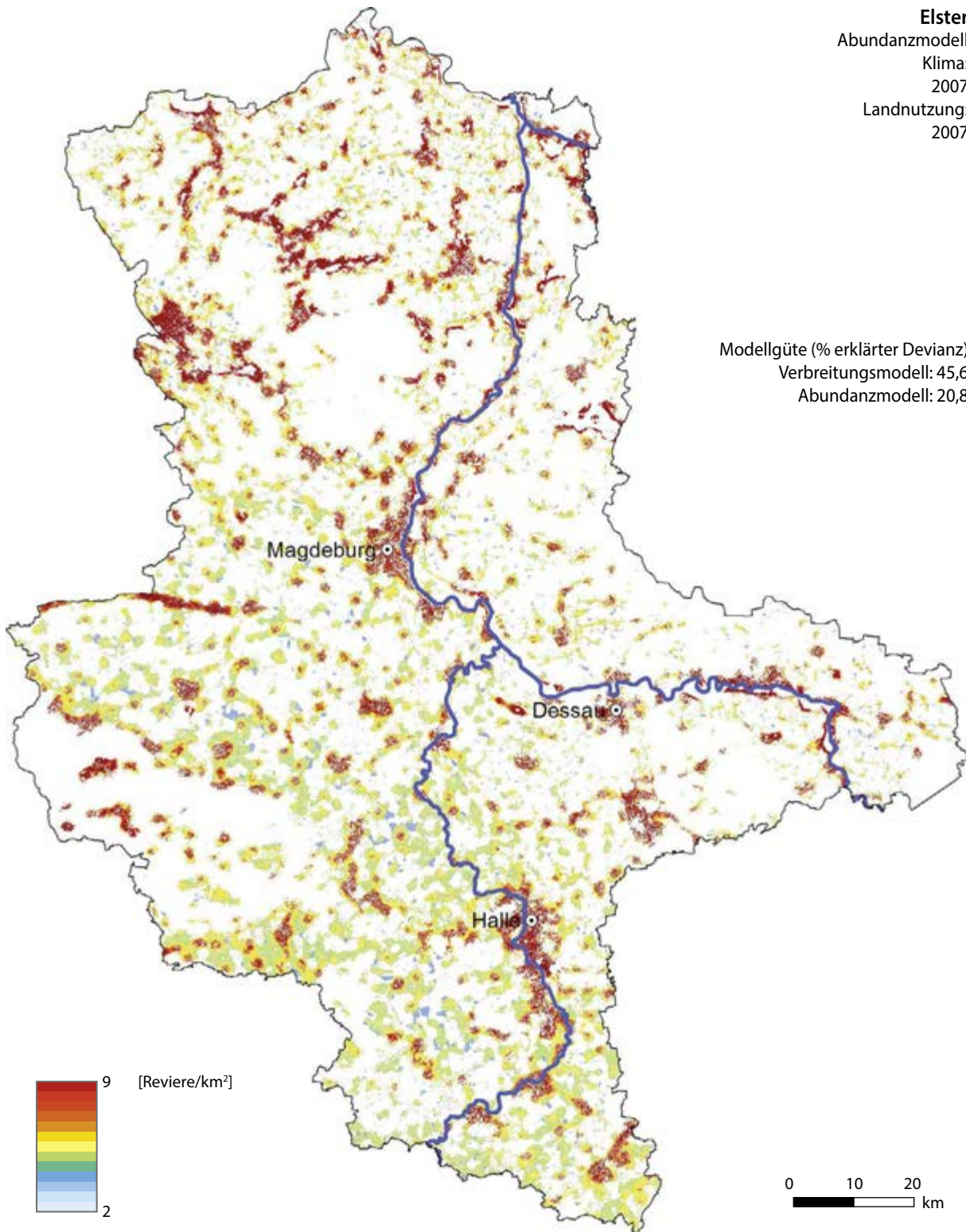
Landnutzung:

2007

Modellgüte (% erklärter Devianz)

Verbreitungsmodell: 45,6

Abundanzmodell: 20,8



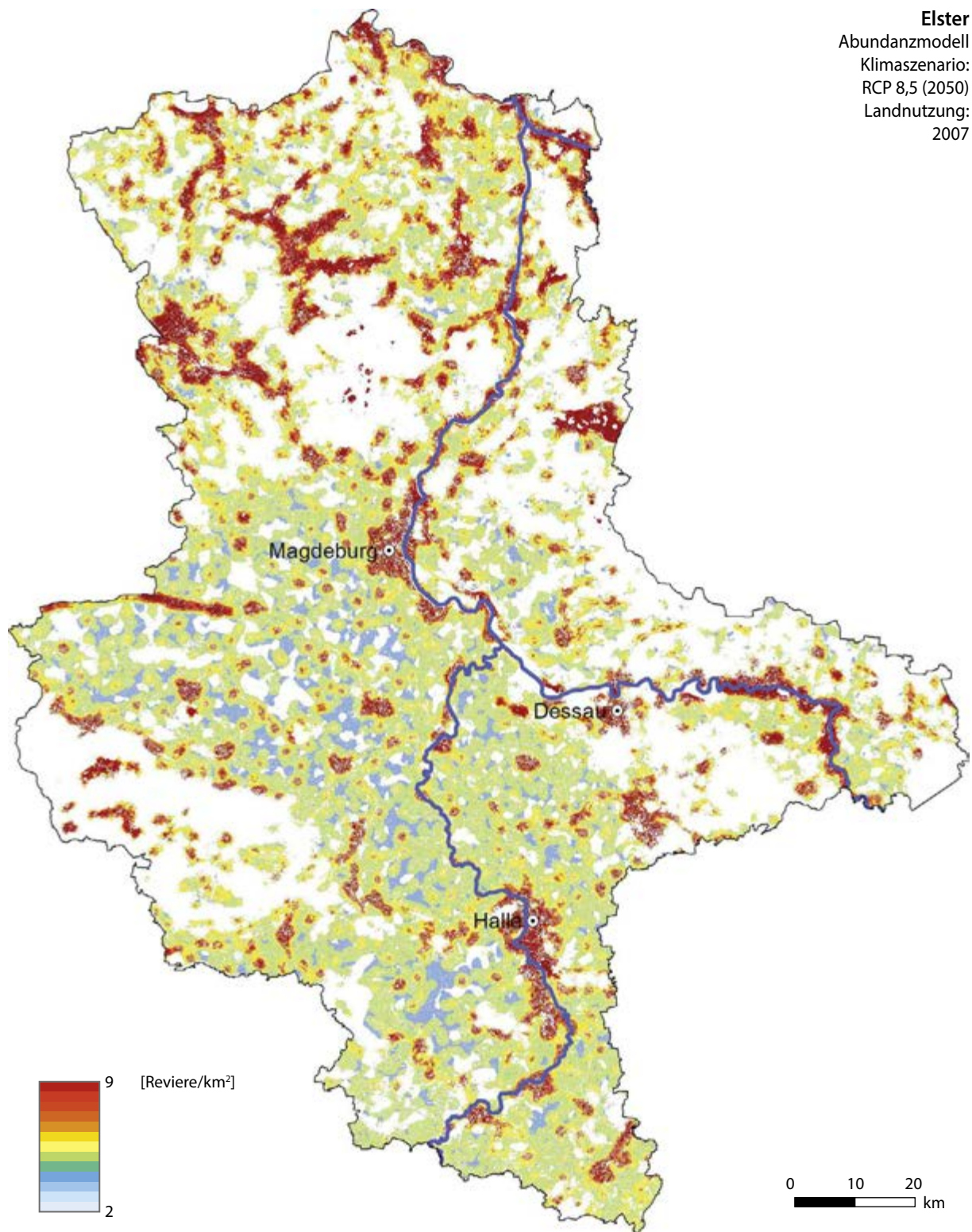
Bereiche hoher Dichte: Börden, Ackerflächen, Siedlungen

Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Wäldern und dringt kaum in Höhenlagen vor

Dichteunterschiede: urbane und z.T. auch dörfliche Bereiche heben sich deutlich gegen das Umland ab

Populationsgröße Modell: ca. 30.000 Reviere

Populationsschätzung: 10.000–20.000 Reviere



Räumliche Dichteänderung: landesweit verbreitete Zunahmen, aber immer noch deutliche räumliche Dichteunterschiede

Schwerpunkte der Zunahmen: Bereiche hoher Dichten bleiben bestehen, Ausbreitung in der Fläche, Schließung v. a. von Bestandslücken im Offenland

Schwerpunkte der Abnahmen: keine erkennbar

Populationsgröße Modell: ca. 59.000 Reviere

Fitis *Phylloscopus trochilus*



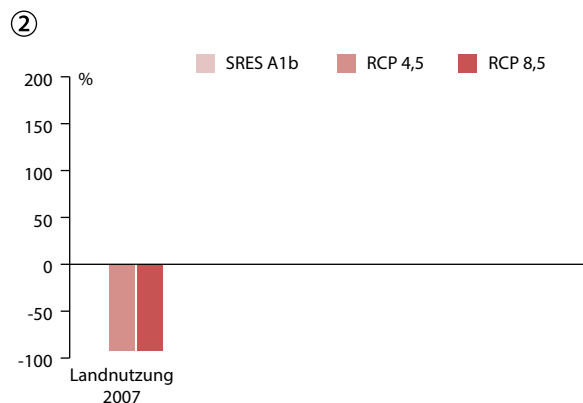
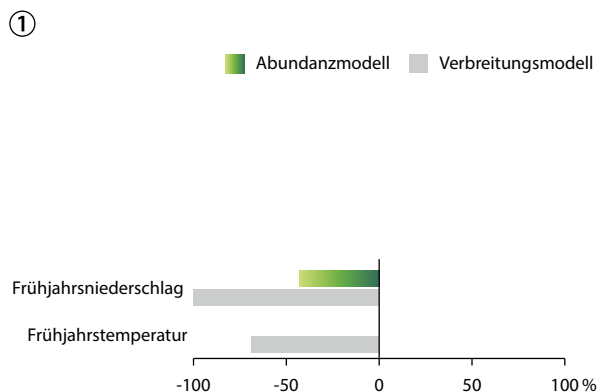
Habitat: Wälder, Sukzessionsflächen, Feuchtgebiete

Klimaabhängigkeit: kälteliebende Art, für die GOTTSCALK (2010) und HUNTLEY et al. (2007) eine Verkleinerung des Artareals prognostizieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: abnehmend; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: Mitte der 1990er bis Anfang der 2000er Jahre deutliche Bestandsrückgänge, danach Stabilisierung auf niedrigerem Niveau; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Klimawandeleinflüsse, vor allem auch klimatische Veränderung im Winterquartier

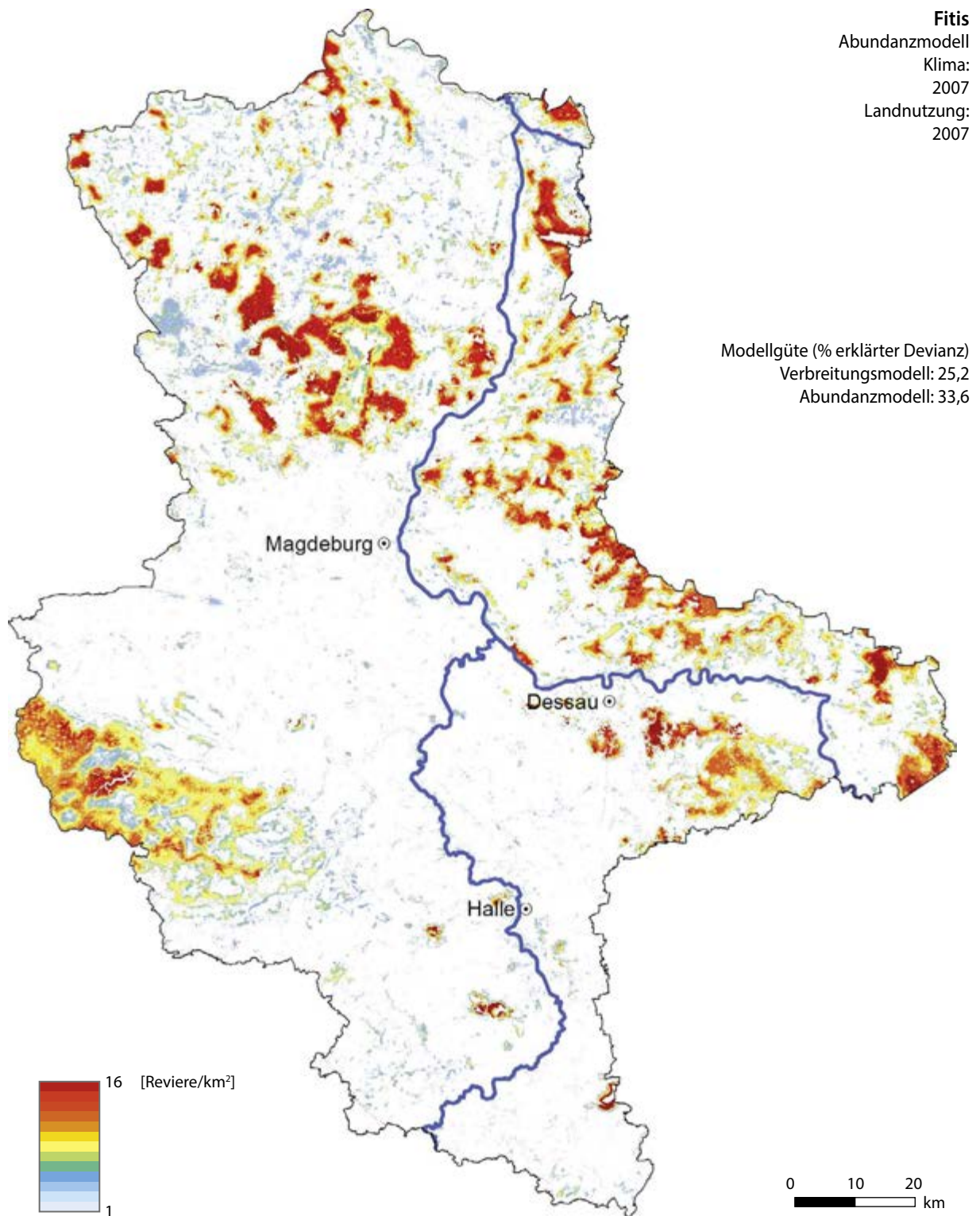


Bewertung der Modelle und Szenarien

Der Fitis kommt in Bereichen niedriger Frühjahrsniederschläge und -temperaturen vor. Zudem wurde zwischen Frühjahrsniederschlag und Fitisdichte ein negativer Zusammenhang festgestellt (Abb. 1). Für die RCP-Szenarien mit vorhergesagten starken Anstiegen der Temperatur und gleichbleibender Landnutzung wird daher ein deutlicher Bestandsrückgang um mehr als 90% für die Art in Sachsen-Anhalt prognostiziert (Abb. 2). Das Modell bestätigt damit die bisherigen Prognosen einer deutlichen Bestandsabnahme. Beim Szenario A1b heben sich die Effekte abnehmender Frühjahrsniederschlag und zunehmender Frühjahrstemperaturen

gegenseitig auf. Durch die Veränderung des Klimas wird der Bestand des Fitis gefährdet, was bei stärkeren Klimaveränderungen in naher Zukunft zu einer Einstufung in der Roten Liste führen könnte.

Weitere Untersuchungen zur Bestandsentwicklung in verschiedenen Habitattypen wären notwendig, um die tatsächliche Wirkung klimatischer Veränderungen verfolgen zu können. Inwiefern Habitatmanagement die prognostizierten negativen Entwicklungen bei stärkeren klimatischen Veränderungen abpuffern können, sollte ebenso näher untersucht werden.



Bereiche hoher Dichte: Waldgebiete

Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Siedlungsgebieten und kommt im strukturarmen Offenland nur selten vor, während gebüschreiche halboffene Habitate besiedelt werden

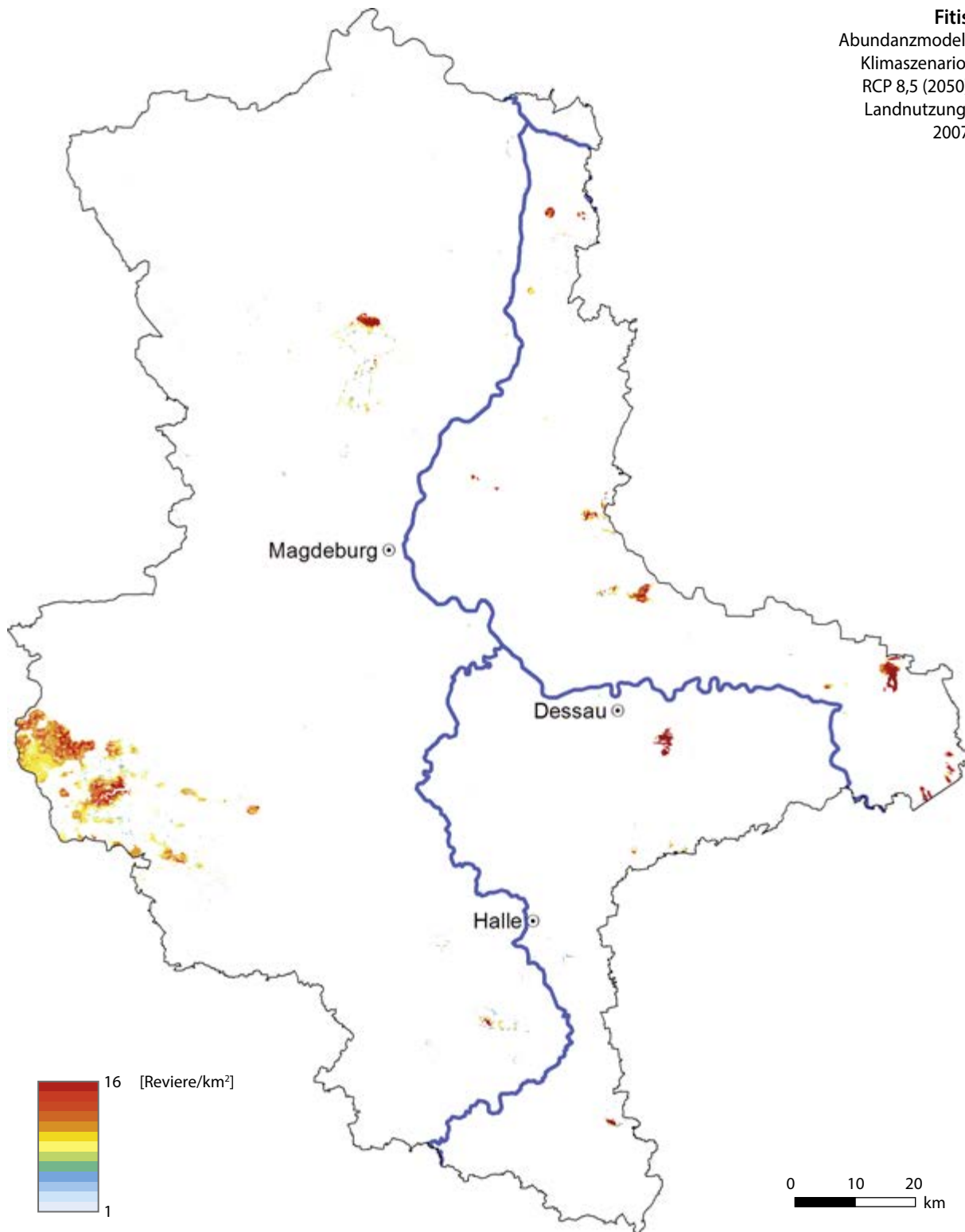
Dichteunterschiede: Bereiche hoher Dichten nur sehr lokal, z. B. in der Glücksburger Heide

Populationsgröße Modell: ca. 40.000 Reviere

Populationsschätzung: 70.000–150.000 Reviere

Fitis

Abundanzmodell
Klimaszenario:
RCP 8,5 (2050)
Landnutzung:
2007



Räumliche Dichteänderung: starker landesweiter Rückgang

Schwerpunkte der Zunahmen: keine Zunahmen erkennbar, zusammenhängende Vorkommen verbleiben nur in der Glücksburger Heide, den Tagebauregionen Gräfenhainichen und Geiseltal, dem Hohen Fläming, dem TÜP Altmark und im (Hoch-)Harz

Schwerpunkte der Abnahmen: bis auf wenige Restvorkommen Verschwinden des Fitis aus der Altmark, den niedrigeren Bereichen des Fläming und aus der Agrarlandschaft der Börden

Populationsgröße Modell: ca. 3.100 Reviere

Gartengrasmücke *Sylvia borin*



Habitat: Wälder und halboffene Landschaften

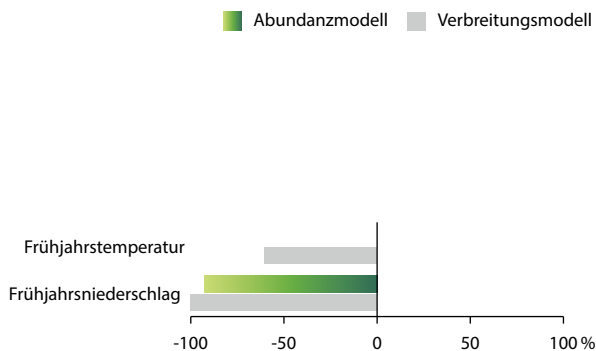
Klimaabhängigkeit: kälteliebende Art, für die HUNTLEY et al. (2007) eine Arealabnahme prognostizieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: abnehmend; RL ST (2004): –

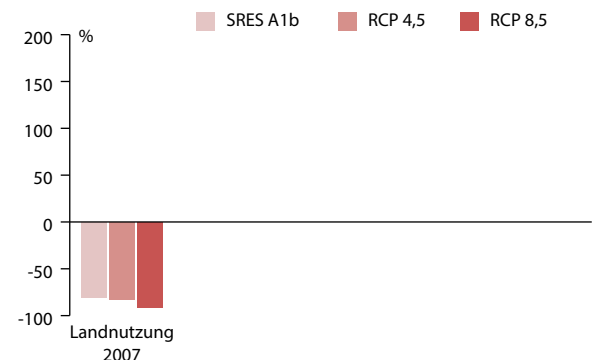
Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: Bestandszunahme bis Mitte der 1990er Jahre, danach kontinuierlicher Rückgang (mit Ausnahme eines einjährigen Trendsprungs); RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Ausräumung der Landschaft, Gefährdungen auf dem Zug

①



②



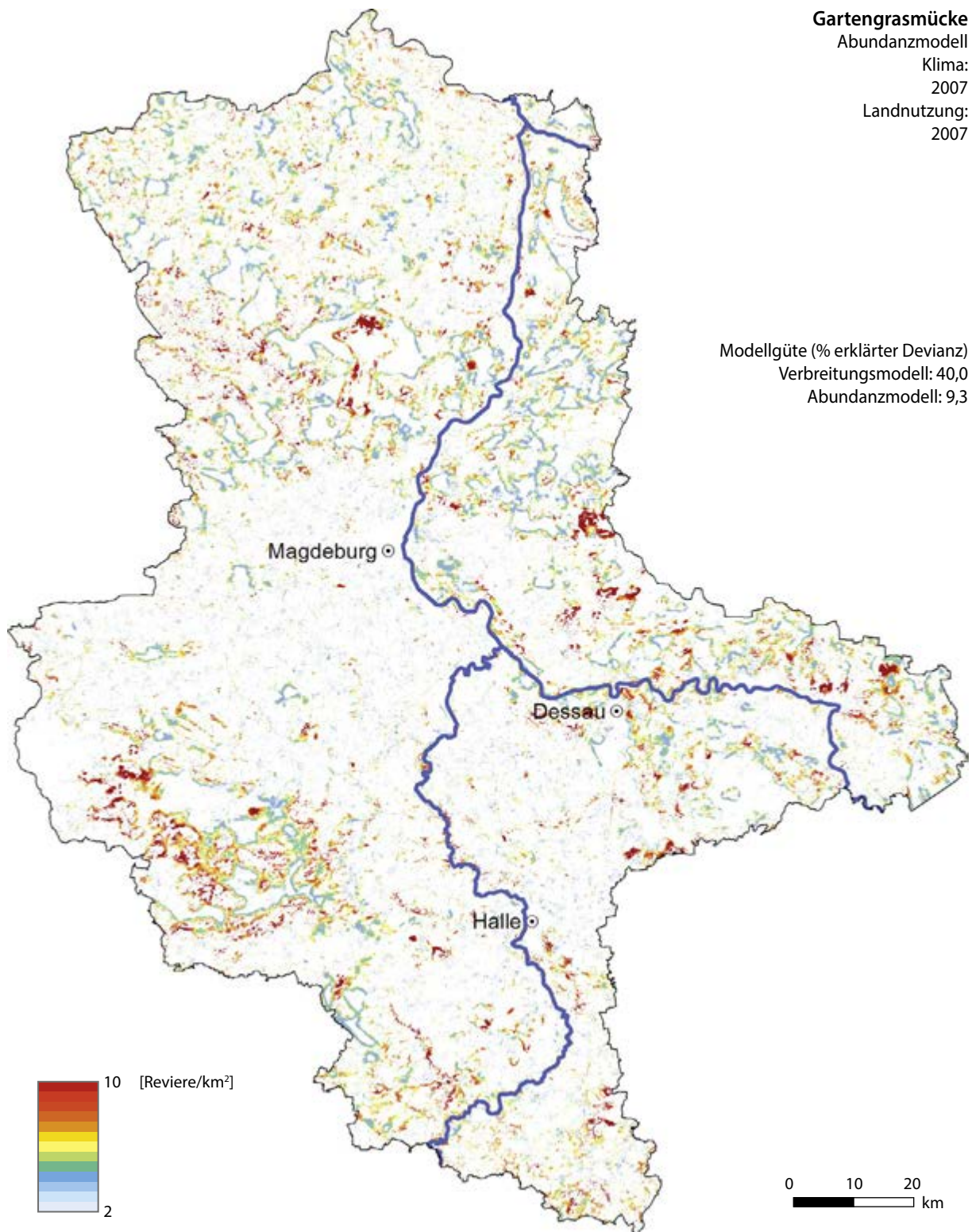
Bewertung der Modelle und Szenarien

Für die Gartengrasmücke wurde durch Klimaveränderungen eine deutliche Abnahme prognostiziert: In allen Klimaszenarien werden Bestandseinbußen um mehr als 80% vorhergesagt. Die negativen Einflüsse steigender Temperaturen und steigender Frühjahrsniederschläge insbesondere bei den RCP-Szenarien wirken sich deutlich negativ auf die Brutpopulation der Gartengrasmücke aus und bestätigen damit die Prognosen von HUNTLEY et al. (2007).

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse bleibt unklar, ob und wenn ja wie man einer drohenden klimabe-

dingten Bestandsabnahme der Gartengrasmücke mit Hilfe von Landnutzungsänderungen entgegenwirken könnte. Zu beachten ist, dass die von den Modellen geschätzte Populationsgröße deutlich unter den bisherigen Bestandsschätzungen liegt, so dass unklar bleibt, wie stark die Effekte tatsächlich sind. Daher sind dringend weitere Untersuchungen notwendig.

So könnten im Rahmen der Auswertung der Monitoringprogramme verstärkt Bestandsveränderungen im Hinblick auf unterschiedliche klimatische und landnutzungsbedingte Veränderungen analysiert werden.



Bereiche hoher Dichte: höchste Dichten am Rand von Heidegebieten und Wäldern

Bereiche niedriger Dichte: in geschlossenen Waldgebieten eher selten oder sogar fehlend, Verbreitungslücken in Siedlungen

Dichteunterschiede: sehr kleine Bereiche mit hohen Dichten, ansonsten eher klinale Dichteverteilung

Populationsgröße Modell: ca. 20.000 Reviere

Populationsschätzung: 50.000–100.000 Reviere

Gartengrasmücke

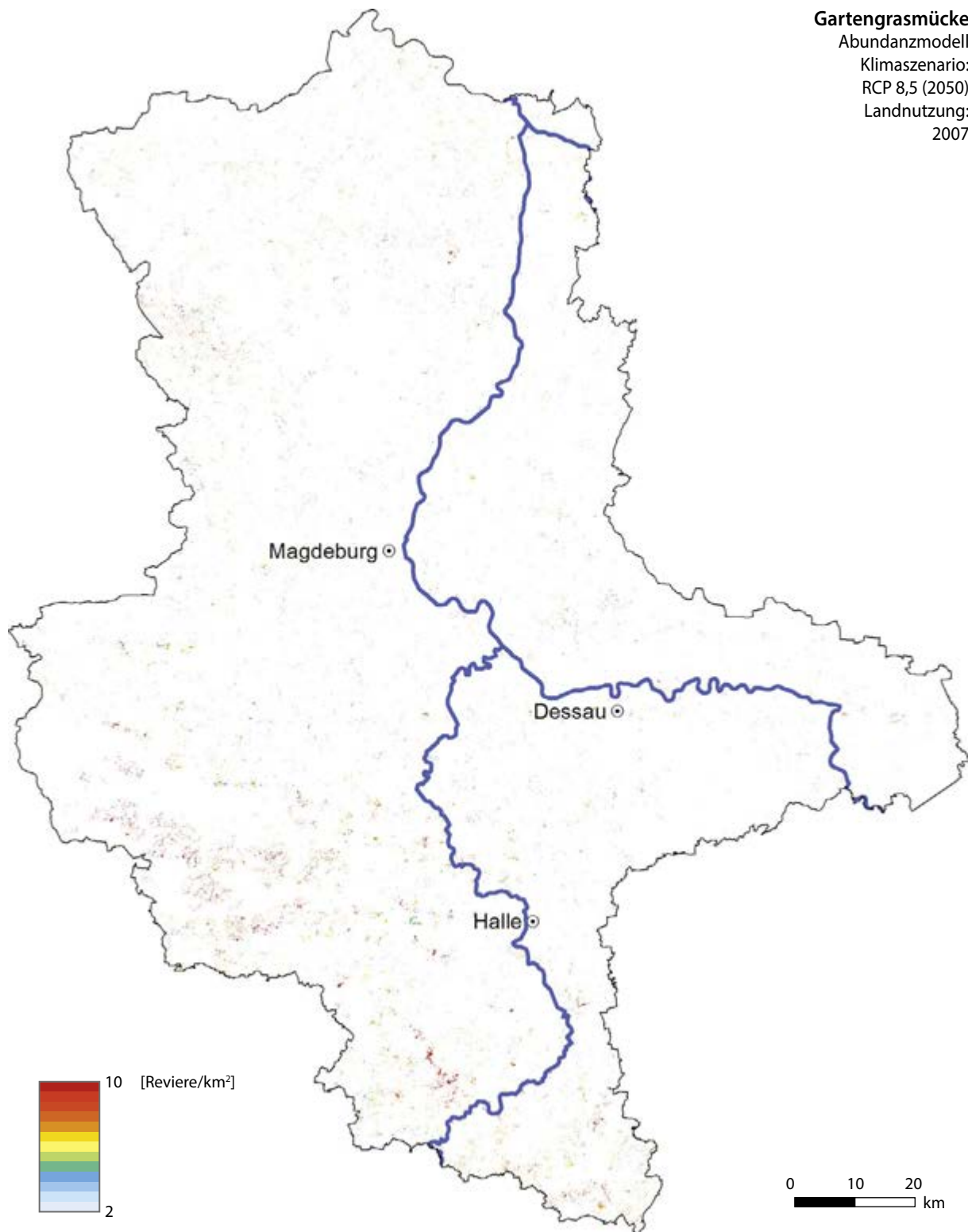
Abundanzmodell

Klimaszenario:

RCP 8,5 (2050)

Landnutzung:

2007



Räumliche Dichteänderung: Ausdünnen der Vorkommen

Schwerpunkte der Zunahmen: keine erkennbar

Schwerpunkte der Abnahmen: Vorkommensschwerpunkte verschwinden gänzlich, hohe Verluste in der Altmark und im Harzvorland, aber auch im Fläming; weitgehendes Verschwinden aus dem (Süd-) Osten des Landes

Populationsgröße Modell: ca. 1.200 Reviere

Girlitz *Serinus serinus*



Habitat: dörfliche Siedlungsstrukturen und Gärten, halboffene Landschaften

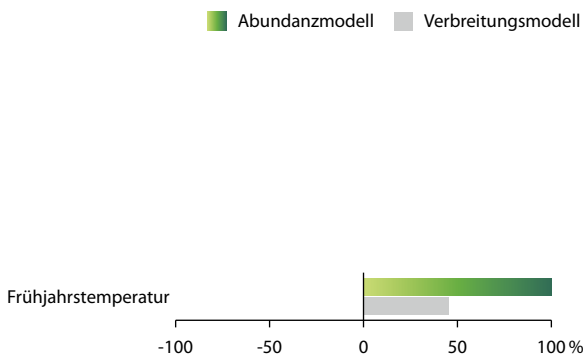
Klimaabhängigkeit: deutlich wärmeliebende Art

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

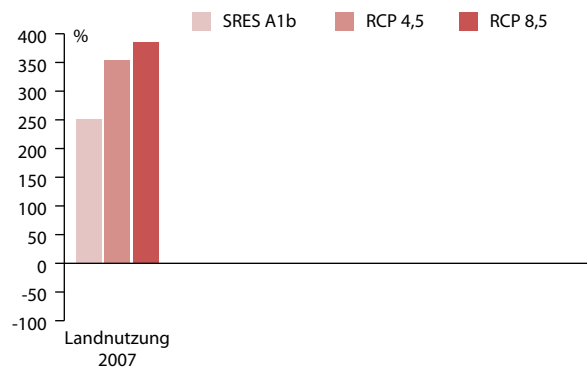
Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: nach leichten Zunahmen zu Beginn der 1990er Jahre in seinem Bestand deutlich und kontinuierlich abnehmend; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Versiegelung im Siedlungsbereich, ungünstige klimatische Verhältnisse im Überwinterungsgebiet

①



②

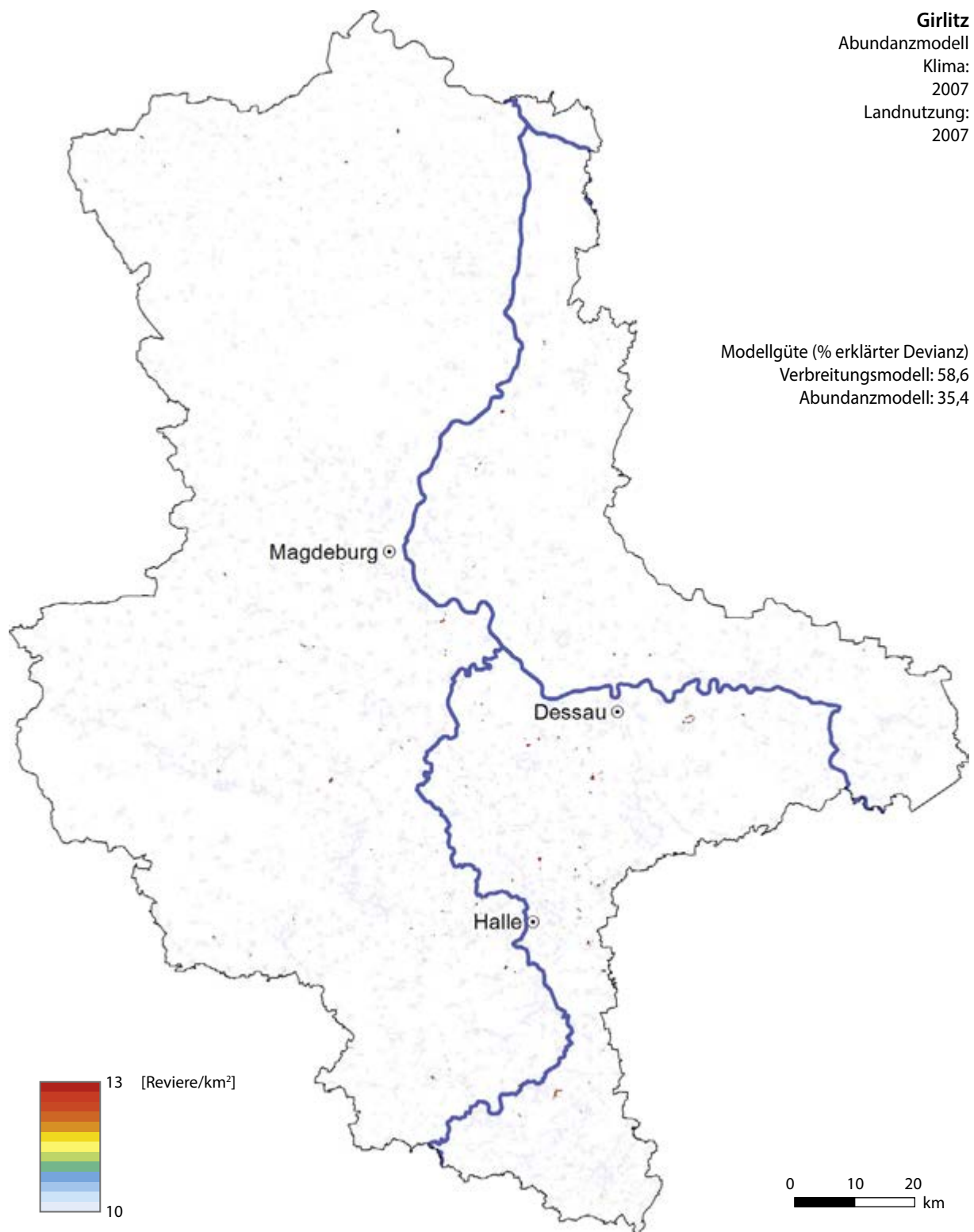


Bewertung der Modelle und Szenarien

Der Girrlitz ist als wärmeliebende Art bekannt und zeigt auch im Modell eine klare Präferenz für warme Klimata (Abb. 1). Für die Brutpopulation des Girrlitz wurde dementsprechend eine starke Zunahme prognostiziert (Abb. 2). Bis 2050 wird je nach Klimaszenario ein Zuwachs um das 2,5- bis Vierfache für Sachsen-Anhalt vorhergesagt. Diese mögliche Entwicklung ist momentan für das gesamte Bundesland Sachsen-Anhalt bzw. für Deutschland anhand der Daten des Monitorings häufiger Brutvögel nicht erkennbar, allerdings sind regional unterschiedliche Bestandsentwicklungen beim Girrlitz bekannt. Zu beachten ist zusätzlich, dass die Modelle für 2007 deutlich gerin-

gere Bestände prognostizieren als in einer Bestands-schätzung für das Jahr 2005 angegeben, was den starken Effekt in den Zukunftsprognosen beeinflussen könnte.

Die klimatische Präferenz der Art wird in den Modellen sehr gut abgebildet und könnte unabhängig von möglichen regionalen Habitatveränderungen zu einer Bestandszunahme der Gesamtpopulation führen. Neben dem Monitoring der Bestandsveränderung wäre ein Monitoring der Veränderung der Strukturen im Siedlungsbereich von großem Wert, um mögliche Einflüsse nichtklimatischer Faktoren auf die Entwicklung der Girrlitzbestände zu untersuchen.



Bereiche hoher Dichte: sehr lokal in dörflichen Bereichen der Agrarlandschaft

Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Wäldern und Ballungsräumen, geringe Dichten in der Altmark, im Harz und im Hohen Fläming

Dichteunterschiede: lokale Einzelvorkommen, kaum flächige Schwerpunkte

Populationsgröße Modell: ca. 7.500 Reviere

Populationsschätzung: 15.000–25.000 Reviere

Girnitz

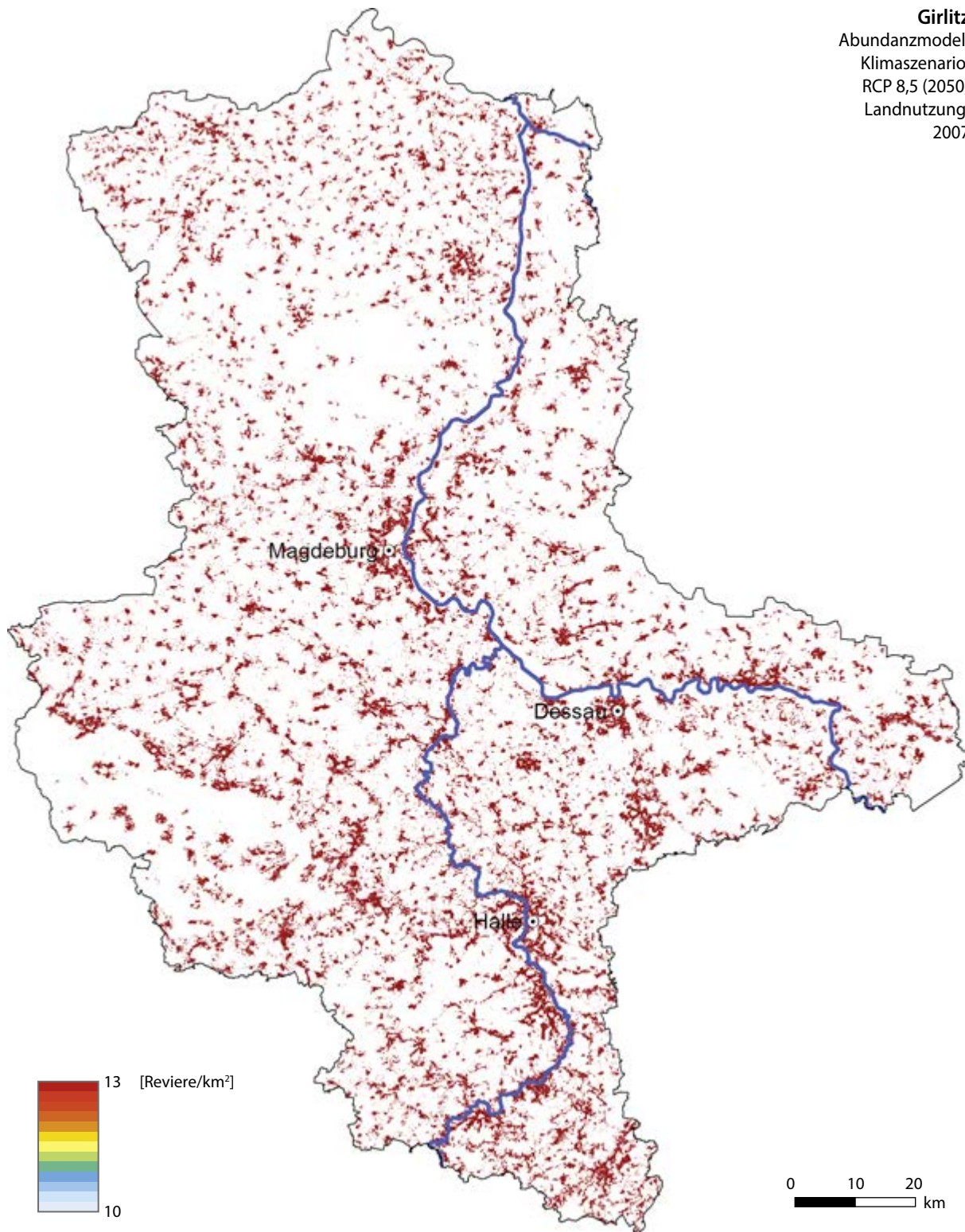
Abundanzmodell

Klimaszenario:

RCP 8,5 (2050)

Landnutzung:

2007



Räumliche Dichteänderung: starke Zunahmen im ganzen Land

Schwerpunkte der Zunahmen: Waldgebiete, strukturlöse Agrarlandschaften und höher liegende Areale werden nach wie vor nicht besiedelt, Siedlungen und Randbereiche von Ballungszentren werden deutlich stärker besiedelt und es kommt zu linienhafter Ausbreitung in der Agrarlandschaft

Schwerpunkte der Abnahmen: keine

Populationsgröße Modell: ca. 36.500 Reviere

Hausrotschwanz *Phoenicurus ochruros*



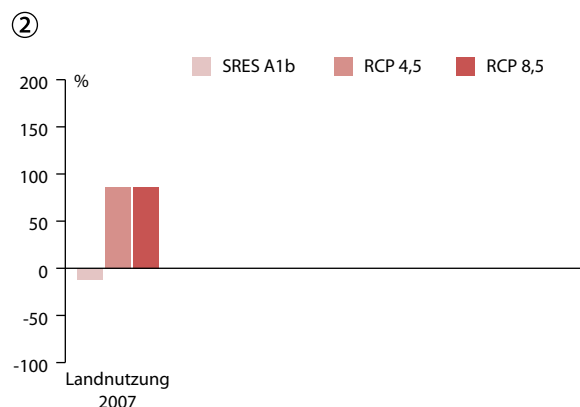
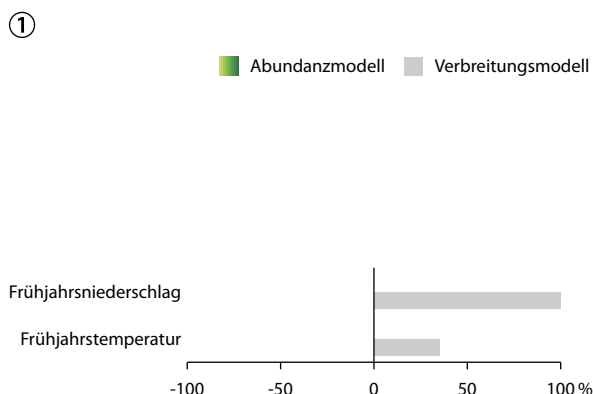
Habitat: Siedlungen und Gehöfte, versiegelte Flächen (Gewerbe- und Industriegebiete)

Klimaabhängigkeit: zunehmende Überwinterung durch mildere Winter zu erwarten

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: abnehmend; 12-Jahrestrend: abnehmend; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: nach Bestandszunahmen Anfang bis Mitte der 1990er Jahre kontinuierliche Abnahme; RL D (2007): –

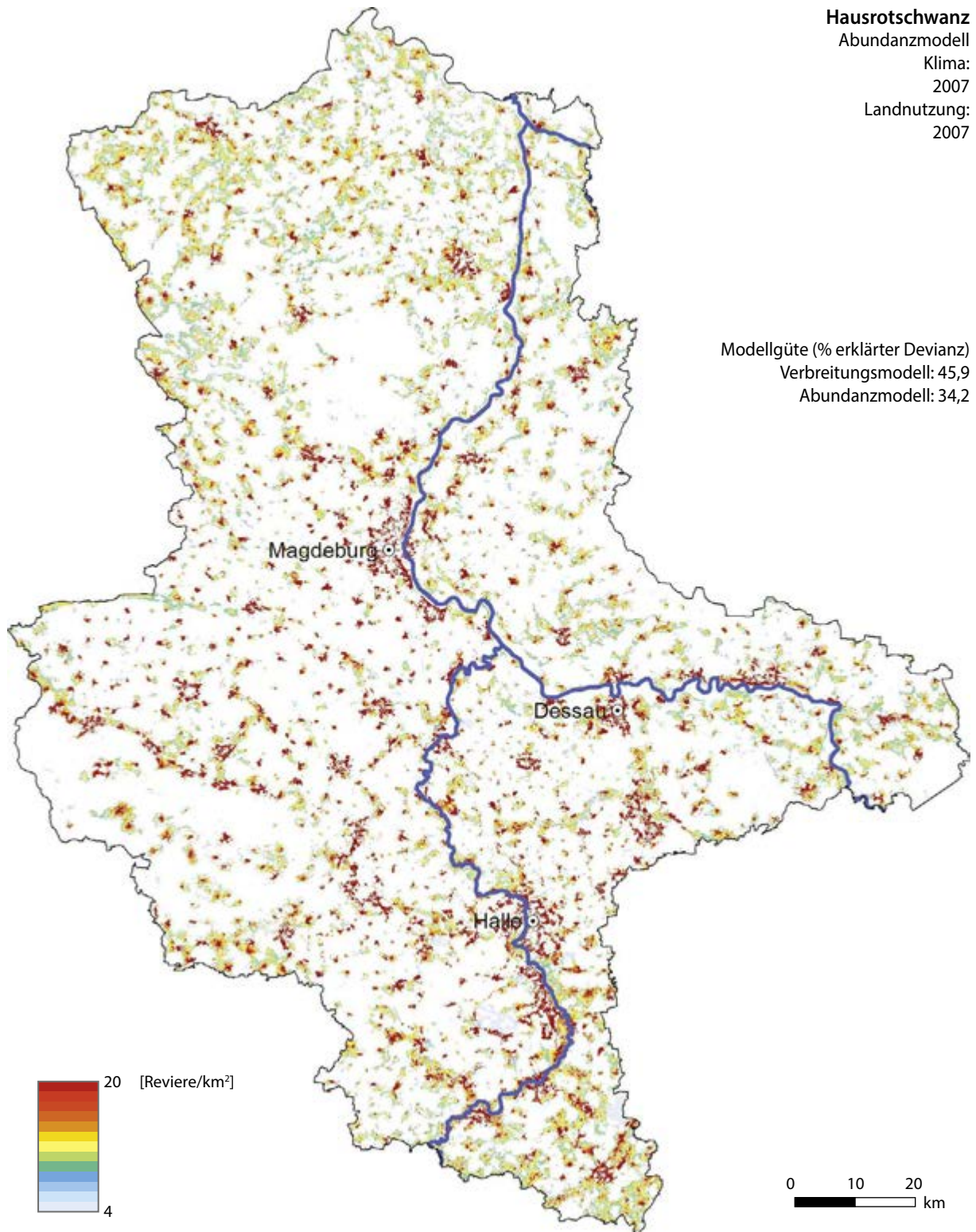
Gefährdungsfaktoren: Nistplatzmangel an Gebäuden, Faktoren auf dem Zug und im Überwinterungsgebiet



Bewertung der Modelle und Szenarien

Der Einfluss der Niederschläge auf das Vorkommen des Hausrotschwanzes ist im Modell wesentlich stärker als jener der Temperatur (Abb. 1). Daher würde die Art bei reduzierten Frühjahrsniederschlägen laut Prognosen deutlich abnehmen (Szenario A1b) und bei deutlicher Zunahme der Frühjahrsniederschläge (Szenario RCP 8,5) um mehr als 80% zunehmen (Abb. 2). Zwar lassen sich die Einflüsse in den Überwinterungsgebieten nicht genau abschätzen, aber bei fortgesetzter Tendenz zur Über-

winterung in den Brutgebieten kann man davon ausgehen, dass der Hausrotschwanz tatsächlich stark vom Klimawandel profitieren sollte. Diese prognostizierte Veränderung könnte zu einer Umkehr der in der Vergangenheit beobachteten rückläufigen Bestandsentwicklung in Sachsen-Anhalt führen. Vor allem in den urbanen Lebensräumen sollte die Entwicklung der Art weiterhin beobachtet und das bestehende Netz von Monitoringflächen genutzt und – wo nötig – verdichtet werden.



Bereiche hoher Dichte: städtische Ballungsräume, dörfliche Bereiche der Agrarlandschaft

Bereiche niedriger Dichte: Waldbereiche und andere Lebensräume ohne menschliche Ansiedlungen; fehlt in den trockenen Offenlandschaften der Börden sowie in Heiden und auf Truppenübungsplätzen

Dichteunterschiede: Dichteunterschiede vor allem zwischen Siedlungen und Umland

Populationsgröße Modell: ca. 59.000 Reviere

Populationsschätzung: 45.000–55.000 Reviere

Hausrotschwanz

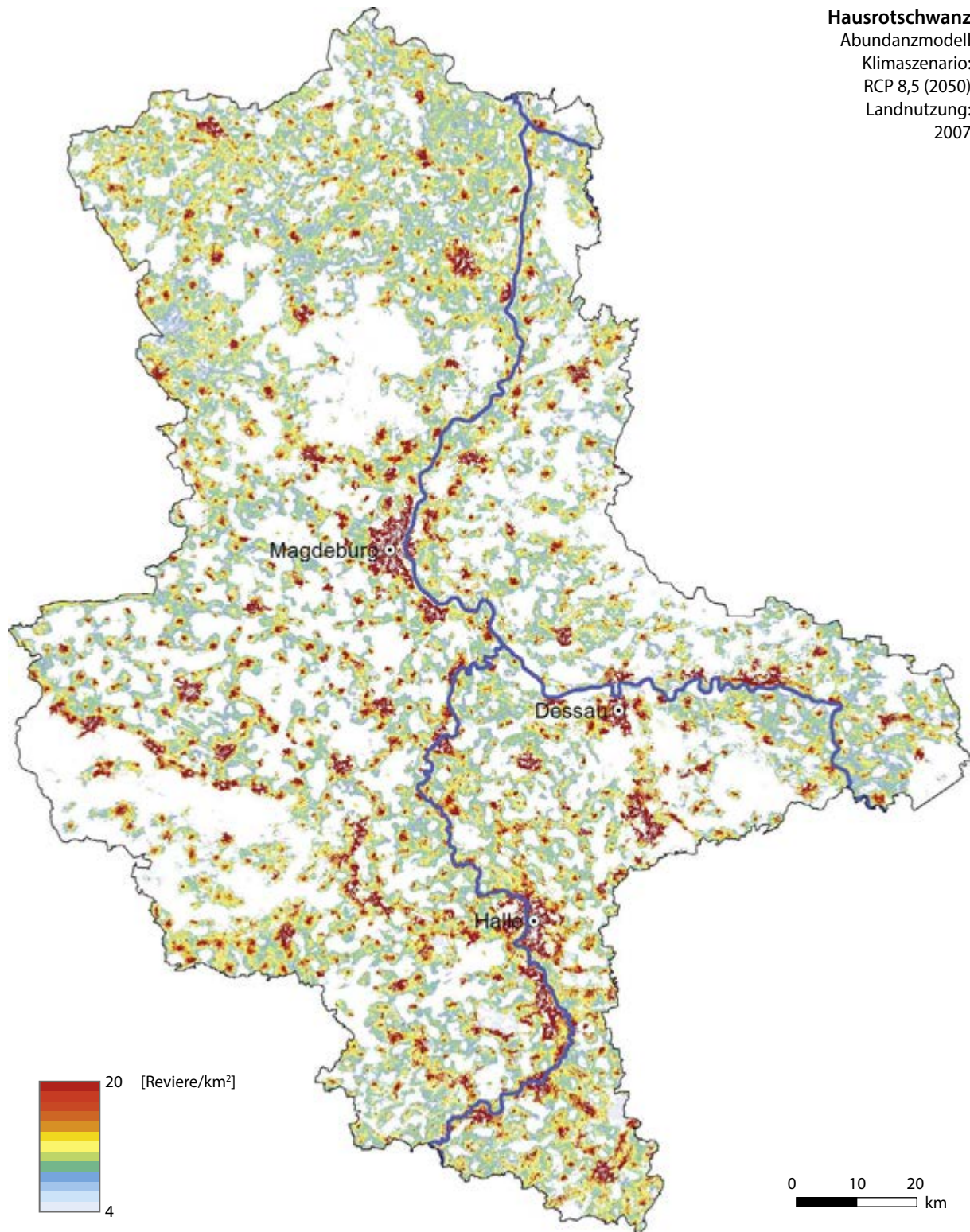
Abundanzmodell

Klimaszenario:

RCP 8,5 (2050)

Landnutzung:

2007



Räumliche Dichteänderung: starke Ausbreitung, Vorkommen in der Agrarlandschaft verdichten sich

Schwerpunkte der Zunahmen: deutliche Zunahme in Siedlungen, prognostizierte Ansiedlungen in der Agrarlandschaft real nur denkbar bei Vorhandensein geeigneter Brutplätze (z. B. in Hütten und Einzelgebäuden)

Schwerpunkte der Abnahmen: keine erkennbar

Populationsgröße Modell: ca. 109.000 Reviere

Hausperling *Passer domesticus*



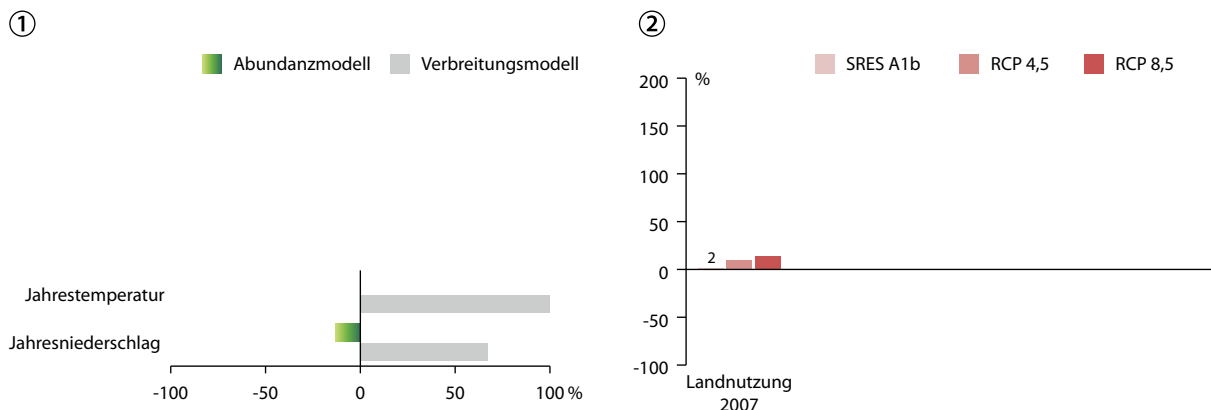
Habitat: Siedlungen und insbesondere Dörfer

Klimaabhängigkeit: HUNTLEY et al. (2007) prognostizieren eine Arealabnahme

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: abnehmend; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): V

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: nach Fluktuationen Anfang bis Mitte der 1990er Jahre zwischen 1998 und 2008 Bestandsabnahmen, die sich aber bis 2011 nicht weiter abzeichneten. leicht rückläufiger Gesamttrend; RL D (2007): V

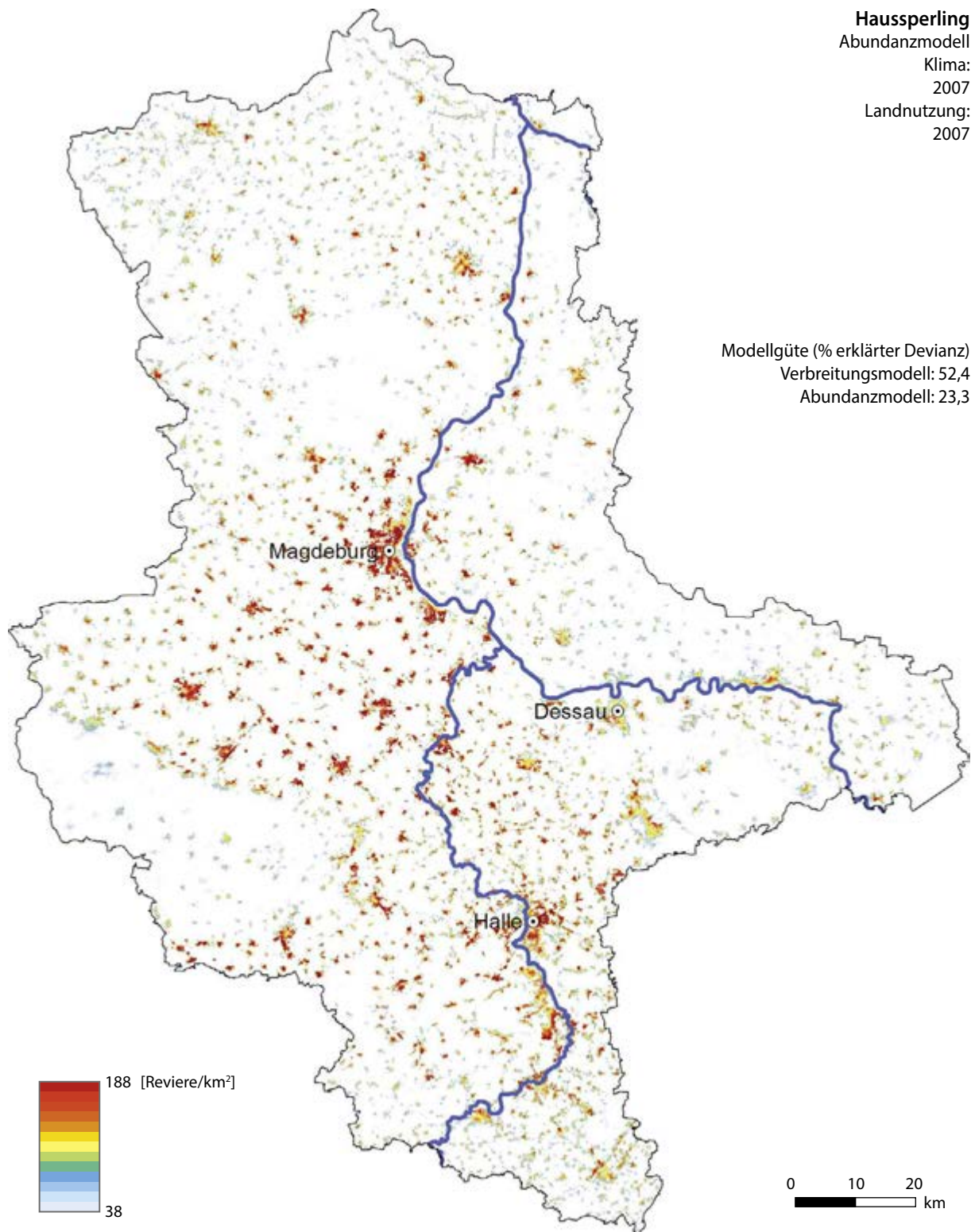
Gefährdungsfaktoren: Veränderung von dörflichen Strukturen und insbesondere Wegfall von Nahrungsflächen im Siedlungsbereich oder in bzw. am Rand der Agrarlandschaft



Bewertung der Modelle und Szenarien

Das Vorkommen des Hausperlings wird sowohl von steigender Niederschlagsmenge als auch Temperatur begünstigt. Allerdings wirkt sich zu hoher Niederschlag negativ auf die lokale Dichte aus (Abb. 1). Insgesamt erscheint die Klimaabhängigkeit nicht sehr ausgeprägt, es werden nur geringe positive Effekt der Klimaveränderung auf die Population des Hausper-

lings prognostiziert (Abb. 2). Lediglich beim extremsten Klimaszenario RCP 8,5 zeigt sich ein Anstieg der Population um über 10%. Diese leicht positiven Vorhersagen bezüglich prognostizierter Klimaveränderungen könnten zumindest einer weiteren Gefährdung der in der Vorwarnliste zur Roten Liste Sachsen-Anhalts stehenden Art entgegenwirken.



Bereiche hoher Dichte: Siedlungsgebiete inkl. städtische Ballungsräume

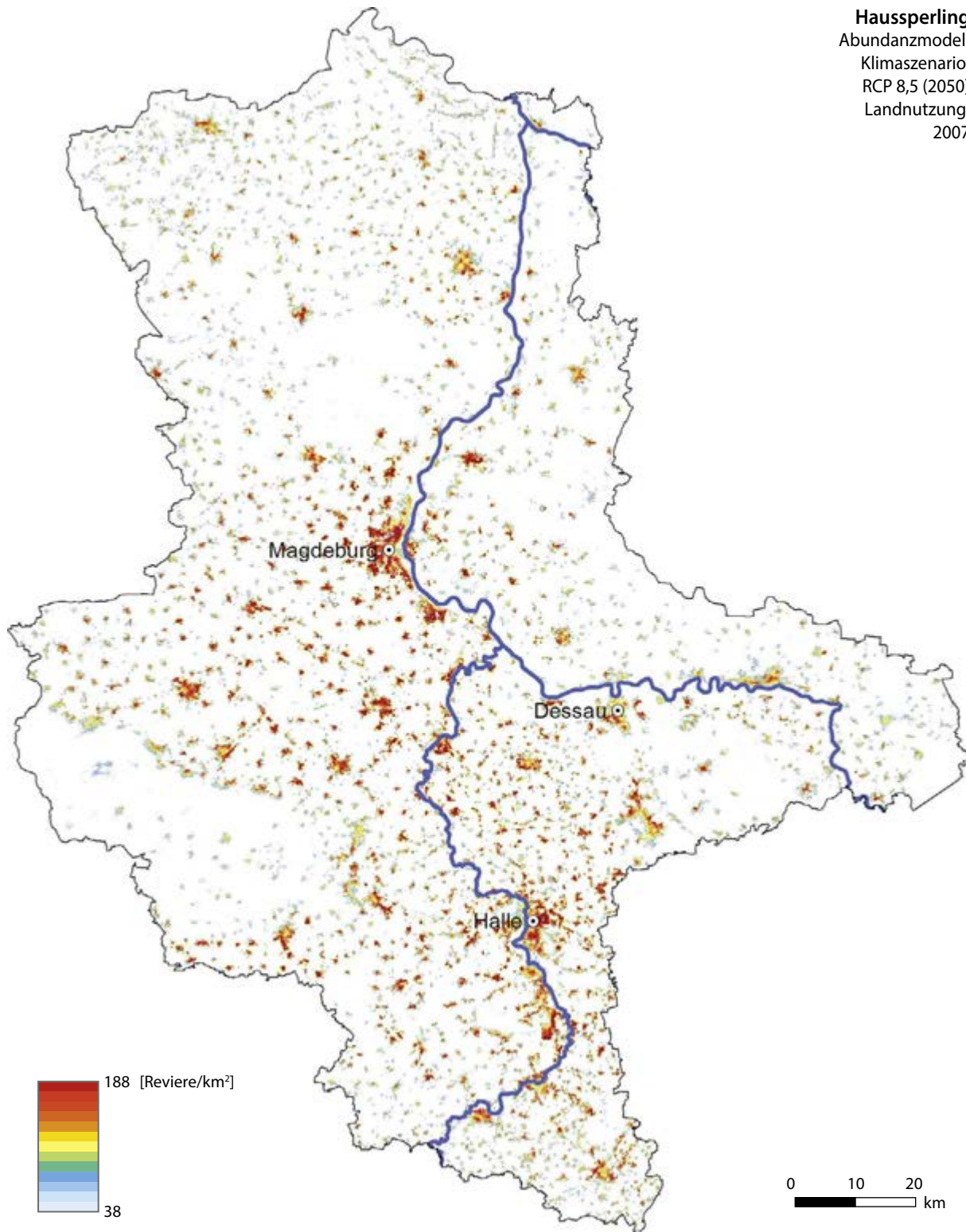
Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Wäldern und in der offenen Agrarlandschaft, wo Einzelgehöfte oder andere Siedlungsstrukturen fehlen

Dichteunterschiede: deutliche Häufigkeitsgefälle zwischen Siedlungen und Umland

Populationsgröße Modell: ca. 244.000 Reviere

Populationsschätzung: 120.000–300.000 Reviere

Haussperling
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007



Räumliche Dichteänderung: Dichteschwerpunkte bleiben bestehen, keine deutlichen Veränderungen

Schwerpunkte der Zunahmen: nicht erkennbar

Schwerpunkte der Abnahmen: keine

Populationsgröße Modell: ca. 277.000 Reviere

Heidelerche *Lullula arborea*



Habitat: Heiden, Moore, Truppenübungsplätze, Trockenrasen, Äcker mit angrenzenden lichten Waldhabitaten

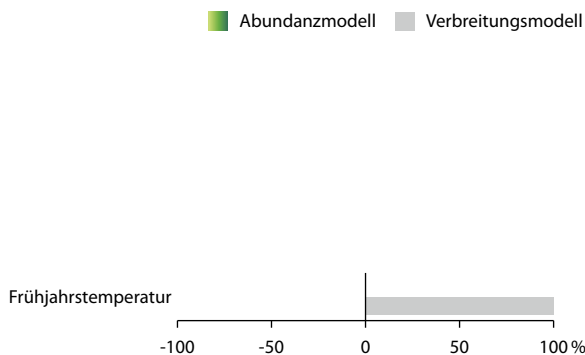
Klimaabhängigkeit: mglw. erhöhte Jungensterblichkeit durch höhere Frühjahrsniederschläge, langfristig verbesserte klimatische Bedingungen

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: abnehmend; 12-Jahres-Trend: (stark) abnehmend; RL ST (2004): –

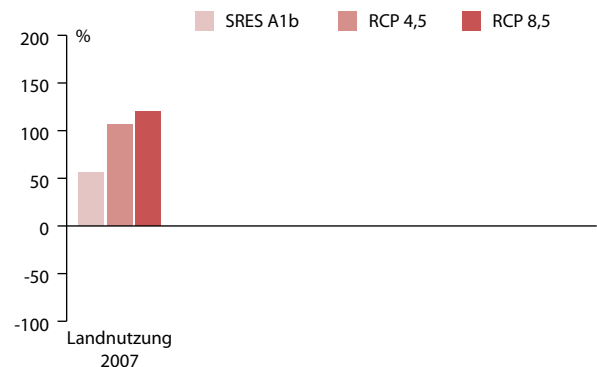
Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: deutliche Bestandszuwächse, die im Kontrast zur negativen Bestandsveränderung in Sachsen-Anhalt stehen; RL D (2007): V

Gefährdungsfaktoren: Habitatverlust, Gehölzaufkommen in vormals lichten Waldbeständen

①



②

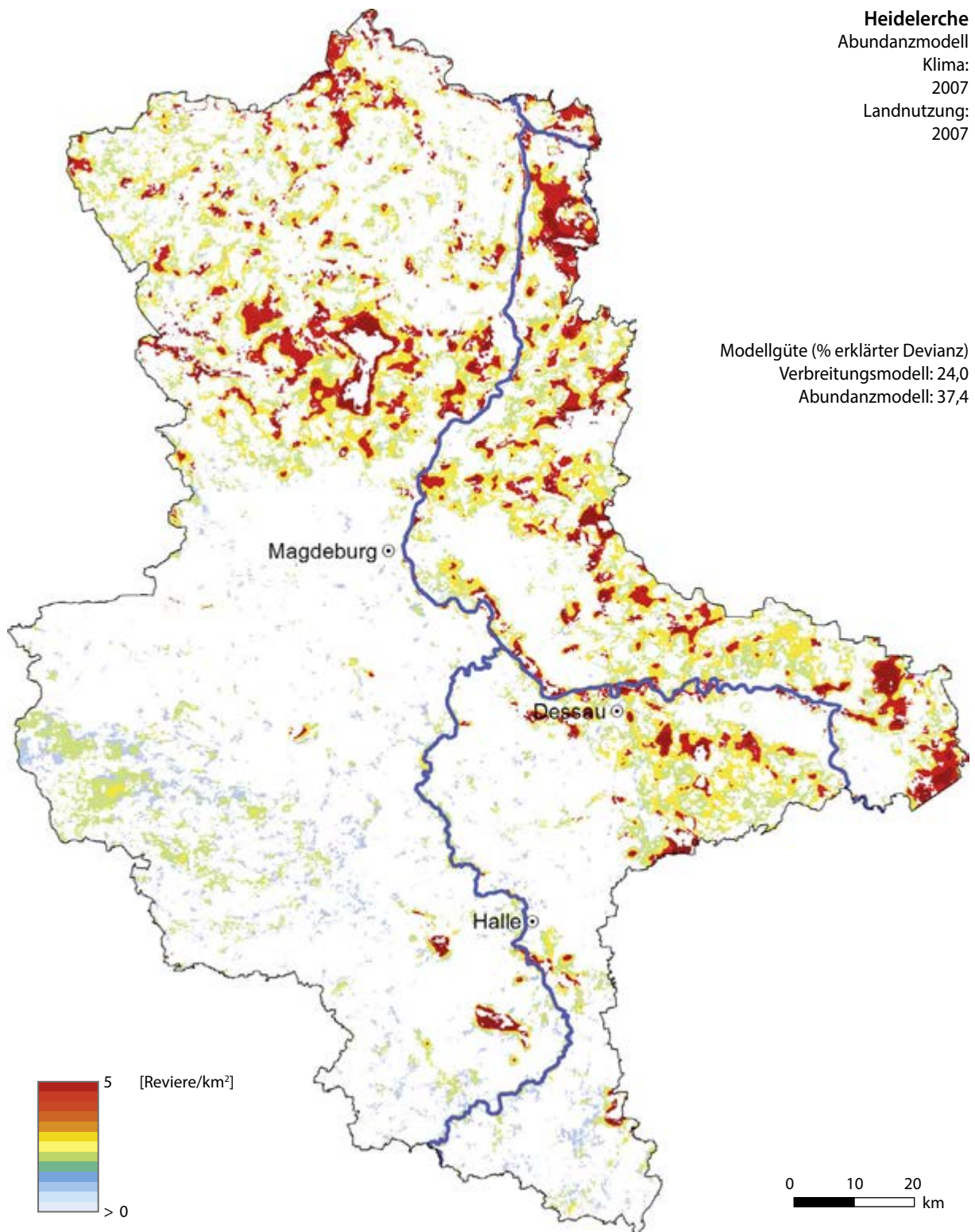


Bewertung der Modelle und Szenarien

In den modellierten Verbreitungskarten ist erkennbar, dass die in Mittel- und Südeuropa häufige, wärmeliebende Art bevorzugt in Gebieten hoher Frühjahrstemperaturen auftritt. Der stark positive Temperatureffekt (Abb. 1) könnte selbst beim moderaten Klimaszenario A1b bereits zu einer Zunahme der Art um 50 %, bei den beiden RCP-Szenarien sogar zu einer Verdopplung der Bestände führen (Abb. 2).

Die Heidelerche zeigte zwar in Sachsen-Anhalt kurzfristig starke Abnahmen, im Gegensatz dazu nimmt die

Art aber in vielen anderen Regionen Ostdeutschlands zu. Dabei bleibt sie nicht auf die namensgebenden Heidegebiete beschränkt, sondern kommt häufig in der Agrarlandschaft bzw. in Übergangsbereichen zwischen lichten Kiefernwäldern und Ackerland vor. Diese Anpassungsfähigkeit an veränderte Habitatbedingungen legt nahe, dass klimatische Bedingungen tatsächlich eine stärkere Rolle bei künftigen Bestandsveränderungen spielen könnten.



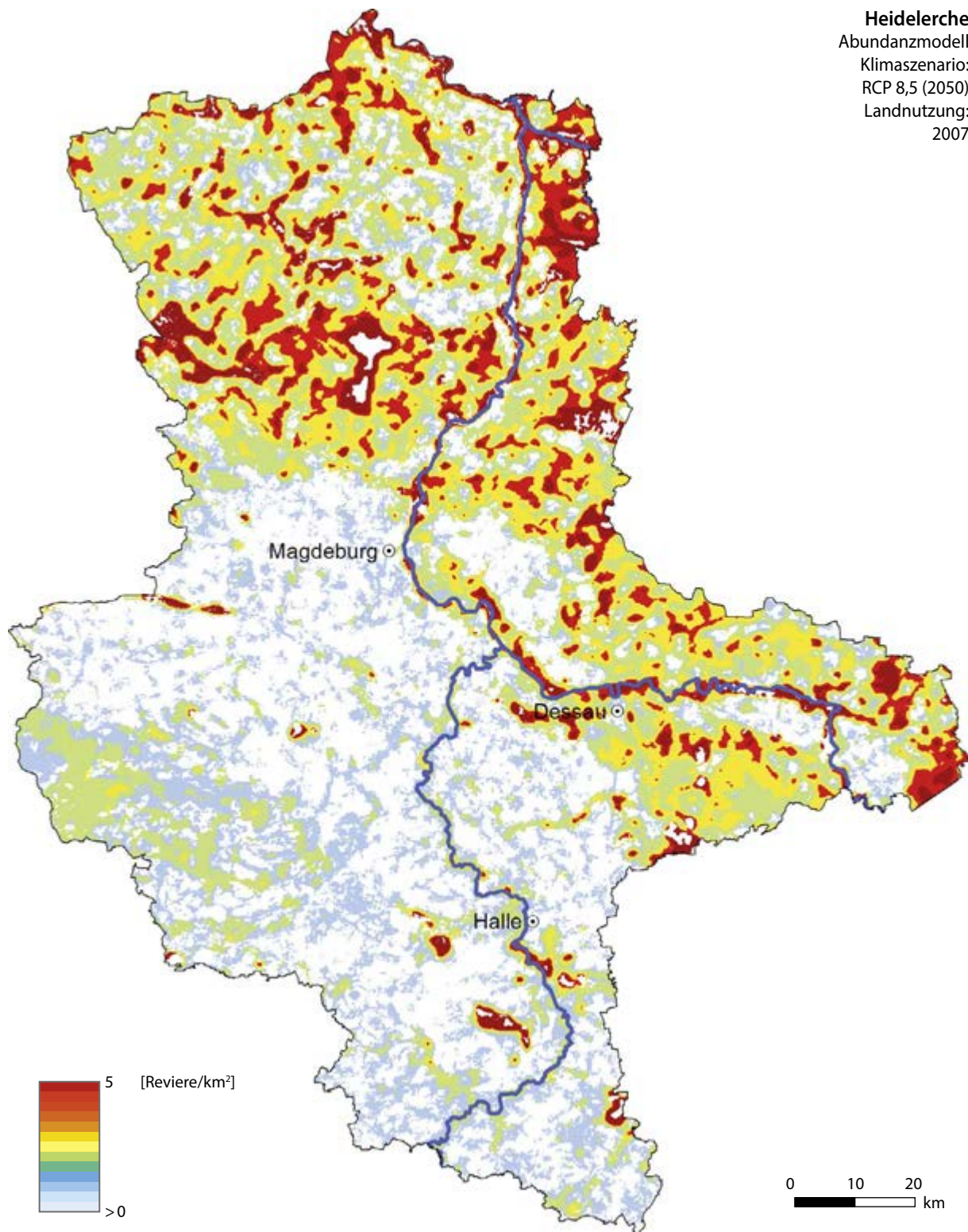
Bereiche hoher Dichte: Heiden, Truppenübungsplätze, Tagebaugelände

Bereiche niedriger Dichte: in Waldrand- und Waldübergangsstadien, seltener in der offenen Agrarlandschaft ohne angrenzende Waldlebensräume

Dichteunterschiede: in den Höhenlagen deutlich seltener als im Tiefland, wenige Vorkommen mit sehr hoher Dichte, viele Bereiche ohne Heidelerchenvorkommen

Populationsgröße Modell: ca. 13.000 Reviere

Populationsschätzung: 10.000–14.000 Reviere



Räumliche Dichteänderung: v.a in lichten Waldbereichen und halboffenen Landschaften

Schwerpunkte der Zunahmen: Altmark auch außerhalb der Heidegebiete, Fläming, Mosigkauer, Dübener und Annaburger Heide, sowie in Tagebaugebieten

Schwerpunkte der Abnahmen: keine, aber in den Börden Bereiche mit nur geringen Änderungen

Populationsgröße Modell: ca. 29.000 Reviere

Ringeltaube *Columba palumbus*



Habitat: Wälder, Offenland, Siedlungen

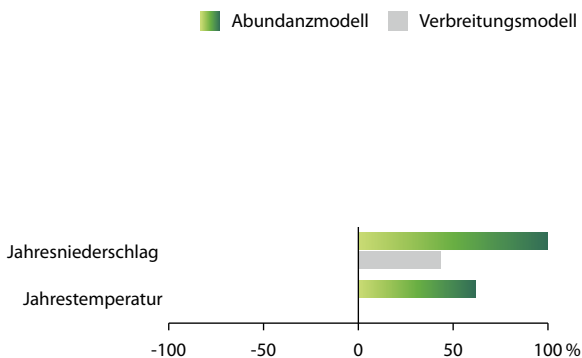
Klimaabhängigkeit: keine klimainduzierten Folgen erkennbar

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: zunehmend; 12-Jahrestrend: zunehmend; RL ST (2004): –

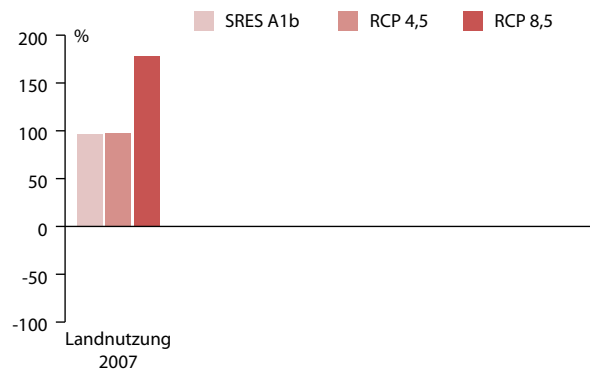
Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: Bestandssituation trotz gelegentlicher, deutlicher Schwankungen stabil; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: lokal Jagd

①



②

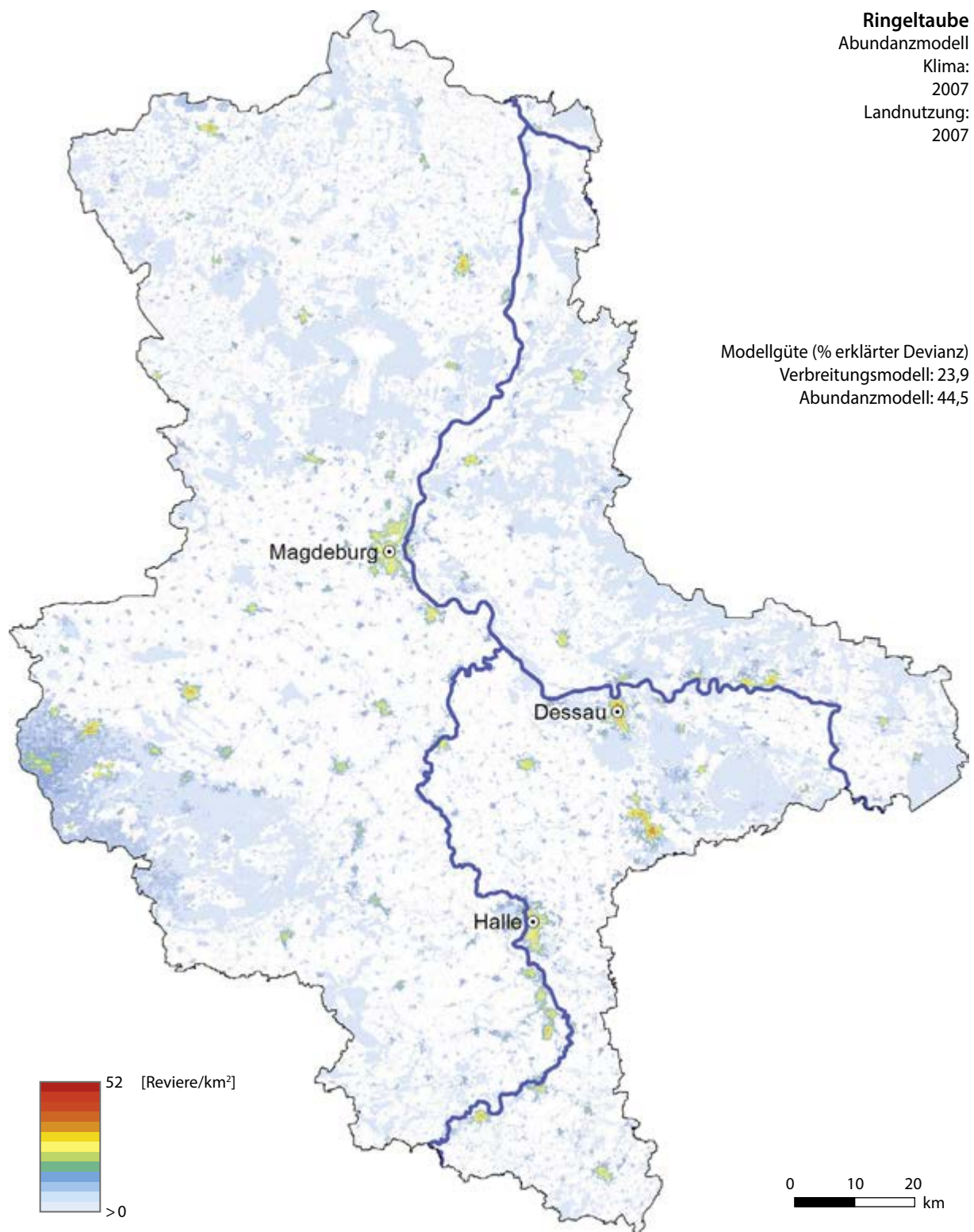


Bewertung der Modelle und Szenarien

Für die Ringeltaube wurde ein deutlich positiver Zusammenhang zwischen Abundanz/Verbreitung und Jahresniederschlag und zwischen Abundanz und Jahrestemperatur ermittelt. Die Bestandszunahme ist zwischen den Szenarien A1b und RCP 4,5 trotz deutlicher Temperaturerhöhung bei RCP 4,5 sehr ähnlich, weil die Bestände bei A1b zusätzlich durch den erhöhten Niederschlag positiv beeinflusst werden. Nieder-

schläge haben bei den RCP-Szenarien keinen großen Effekt mehr, weil sie sich bei diesen nur wenig verändern.

Eine positive Entwicklung in Folge der prognostizierten Klimaveränderung und die ansonsten eher generalistischen Habitatansprüche der Art lassen eine Fortführung der in der jüngeren Vergangenheit festgestellten positiven Populationsentwicklung erwarten.



Bereiche hoher Dichte: Wälder, Siedlungen (höhere Dichten in kleineren Gemeinden im Vergleich zu Ballungsräumen)

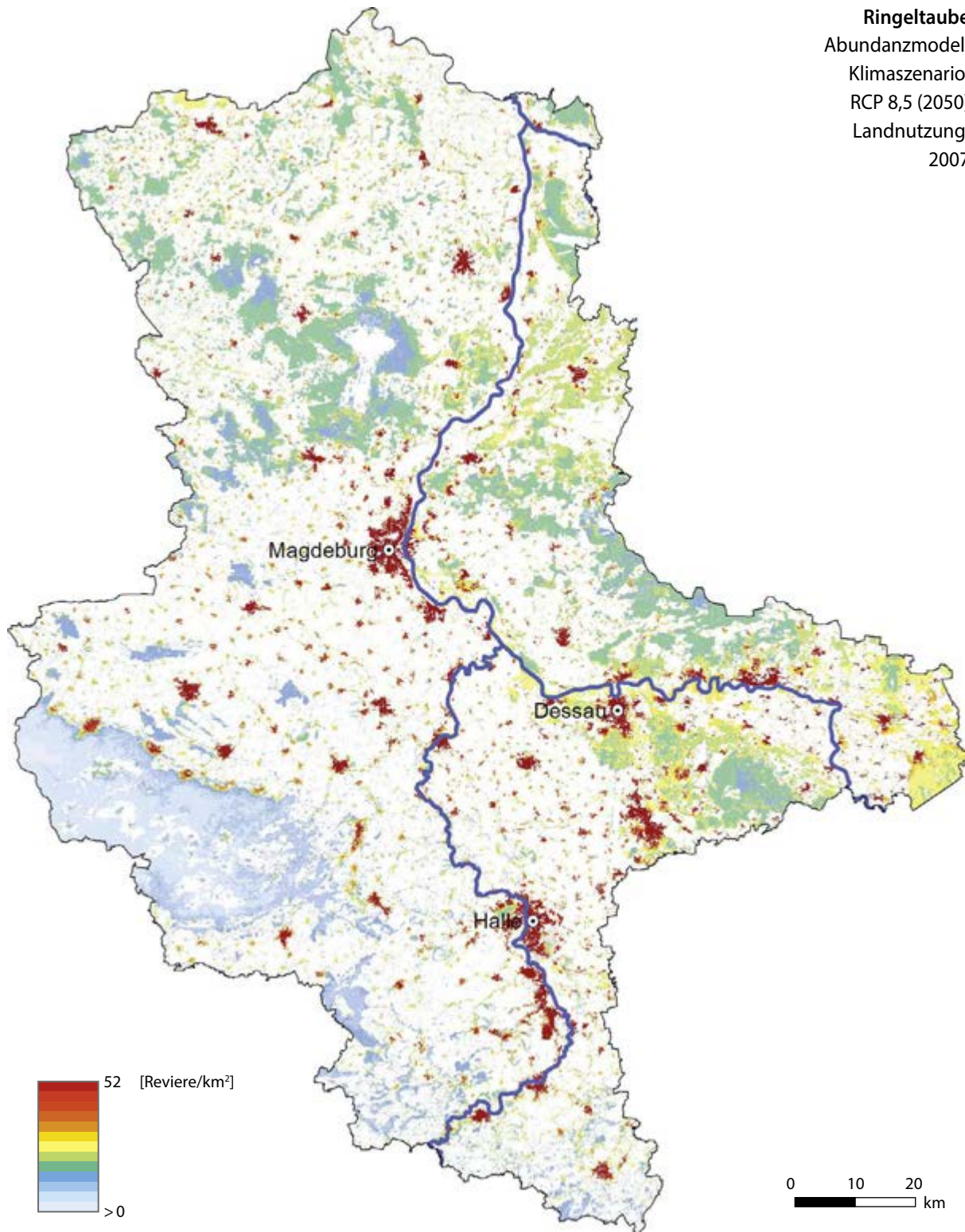
Bereiche niedriger Dichte: offene Agrarlandschaft und Heiden

Dichteunterschiede: in Harz und höheren Fläminglagen häufiger und flächiger als in anderen Teilen Sachsen-Anhalts

Populationsgröße Modell: ca. 50.000 Reviere

Populationsschätzung: 80.000–120.000 Reviere

Ringeltaube
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007



Räumliche Dichteänderung: deutlichere Zunahmen im Norden und Osten im Vergleich mit den westlichen Teilen Sachsen-Anhalts, insgesamt leichte, flächige Zunahme der Dichte

Schwerpunkte der Zunahmen: starke Zunahmen in Ballungsräumen, dörflichen Bereichen und vereinzelt in der Agrarlandschaft, v. a. in der Nähe von Einzelgehöften

Schwerpunkte der Abnahmen: nicht erkennbar, konstante Dichten im Harz

Populationsgröße Modell: ca. 139.000 Reviere

Rohrammer *Emberiza schoeniclus*



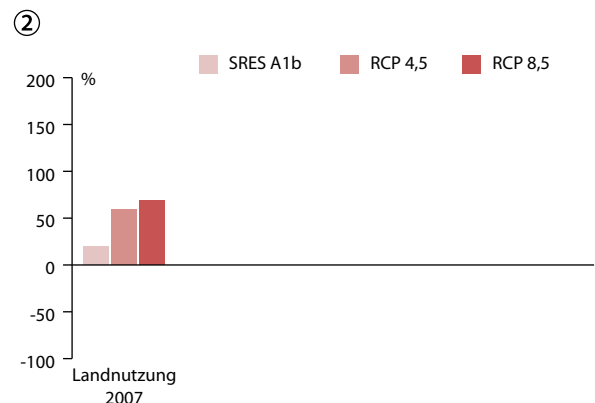
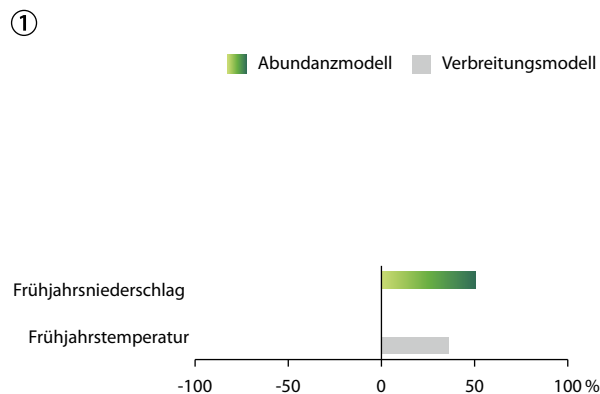
Habitat: Schilfgebiete, Feuchtgrünland, schilfbestandene Gräben im Ackerland

Klimaabhängigkeit: keine klimainduzierten Folgen erkennbar

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: leichter Rückgang, wobei einem deutlichen Anstieg der Bestandszahlen bis 1999 ein ebensolcher Rückgang folgte, RL D (2007): –

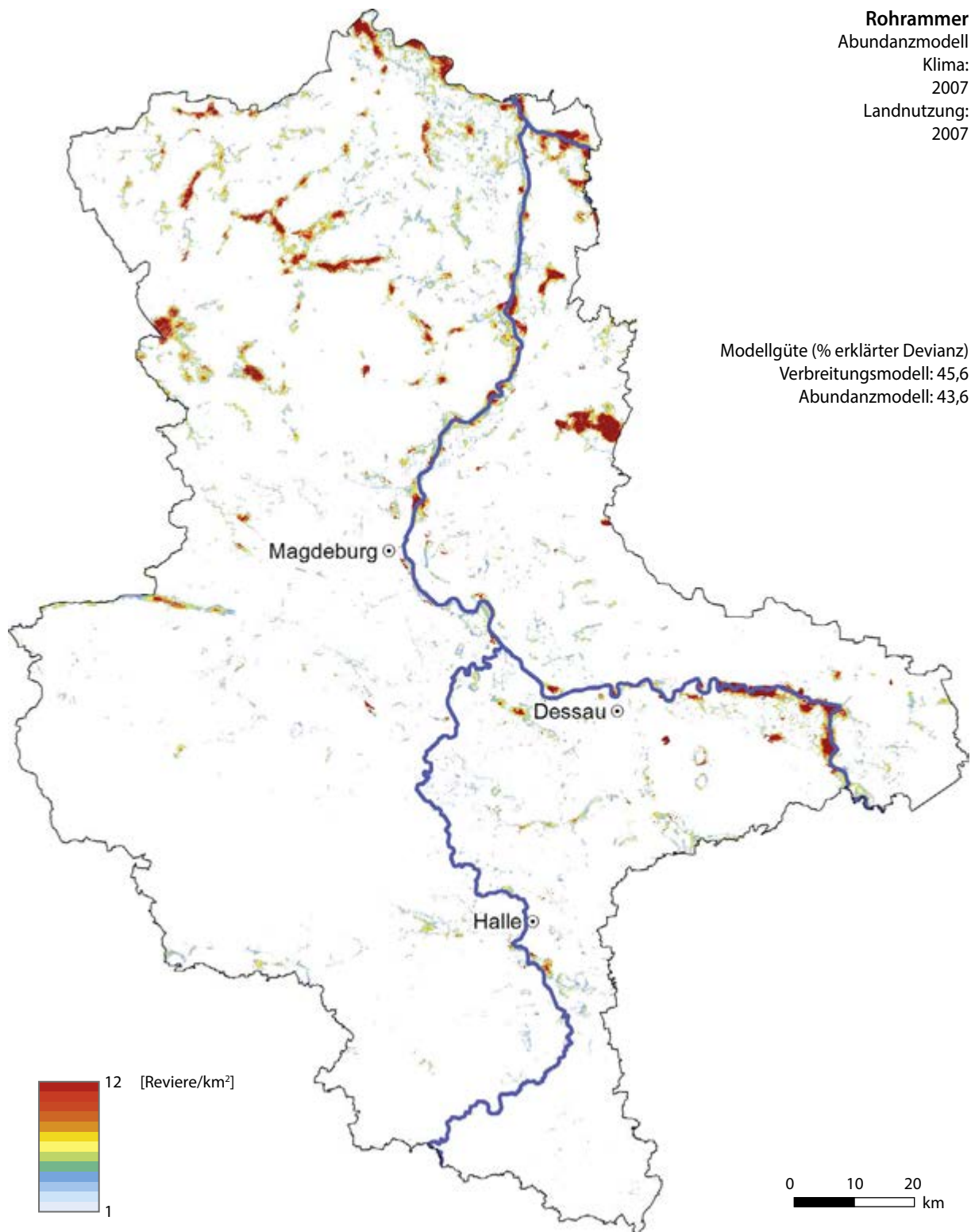
Gefährdungsfaktoren: Umbruch oder Trockenlegung von Feuchtgebieten, Mangel an Schilfvegetation



Bewertung der Modelle und Szenarien

Aufgrund der in den Modellen ermittelten Präferenz der Rohrammer für niederschlagsreichere Klimata (Abb. 1) wurden besonders hohe Bestandszunahmen bei den feuchteren RCP-Szenarien prognostiziert (Abb. 2). Allerdings wird der Unterschied zwischen den RCP-Szenarien nicht vom Niederschlag, sondern von steigenden Temperaturen beeinflusst. In den Modellen

wurde ein positiver Zusammenhang zwischen Auftreten der Rohrammer und Frühjahrstemperaturen festgestellt. Diese Prognosen stehen im Widerspruch zu den Prognosen von HUNTLEY et al. (2007), die für das Ende des 21. Jahrhunderts durch Klimaerwärmung Arealverluste in ganz Europa und gerade auch in Ostdeutschland prognostizieren.



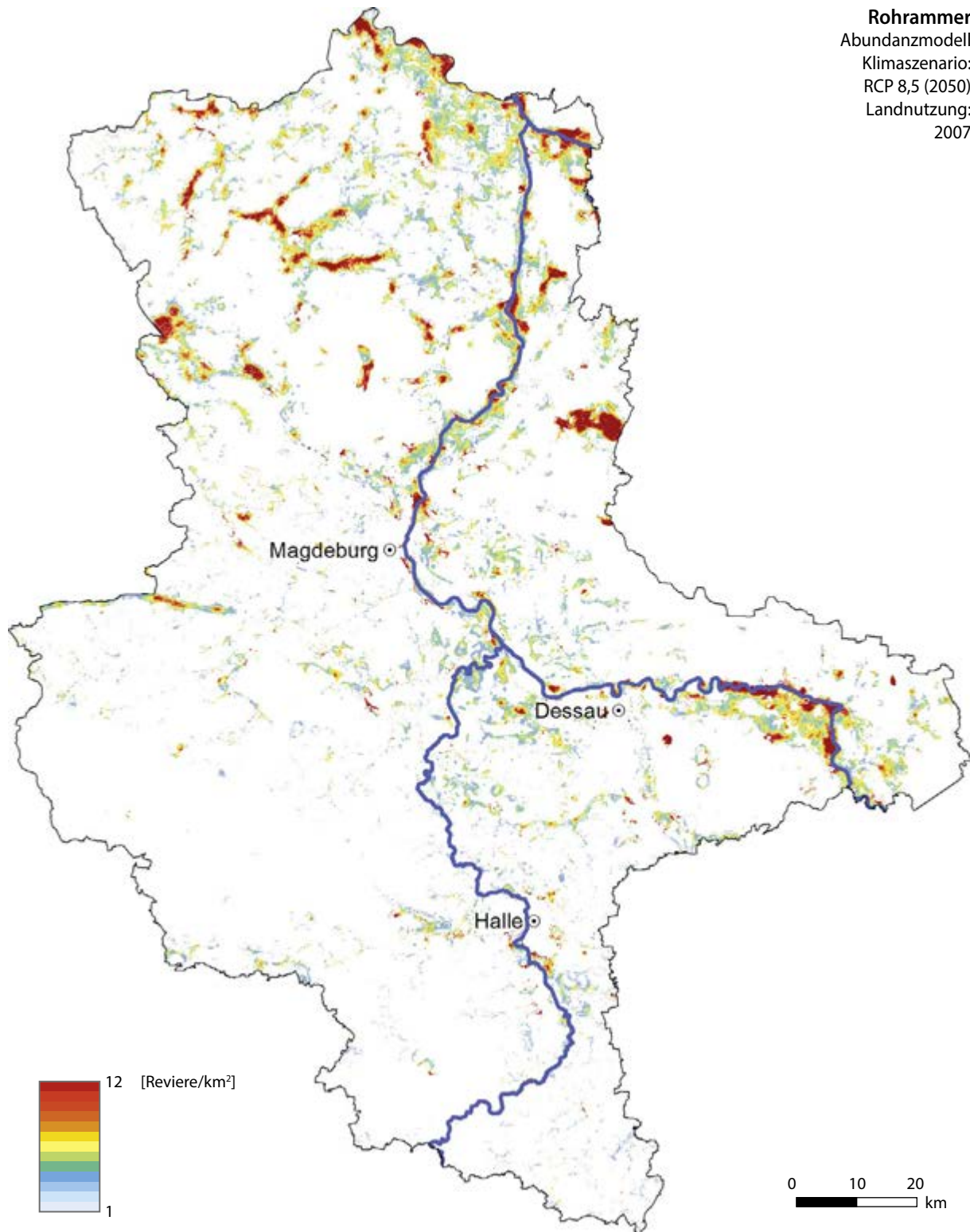
Bereiche hoher Dichte: Schwerpunkte entlang kleinerer Flusssysteme, im Drömling und Fiener Bruch, häufiger in der Altmark

Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Wald- und Siedlungsgebieten sowie in großen Teilen der Börden

Dichteunterschiede: Dichten in der Altmark nur wenig geringer als in Feuchtgebieten

Populationsgröße Modell: ca. 9.200 Reviere

Populationsschätzung: 15.000–25.000 Reviere



Räumliche Dichteänderung: vereinzelte hohe Dichten im Norden des Landes, deutlich sichtbare Zunahmen, v.a. in der Nähe von Flussauen und in bisherigen Schwerpunktgebieten

Schwerpunkte der Zunahmen: insbesondere von der Elbe ausgehend westlich und östlich von Dessau, im Fiener Bruch und lokal an der Elbe nördlich von Magdeburg, dringt dabei auch in Börden vor

Schwerpunkte der Abnahmen: keine erkennbar

Populationsgröße Modell: ca. 15.600 Reviere

Rotkehlchen *Erithacus rubecula*



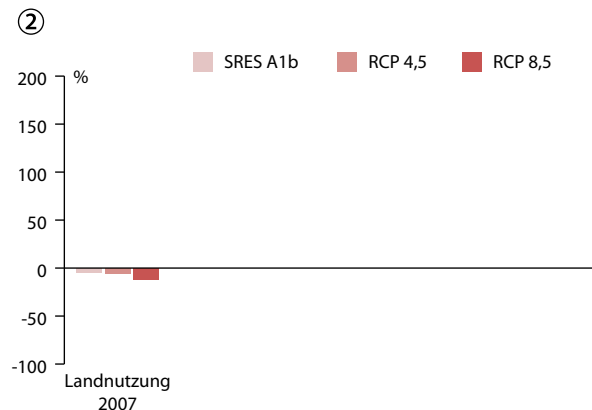
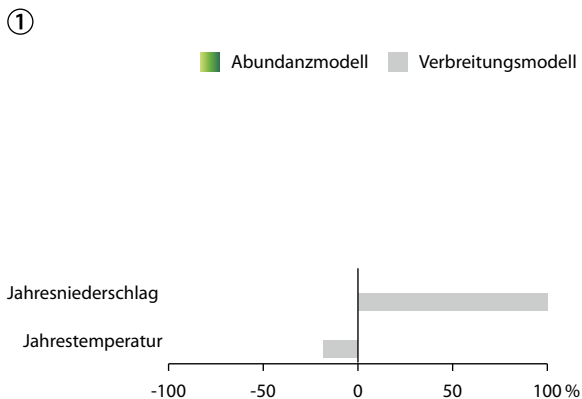
Habitat: unterholzreiche Wälder aller Art, halboffene Landschaften mit Büschen und ausgeprägtem Unterwuchs

Klimaabhängigkeit: keine klimainduzierten Folgen erkennbar

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: abnehmend; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: leichte Abnahme bei deutlichen Bestandsfluktuationen (v. a. starke Bestandseinbrüche), die den Trendverlauf beeinflussen; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Mangel an Unterwuchs und Bodendeckung, hohe Dichte von Prädatoren

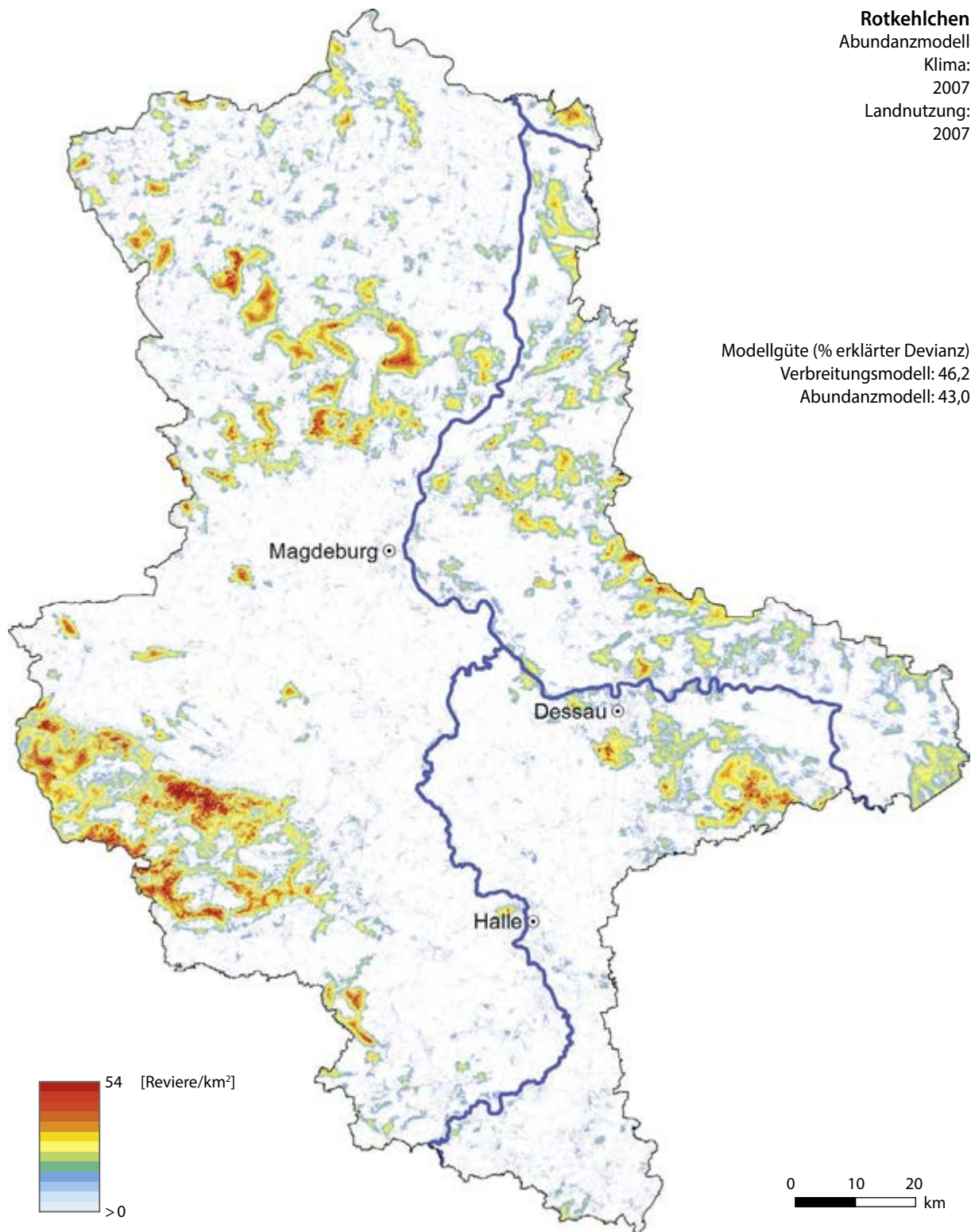


Bewertung der Modelle und Szenarien

Das Rotkehlchen wird als wenig wärmeliebende Art und als Art mit positivem Einfluss hoher Jahresniederschläge (Abb. 1) von den Klimaszenarien negativ beeinflusst. Zunehmende Jahresniederschläge bei Klimaszenario A1b können den negativen Effekt einer gesteigerten Temperaturerhöhung nicht kompensieren (Abb. 2).

Eine Abnahme des Niederschlags im Szenario RCP 8,5 führt zu einer prognostizierten Bestandsabnahme von 12%.

Für die Zukunft ist aufgrund des vergleichsweise geringen Einflusses der Klimaveränderung nicht von einer Bestandsgefährdung des Rotkehlchens auszugehen.



Bereiche hoher Dichte: besonders Harz, Dübener Heide, Fläming, Altmark

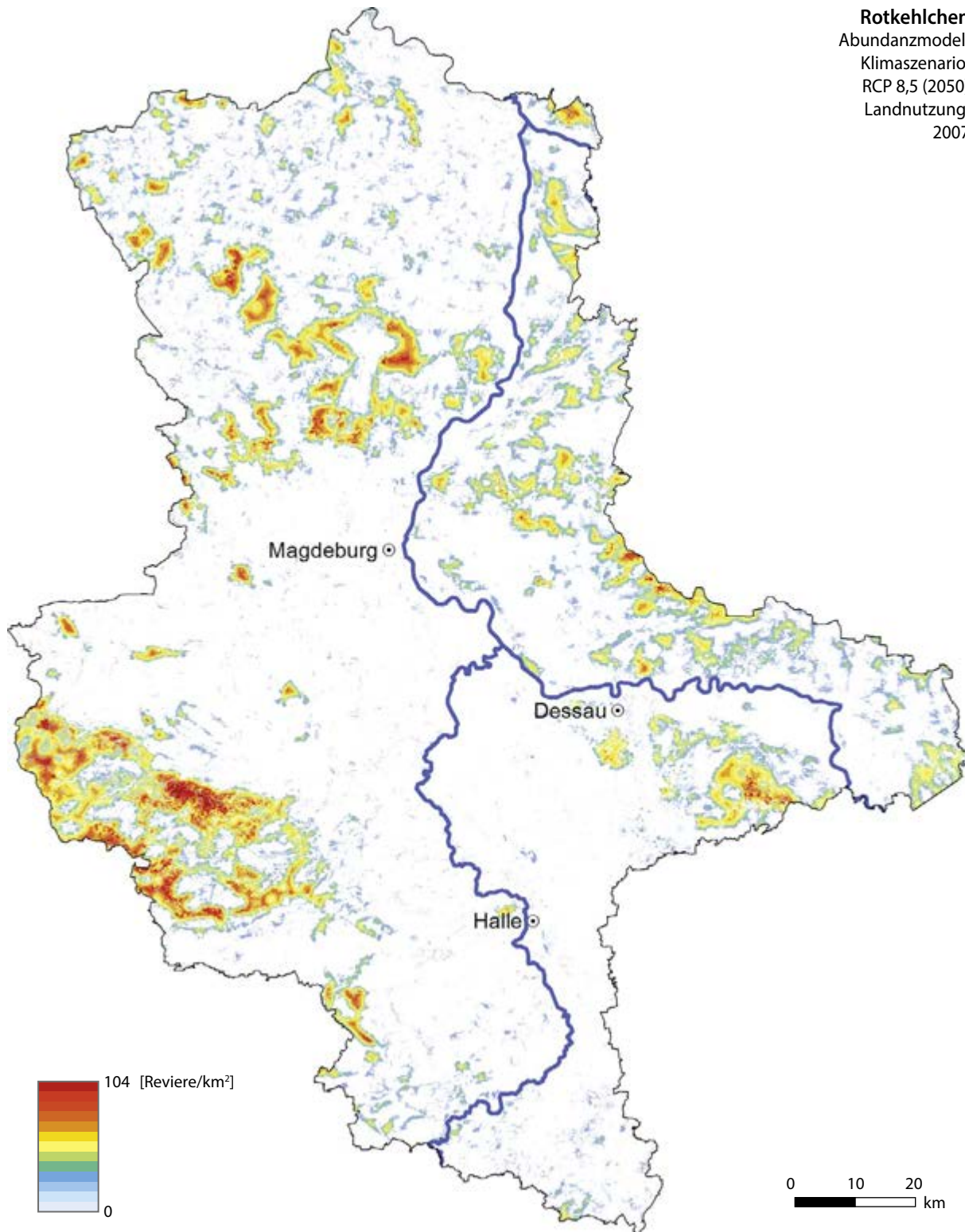
Bereiche niedriger Dichte: fehlt in der offenen Agrarlandschaft

Dichteunterschiede: einzelne Vorkommen sehr deutlich gegen das Umland abgegrenzt (z. B. Vorkommen innerhalb des Harzes)

Populationsgröße Modell: ca. 97.000 Reviere

Populationsschätzung: 100.000–150.000 Reviere

Rotkehlchen
Abundanzmodell
Klimaszenario:
RCP 8,5 (2050)
Landnutzung:
2007



Räumliche Dichteänderung: leichte Dichterückgänge auf der Gesamtlandesfläche

Schwerpunkte der Zunahmen: keine

Schwerpunkte der Abnahmen: sichtbare Abnahme der Dichten im Harz, ebenso in der Dübener Heide und den Kiefernforsten der Altmark

Populationsgröße Modell: ca. 86.000 Reviere



Dorngrasmücke *Sylvia communis*



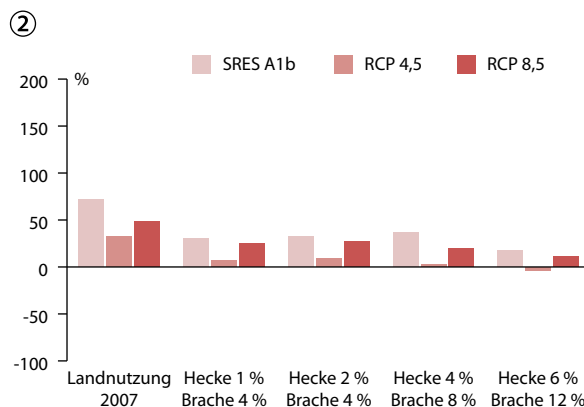
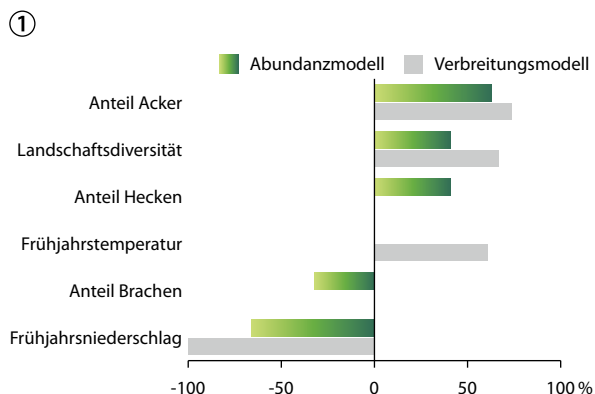
Habitat: Ackerrandhabitate, z. B. Gebüsch, Feldgehölze und Brachen

Klimaabhängigkeit: keine klimainduzierten Folgen erkennbar

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: abnehmend; RL ST (2004): V

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: Bestandsentwicklung in den 1990er Jahren positiv, ab Anfang der 2000er Jahre Bestandsrückgang, seitdem schwankende Bestände. Gesamtentwicklung u. a. von Niederschlägen und Ressourcenangebot im Überwinterungsgebiet beeinflusst; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Intensivierung der agrarischen Nutzung, Entfernen von Hecken, Feldgehölzen und Brachen; klimatische und Landnutzungsänderungen im Winterquartier



Bewertung der Modelle und Szenarien

Zwischen Frühjahrstemperatur und Verbreitung der Dorngrasmücke wurde ein positiver Zusammenhang ermittelt, so dass sie bei allen Klimaszenarien mit der Landnutzung aus dem Referenzjahr 2007 zunimmt (Abb. 2). Die Stärke dieses Effektes wird aber von einem deutlich negativen Zusammenhang zwischen Frühjahrsniederschlägen sowie Vorkommen und Abundanz der Dorngrasmücke beeinflusst (Abb. 1). Der positive Effekt eines Temperaturanstiegs von Szenario A1b bis RCP 8,5 ist daher beim trockenen Klimaszenario A1b

besonders groß, bei den feuchteren RCP-Szenarien hingegen geringer ausgeprägt (Abb. 2).

Der Bestand der Dorngrasmücke steigt mit der Zunahme des Acker- und Heckenanteils in der Landschaft, sehr hohe Bracheanteile in der Umgebung und eine damit verbundene Reduktion von Ackerflächen wirken sich hingegen negativ auf die Dichten aus (Abb. 1). Die prognostizierte Bestandsentwicklung der Dorngrasmücke ist bei nahezu allen Klima- und Landnutzungsszenarien positiv, allerdings reduziert sich der Effekt durch stärkere Landnutzungsänderungen.

Dorngrasmücke

Abundanzmodell

Klima:

2007

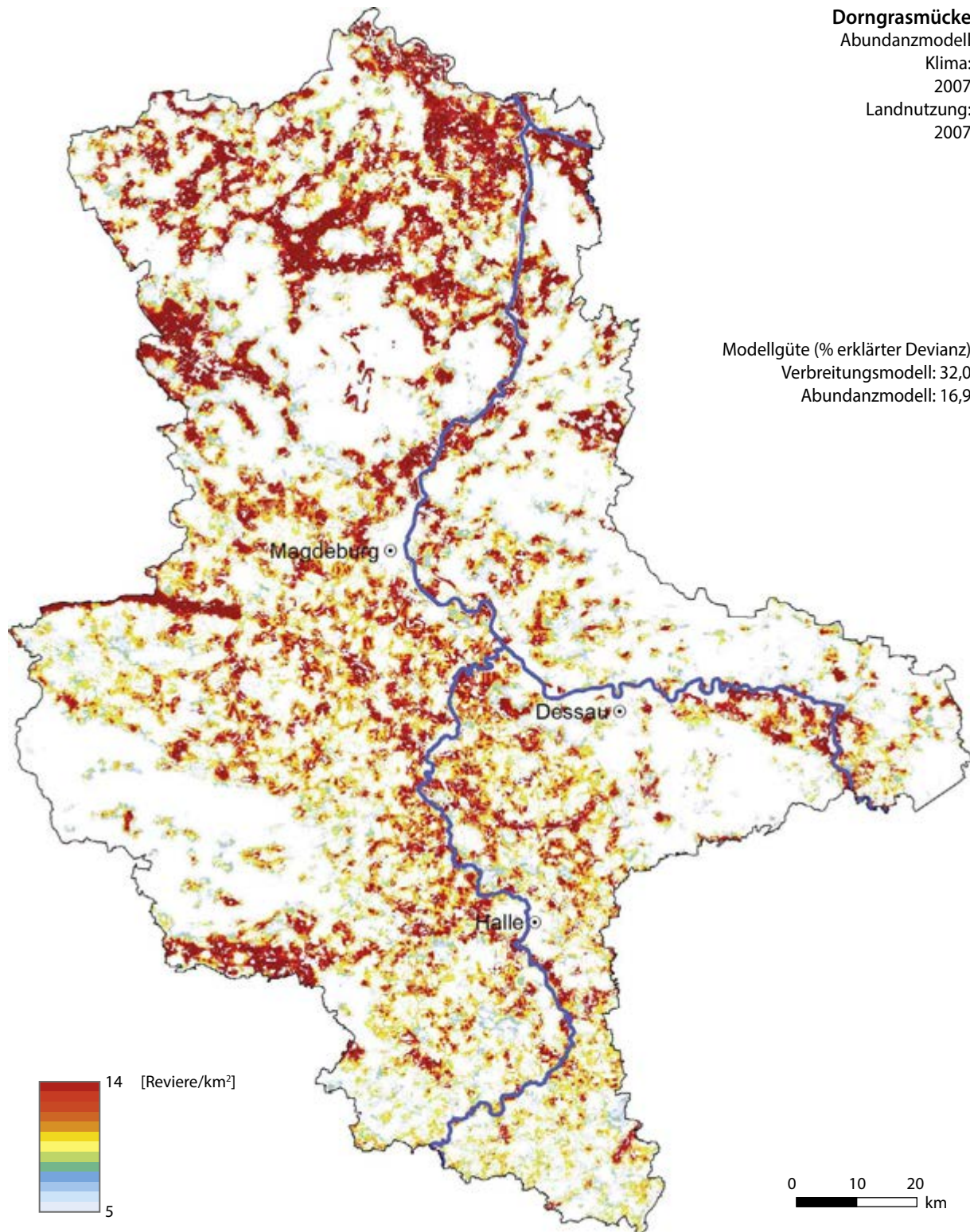
Landnutzung:

2007

Modellgüte (% erklärter Devianz)

Verbreitungsmodell: 32,0

Abundanzmodell: 16,9



Bereiche hoher Dichte: Grünland, Ackerrandhabitate, Busch- und Heckenreihen

Bereiche niedriger Dichte: nur an Waldrändern, aber nicht in Siedlungen oder auf Höhenstufen, geringere Dichten in Börden als im Grünland

Dichteunterschiede: Dichtezentren in der Altmark, im Drömling, Harzvorland und vereinzelt in Flussniederungen (Bode-, Helme/Unstrut-, Dessauer Elbtal)

Populationsgröße Modell: ca. 78.000 Reviere

Populationsschätzung: 20.000–40.000 Reviere

Dorngrasmücke

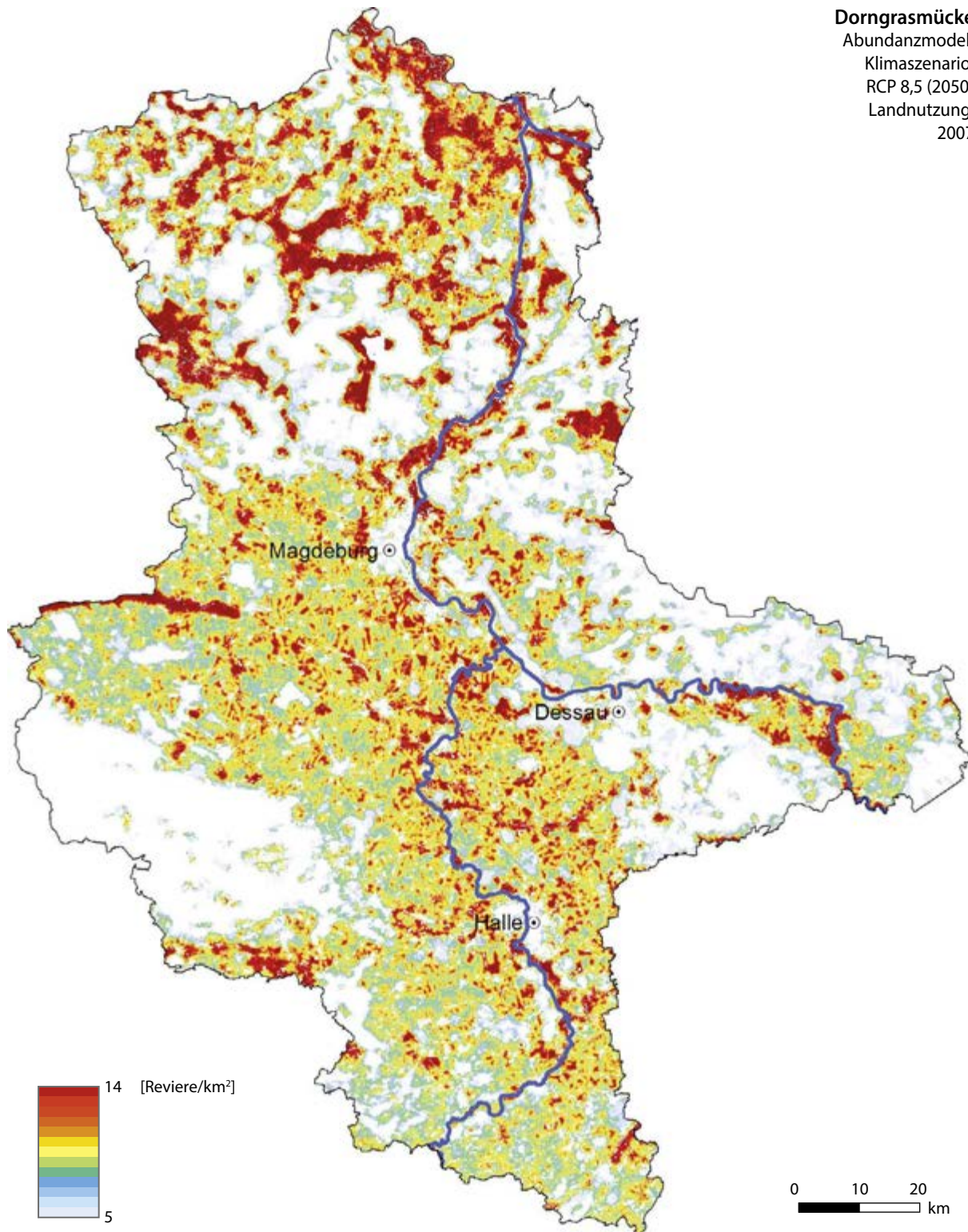
Abundanzmodell

Klimaszenario:

RCP 8,5 (2050)

Landnutzung:

2007

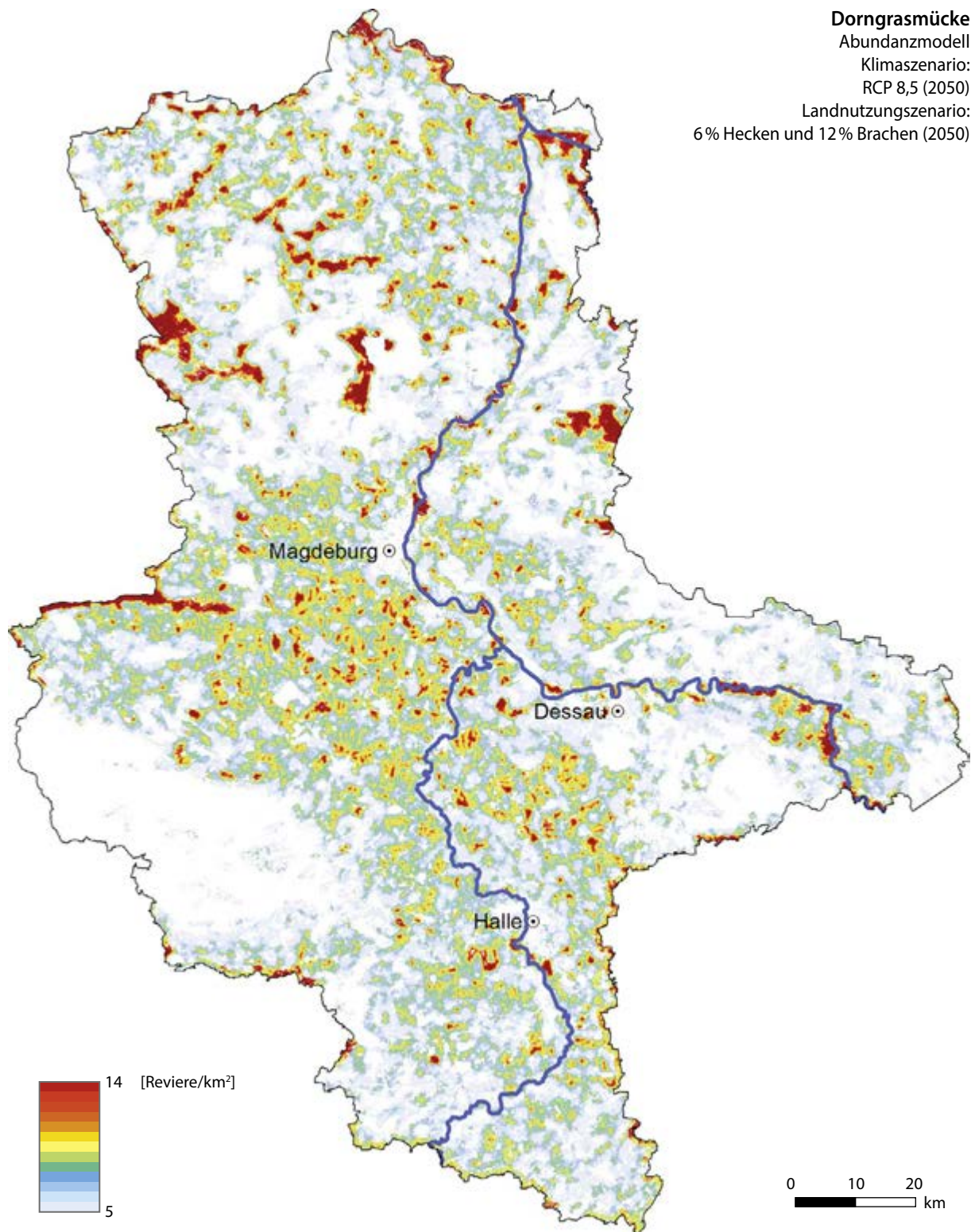


Räumliche Dichteänderung: landesweit Zunahmen der Dichten und z.T. auch Neubesiedlung insbesondere in der Agrarlandschaft

Schwerpunkte der Zunahmen: Neubesiedlung einiger Bereiche des TUP Altmark, deutliche Zunahmen und dichtere Besiedlung in den Börden

Schwerpunkte der Abnahmen: Tallagen des Harzes werden teilweise geräumt, Dichte im Drömling geht zurück

Populationsgröße Modell: ca.115.000 Reviere



Erhöhung des Heckenanteils: leicht positive Effekte sind in der Karte nicht sichtbar und führen auch nur bei gleichbleibendem Bracheanteil zu höheren Beständen (s. Abb. 2)

Erhöhung des Bracheanteils: in den Börden und großen Teilen der Landwirtschaftsflächen in der Altmark reduziert sich die Dichte durch eine möglicherweise zu starke Erhöhung des Bracheanteils

Populationsgröße Modell: ca. 87.000 Reviere

Fazit: Die Dorngrasmücke nimmt durch den Klimawandel deutlich und durch steigende Heckenanteile leicht zu, ein zu hoher Anteil an Brachen mildert diese Effekte jedoch.

Jagdfasan *Phasianus colchicus*



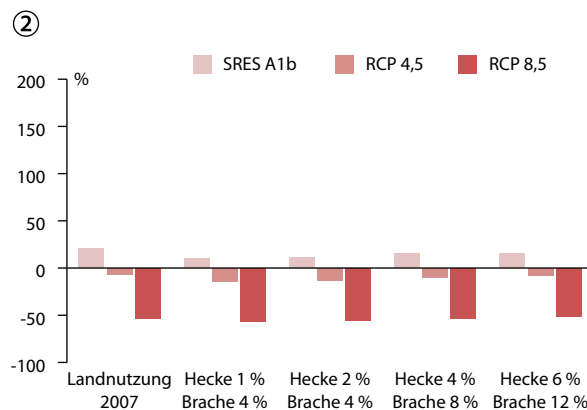
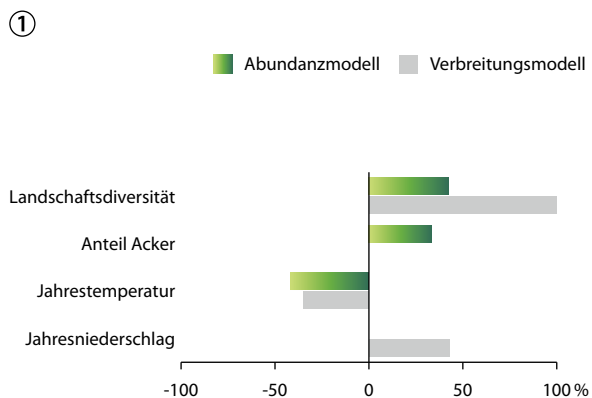
Habitat: Äcker, (halb-) offene Landschaften

Klimaabhängigkeit: könnte von geringerer Wintermortalität profitieren, Effekte werden jedoch durch Besatzaktionen überlagert

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: Anfang der 1990er Jahre mit deutlichen Verlusten, danach ansteigender Bestandstrend; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Intensivierung der agrarischen Nutzung, Jagd, hohe Dichte von Prädatoren



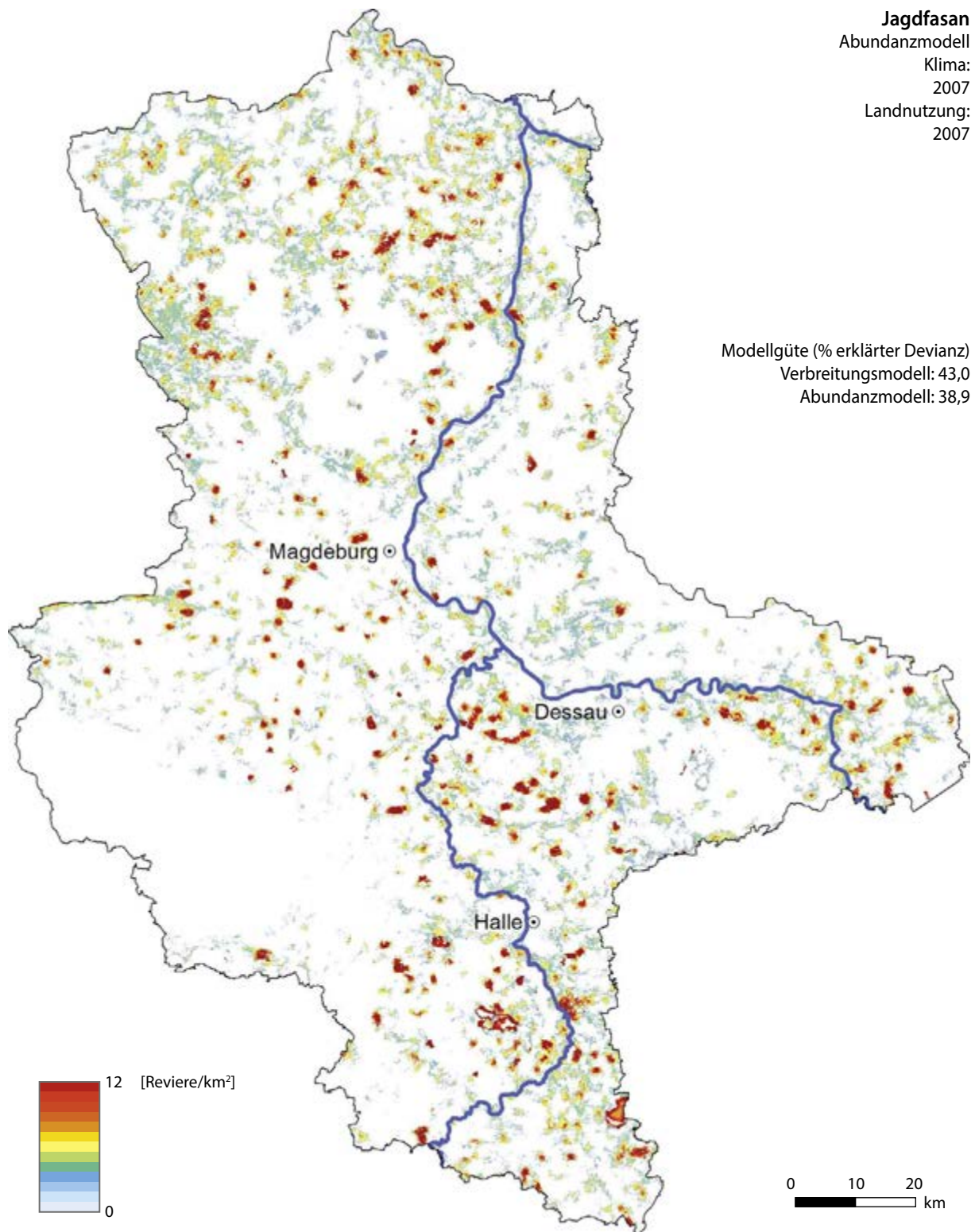
Bewertung der Modelle und Szenarien

Die Vorkommen des Jagdfasans werden im Modell positiv von hohem Jahresniederschlag und negativ von warmen Temperaturen beeinflusst (Abb. 1). Im Szenario A1b mit steigenden Niederschlägen bewirkt dies deutliche Bestandszuwächse (Abb. 2). Bei den trockeneren RCP-Szenarien schlägt der Effekt durch Temperaturanstiege ins Negative um.

Ein hoher Anteil von Acker in der Umgebung der Reviere und eine hohe Landschaftsdiversität wirken sich positiv auf die Dichte der Art aus (Abb. 1). Landnutzungsänderungen im hier untersuchten Umfang genü-

gen laut der Prognosen nicht, um die klimabedingten Bestandseinbrüche zu kompensieren.

Der Jagdfasan ist durch Klimawandel in Sachsen-Anhalt gefährdet, während Landnutzungswandel für die Gesamtpopulation nur eine kleine Rolle spielt. Der Verlust von Ackerfläche führt in den Szenarien laut Prognosen zu geringeren Dichten, nur eine großflächig diversere Landschaftsstruktur könnte diesen Effekt relativieren (s. leicht geringere Verluste bei zunehmenden Hecke-Brache-Anteilen bei den RCP-Szenarien).



Bereiche hoher Dichte: Börden, Ackerflächen, Grünländer und landwirtschaftlich genutzte Gebiete

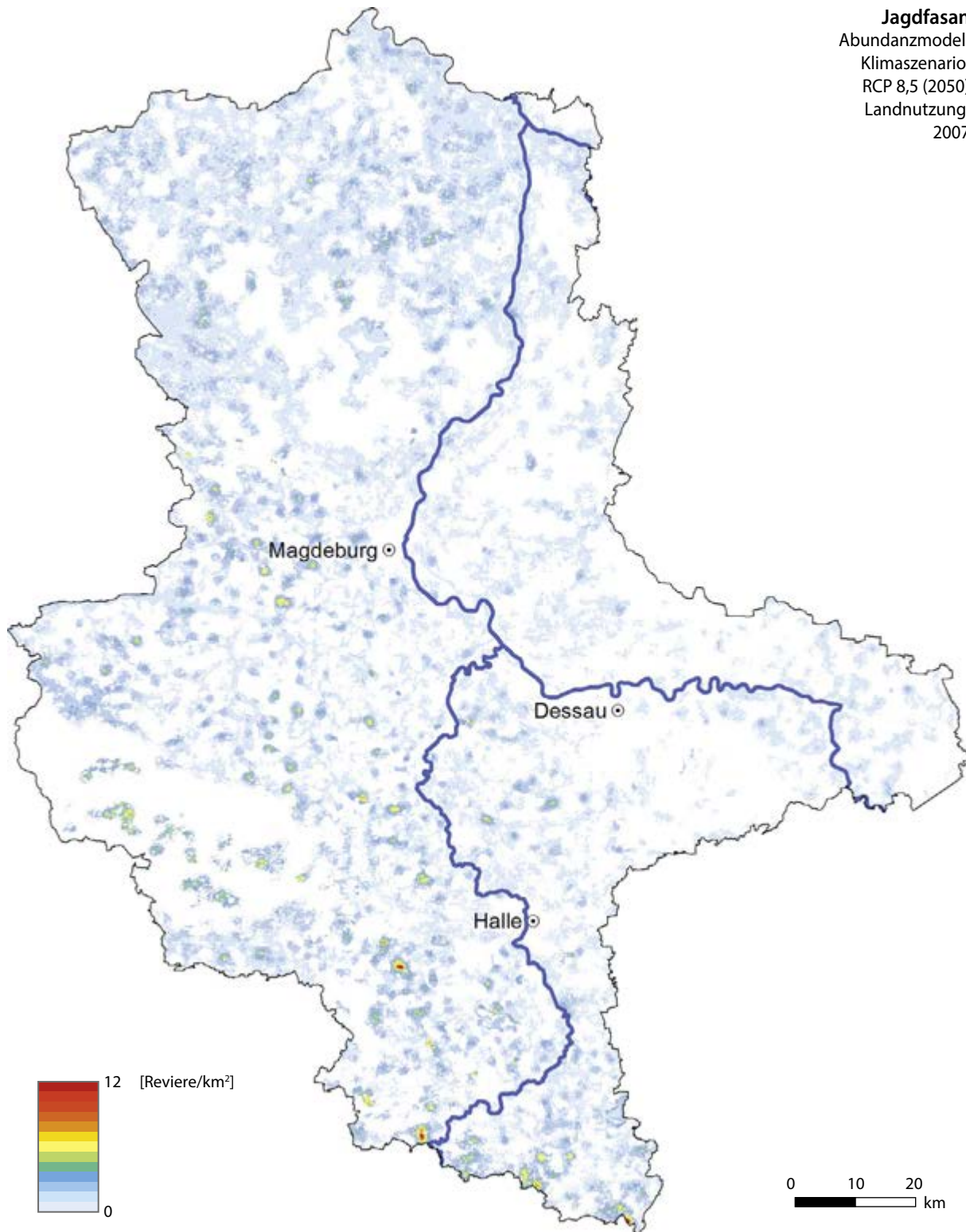
Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Wald- und Siedlungsgebieten, kommt aber in der offenen Agrarlandschaft nur lokal vor

Dichteunterschiede: relativ kleine Bereiche höherer Dichten, insbesondere in einzelnen Kulturen (u. a. Mais), die sich von unbesiedeltem Umland abheben

Populationsgröße Modell: ca. 19.000 Reviere

Populationsschätzung: 10.000–15.000 Reviere

Jagdfasan
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007

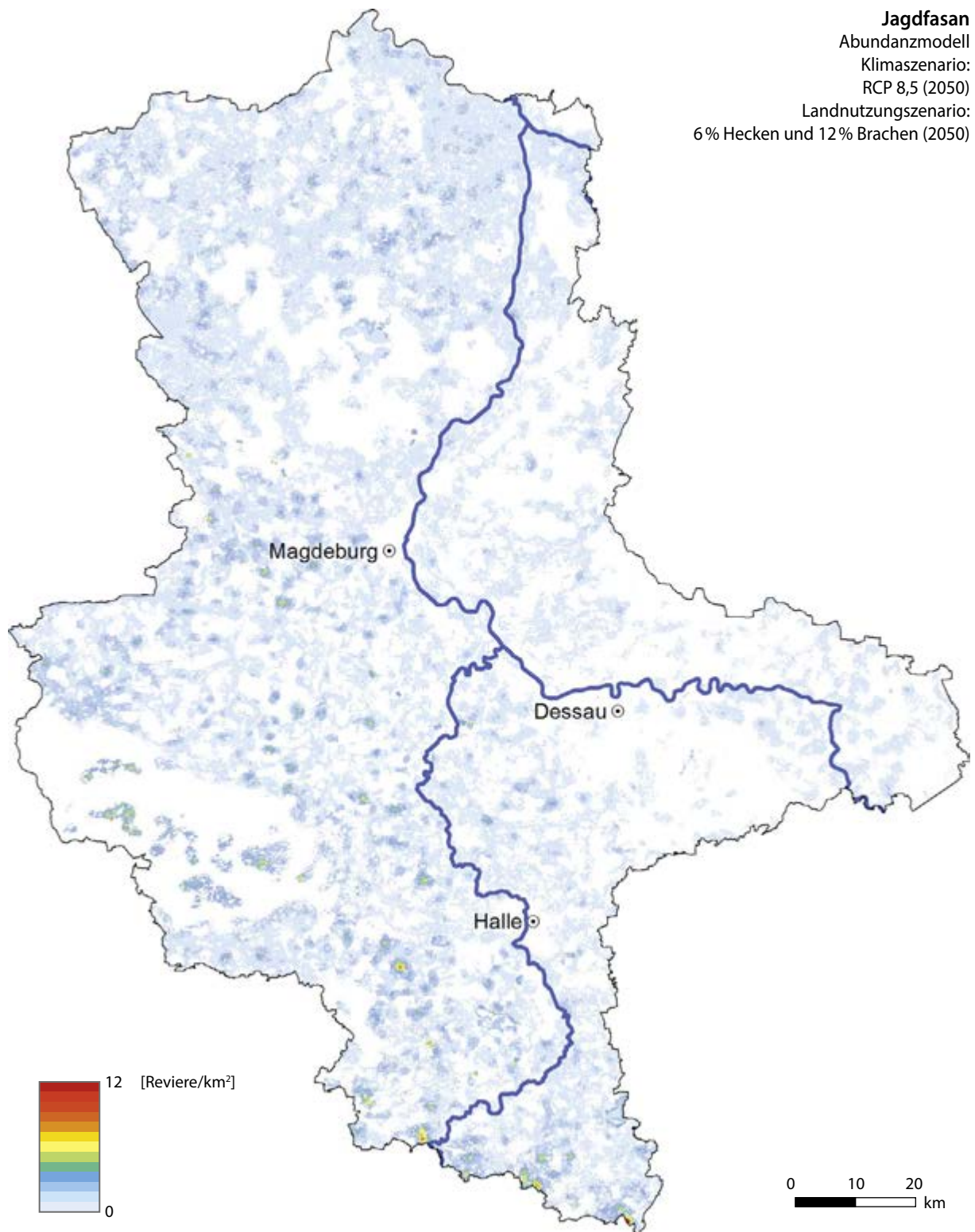


Räumliche Dichteänderung: Dichten nehmen landesweit ab, Vorkommen werden aber flächiger

Schwerpunkte der Zunahmen: dringt in den Harz vor und kommt im Drömling, weiten Teilen der nördlichen Altmark und den Börden flächiger vor

Schwerpunkte der Abnahmen: es zeigen sich kaum mehr Unterschiede in den Dichten, ganz Sachsen-Anhalt erscheint durch die Rückgänge in nur sehr geringer Dichte besiedelt

Populationsgröße Modell: ca. 9.100 Reviere



Erhöhung des Hecken- und Bracheanteils: Umwandlung von Ackerflächen in Hecken und Brachen hat bei den RCP-Szenarien durch eine gesteigerte Landnutzungsdiversität leicht positive Auswirkungen auf die Bestände

Populationsgröße Modell: ca. 9.400 Reviere

Fazit: Landnutzungswandel trägt nur wenig zur Milderung klimabedingter Bestandsabnahmen bei, bei moderatem Klimawandel lassen sich aber durch eine Steigerung der Landschaftsdiversität positive Effekte erzielen.

Feldlerche *Alauda arvensis*



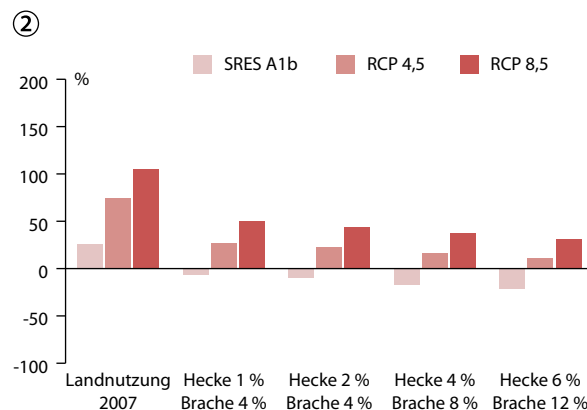
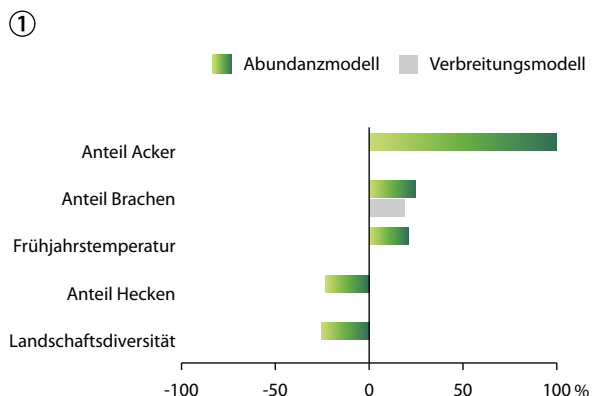
Habitat: Äcker, Heiden, Moore, Truppenübungsplätze, Feuchtgrünland, Trockenrasen

Klimaabhängigkeit: erhöhte Frühjahrsniederschläge könnten sich negativ auf den Bruterfolg auswirken

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: abnehmend; 12-Jahres-Trend: abnehmend; RL ST (2004): V

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: Bestandserholung nach deutlichen Verlusten infolge landwirtschaftlicher Intensivierung ab Mitte der 1990er Jahre zeitgleich zu einem Anstieg der Bracheanteile, rückläufige Bestände ab Anfang der 2000er Jahre mit Rücknahme von Flächenstillegungen; RL D (2007): 3

Gefährdungsfaktoren: Intensivierung der agrarischen Nutzung, Zunahme des Maisanbaus, Sukzession auf naturnahen Standorten

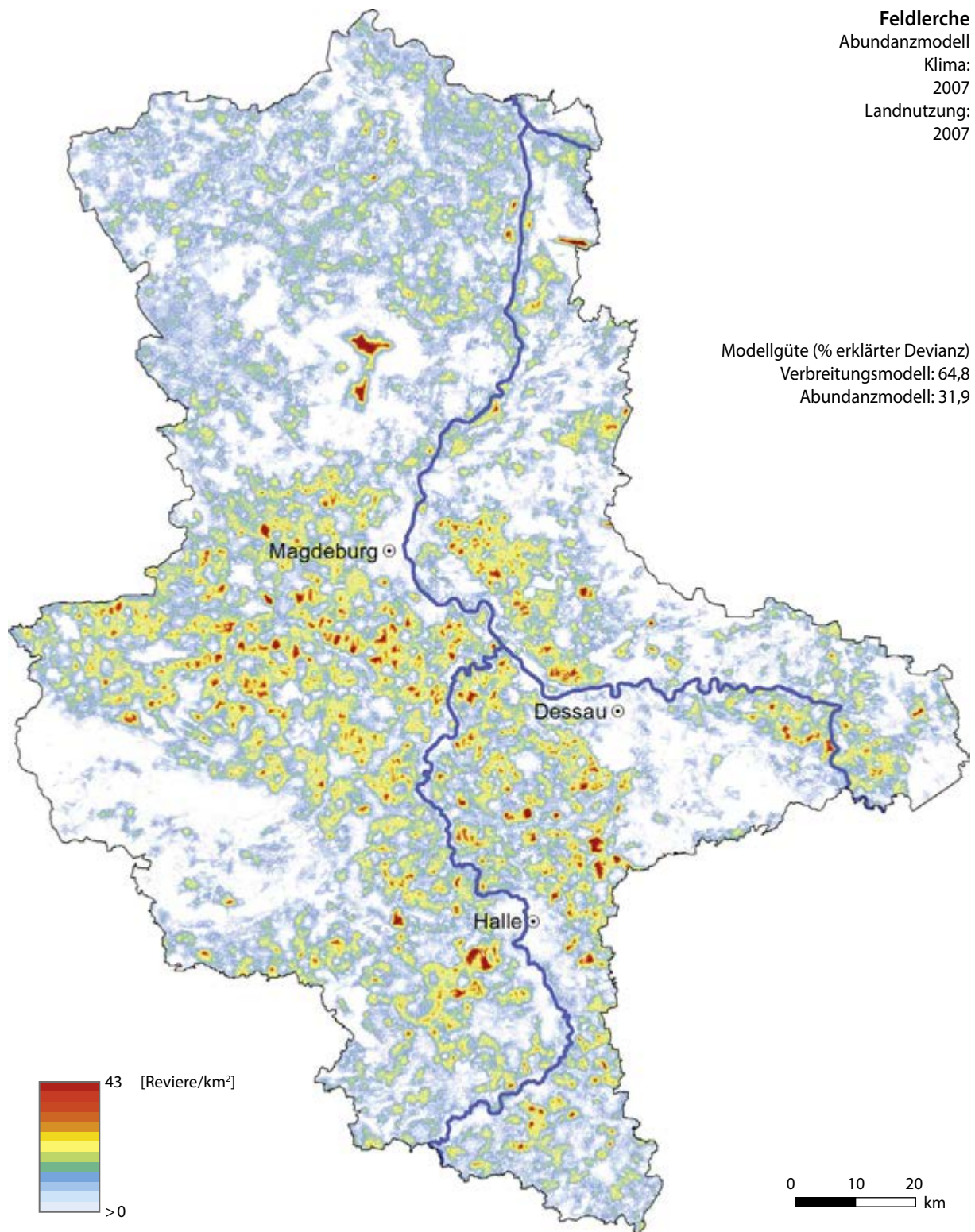


Bewertung der Modelle und Szenarien

Die Modelle zeigen, dass die Art in Landschaften mit geringer Diversität an Nutzungstypen hohe Abundanzen aufweist (Abb. 1). Während Ackerhabitate und (weniger stark) Brachen die Feldlerche fördern, besteht ein negativer Zusammenhang zwischen Feldlerchen-dichte und Landschaften mit hohem Heckenanteil. Aufgrund dieser Effekte wirkt sich die Erhöhung der Brachen bei gleichzeitiger Steigerung des Heckenan-

teils nicht deutlich positiver auf den Brutbestand aus (Abb. 2).

Höhere Frühjahrstemperaturen wirken sich positiv auf die Feldlerchenabundanz aus. Die prognostizierte starke Zunahme der Feldlerchenpopulation durch den Klimawandel, wird bei gleichzeitiger Landnutzungsänderung in Folge einer Erhöhung des Heckenanteils deutlich geschmälert.



Bereiche hoher Dichte: Börden, Ackerflächen, Truppenübungsplätze

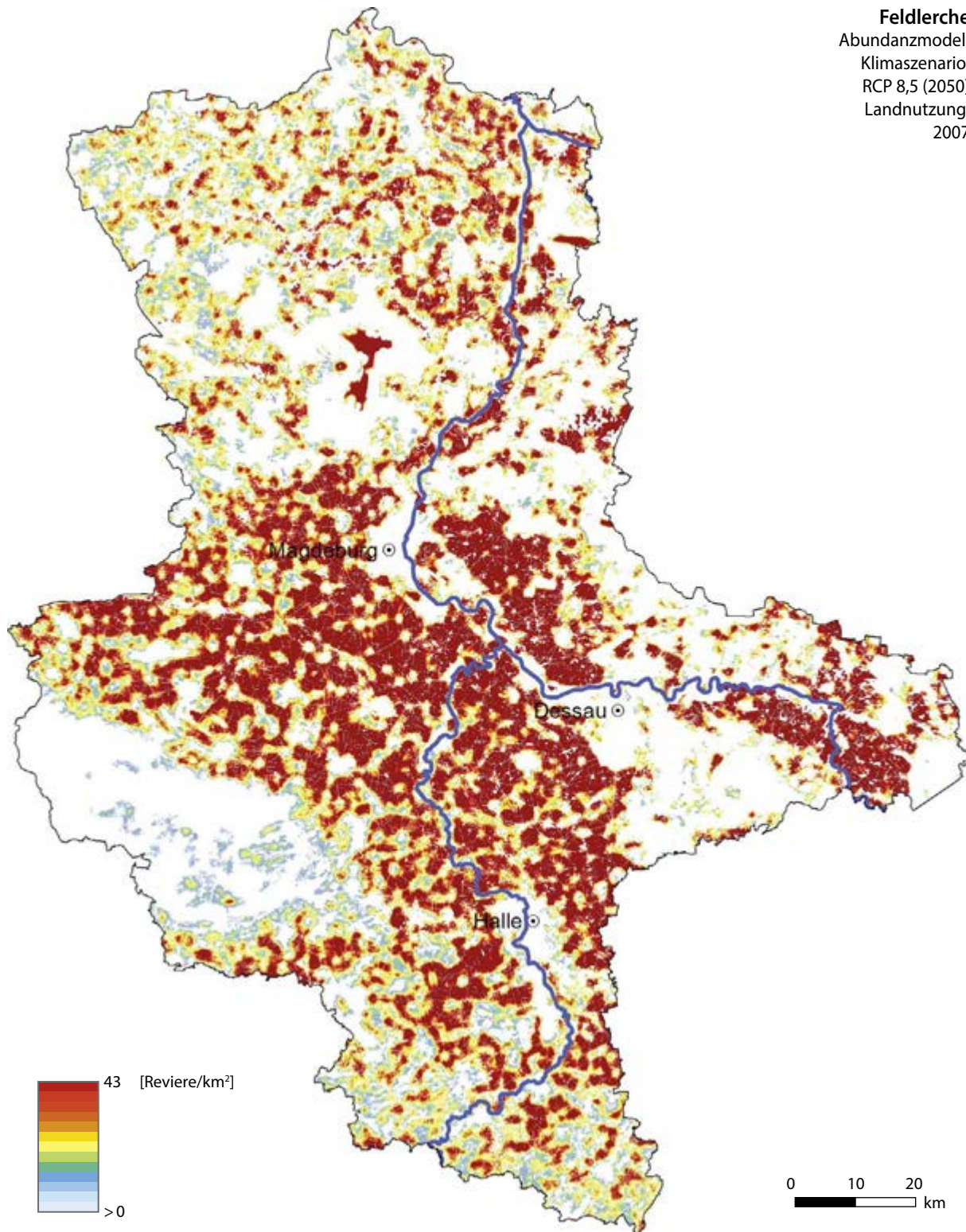
Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Wald- und Siedlungsgebieten, geringe Dichten im Grünland

Dichteunterschiede: prinzipiell häufiger in Börden, aber Dichteunterschiede zwischen Börden und Altmark (nach Abgleich mit Kartierungsergebnissen) evtl. überschätzt

Populationsgröße Modell: ca. 153.000 Reviere

Populationsschätzung: 150.000–300.000 Reviere

Feldlerche
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007

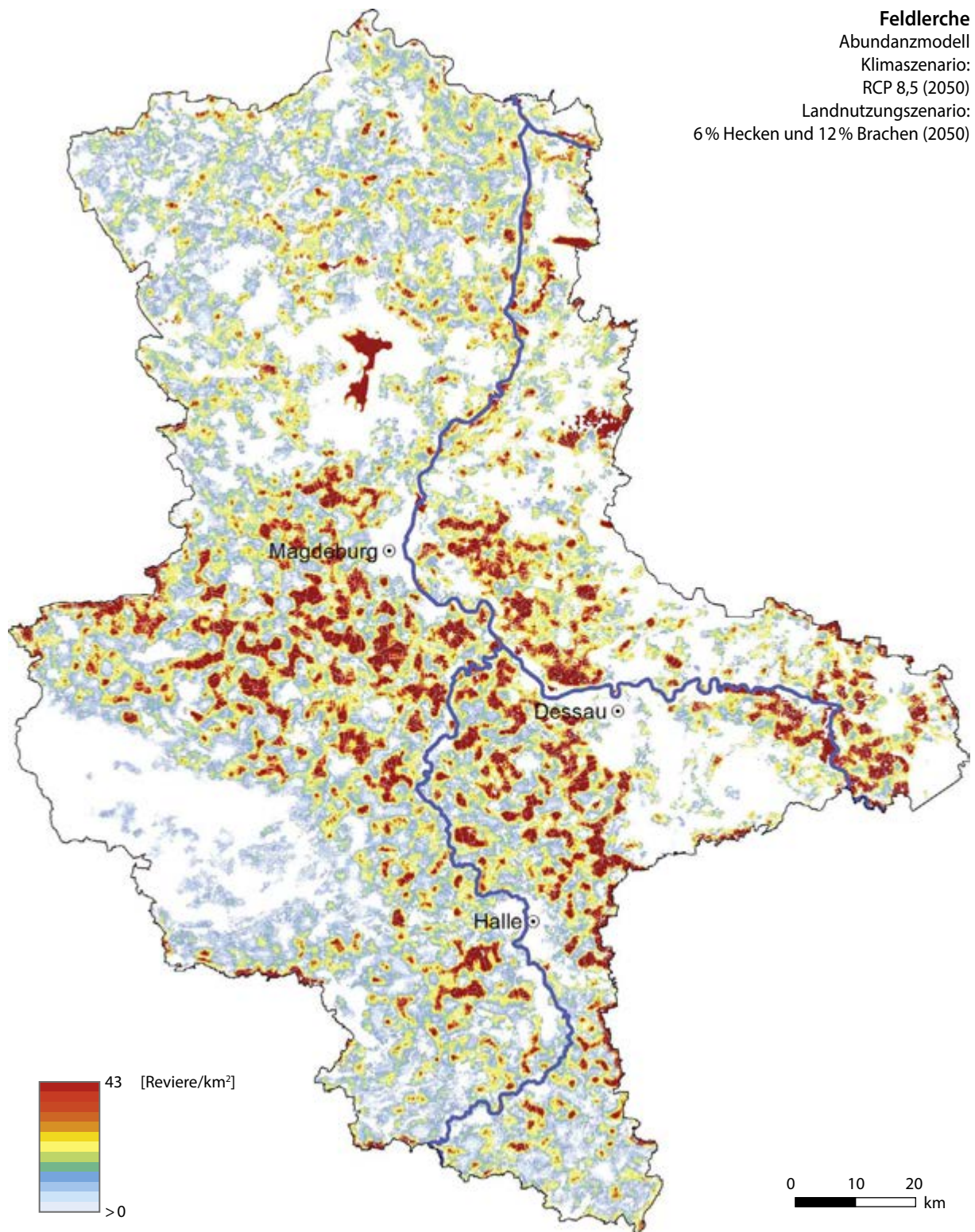


Räumliche Dichteänderung: landesweite Zunahmen, wenige Gebiete mit Abnahmen

Schwerpunkte der Zunahmen: insbesondere in Gebieten mit ohnehin hohen Dichten, z. B. in den Bördelandschaften westl. und östl. der Elbe, im Fiener Bruch, im Dessauer Elbtal und im Harzvorland, TÜP Altmark hebt sich mit noch höheren Dichten gegen das Umland ab

Schwerpunkte der Abnahmen: v. a. im Fläming und der Mosigkauer und Dübener Heide werden zuvor in geringer Dichte besiedelte (oft Grünland-) Bereiche aufgegeben

Populationsgröße Modell: ca. 315.000 Reviere



Erhöhung des Heckenanteils: Dichte nimmt im Vergleich zum Szenario einer Klimaerwärmung bei gleichbleibender Landnutzung in den Börden, dem Dessauer Elbtal und der Altmark aufgrund ansteigender Strukturvielfalt und Rückgang der Ackerflächen weniger stark zu

Erhöhung des Bracheanteils: positive Wirkung, Besiedlung von Brachflächen

Populationsgröße Modell: ca. 210.000 Reviere

Fazit: Negative Effekte des Landnutzungswandels werden durch Klimaerwärmung überkompensiert.

Feldsperling *Passer montanus*



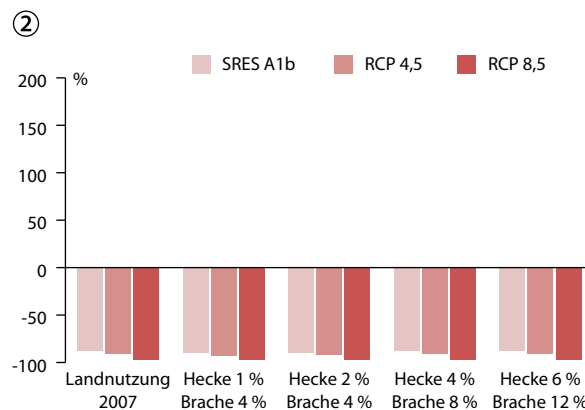
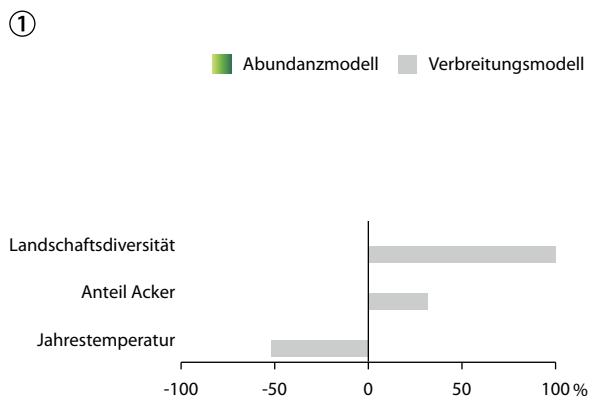
Habitat: Randstrukturen dörflicher Siedlungen, Feldgehölze und Einzelbäume des Agrarlands bei Vorhandensein von Nisthöhlen

Klimaabhängigkeit: keine klimainduzierten Folgen erkennbar

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: abnehmend;
12-Jahres-Trend: abnehmend; RL ST (2004): 3

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: fluktuierende Bestandsentwicklungen, bei denen Zu- und Abnahmen in 4–8-jährigen Rhythmen alternieren; RL D (2007): V

Gefährdungsfaktoren: Intensivierung der agrarischen Nutzung, Mangel an Feldgehölzen mit Höhlenangebot, Siedlungserweiterungen

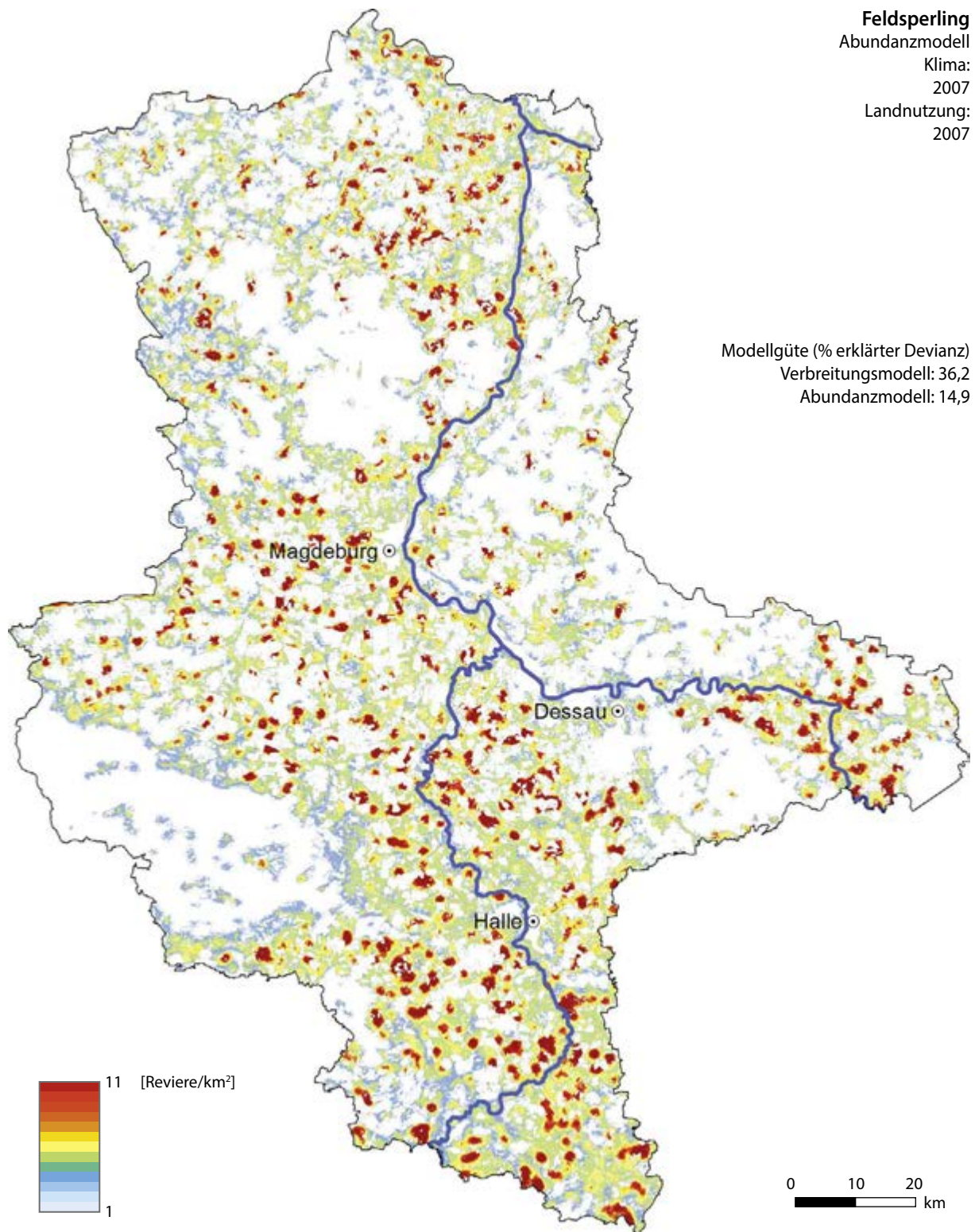


Bewertung der Modelle und Szenarien

Im Modell wurde ein negativer Zusammenhang zwischen dem Vorkommen des Feldsperlings und der Jahrestemperatur ermittelt (Abb. 1). Selbst bei vergleichsweise moderater Klimaerwärmung ergibt sich ein stark negativer Effekt, der die Art unabhängig von Landnutzungsveränderungen bis an den Rand des Aussterbens bringen könnte (Abb. 2). Da die vom Modell prognostizierte Population für das Jahr 2007 wesentlich niedriger beziffert wird als sie für Sachsen-Anhalt im Jahr 2005 geschätzt wurde, lässt sich das Gefährdungspotenzial durch den Klimawandel nur eingeschränkt abschätzen.

Von einer Zunahme von Hecken und Brachen profitiert die Art nicht, lediglich eine großflächigere Erhöhung der Landschaftsvielfalt (Feldfruchtdiversität, Siedlungsrandstrukturen, z. B. Obstwiesen und Grünland) könnte ihn fördern, solche Veränderungen wurden in den Szenarien jedoch nicht berücksichtigt.

Vor dem Hintergrund der über die Monitoringprogramme aktuell festgestellten Abnahmen sind Untersuchungen zur Entwicklung des Bruterfolgs, der Bestandsveränderungen und zu Gefährdungsfaktoren in verschiedenen Regionen Sachsens-Anhalts (z. B. Harz, Börden, Altmark, Fläming) wünschenswert.



Bereiche hoher Dichte: Börden, Ackerflächen, alle Arten landwirtschaftlicher Nutzflächen und Randbereiche von Siedlungen; höchste Dichte v.a. lokal in dörflichen Bereichen

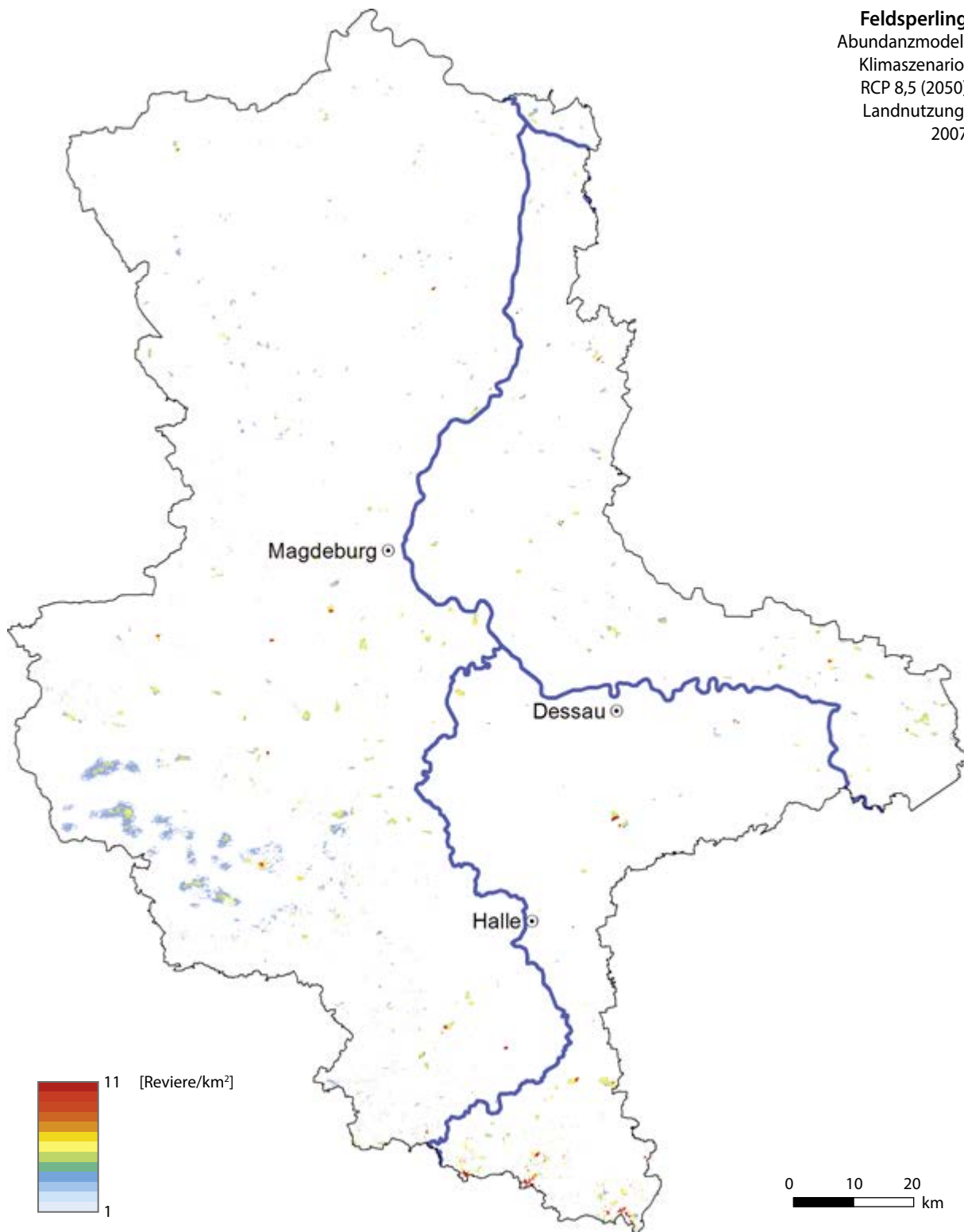
Bereiche niedriger Dichte: kaum in Wäldern und innerhalb größerer Siedlungen

Dichteunterschiede: geringe Dichten und Bestandslücken im Harz, in größeren Waldgebieten sowie auf Truppenübungsplätzen

Populationsgröße Modell: ca. 44.000 Reviere

Populationsschätzung: 70.000–100.000 Reviere

Feldsperling
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007

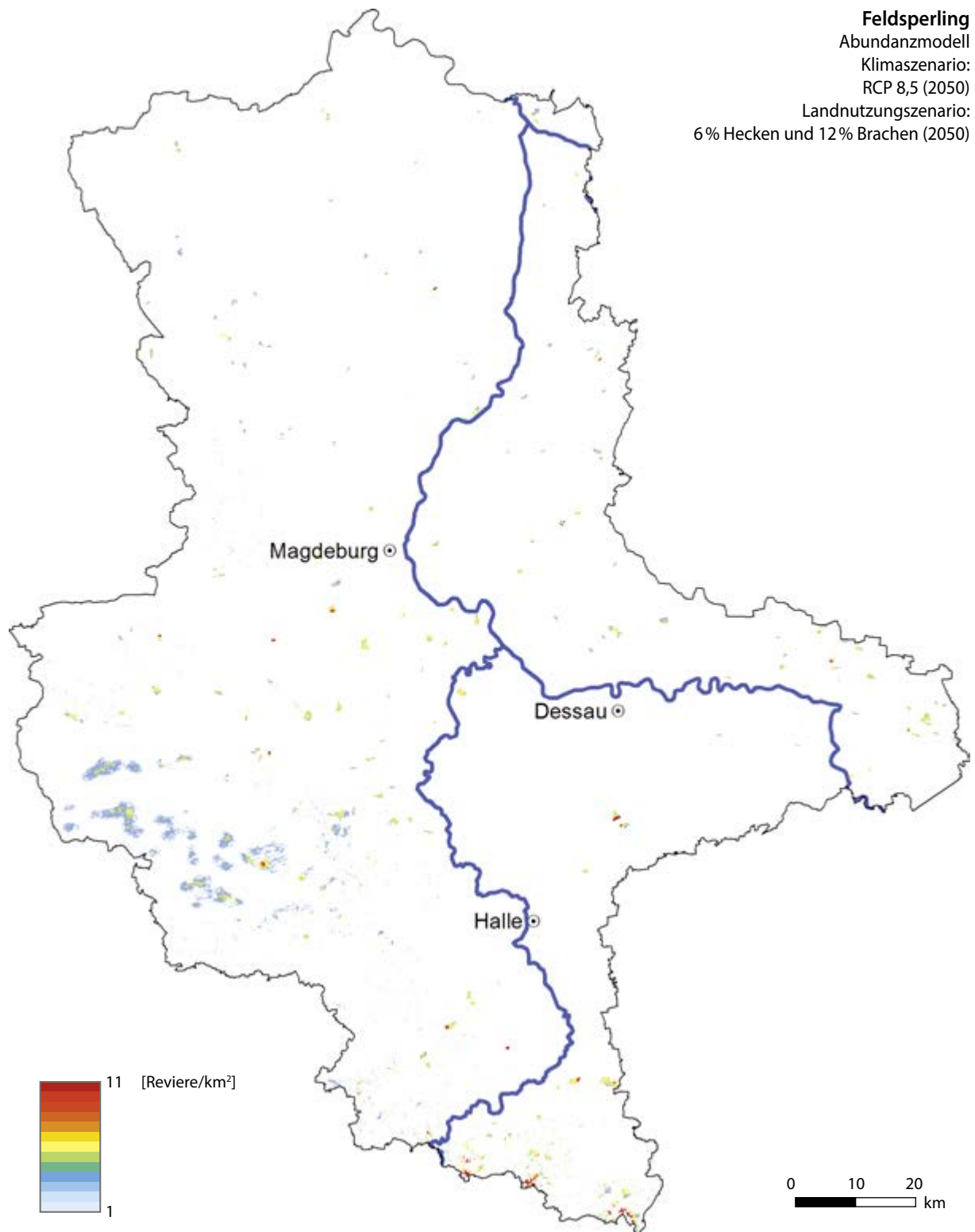


Räumliche Dichteänderung: flächige Abnahme bis auf wenige Vorkommen

Schwerpunkte der Zunahmen: keine Zunahmen, aber Vorkommen in niedrigeren und mittleren Harzlagen
 bleiben als einzige größere Reliktorkommen erhalten

Schwerpunkte der Abnahmen: verschwindet nahezu gänzlich aus der Altmark und den Gebieten östlich der Elbe;
 auch in den Börden und im Süden Sachsen-Anhalts verbleiben nur inselartige Restvorkommen

Populationsgröße Modell: ca. 1.200 Reviere



Erhöhung der Hecken- und Brachetanteile: abgesehen von wenigen lokalen Veränderungen zeigen sich keine Effekte

Populationsgröße Modell: ca. 1.200 Reviere

Fazit: Landnutzungsveränderungen können den negativen Effekt des Klimawandels nicht minimieren, selbst moderate Klimaveränderungen (Szenarien A1b, RCP 4,5) zeigen bereits stark negative Auswirkungen auf die Art.

Goldammer *Emberiza citrinella*



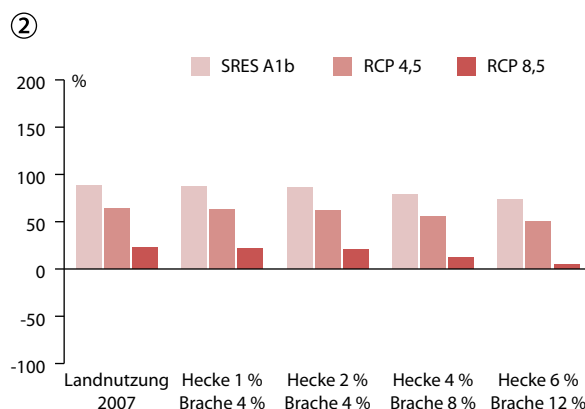
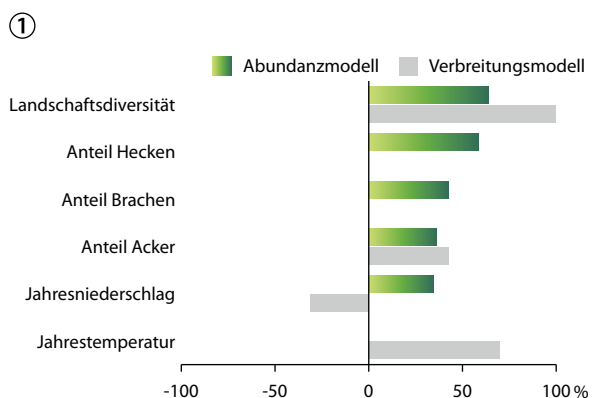
Habitat: Hecken, Ackerrandhabitate, Waldränder

Klimaabhängigkeit: keine klimainduzierten Folgen erkennbar

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: abnehmend; RL ST (2004): V

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: bis 1999 Bestandszuwächse, danach jedoch kontinuierliche Abnahme; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Intensivierung der agrarischen Nutzung, Zunahme des Maisanbaus, Mangel an Hecken und Feldgehölzen

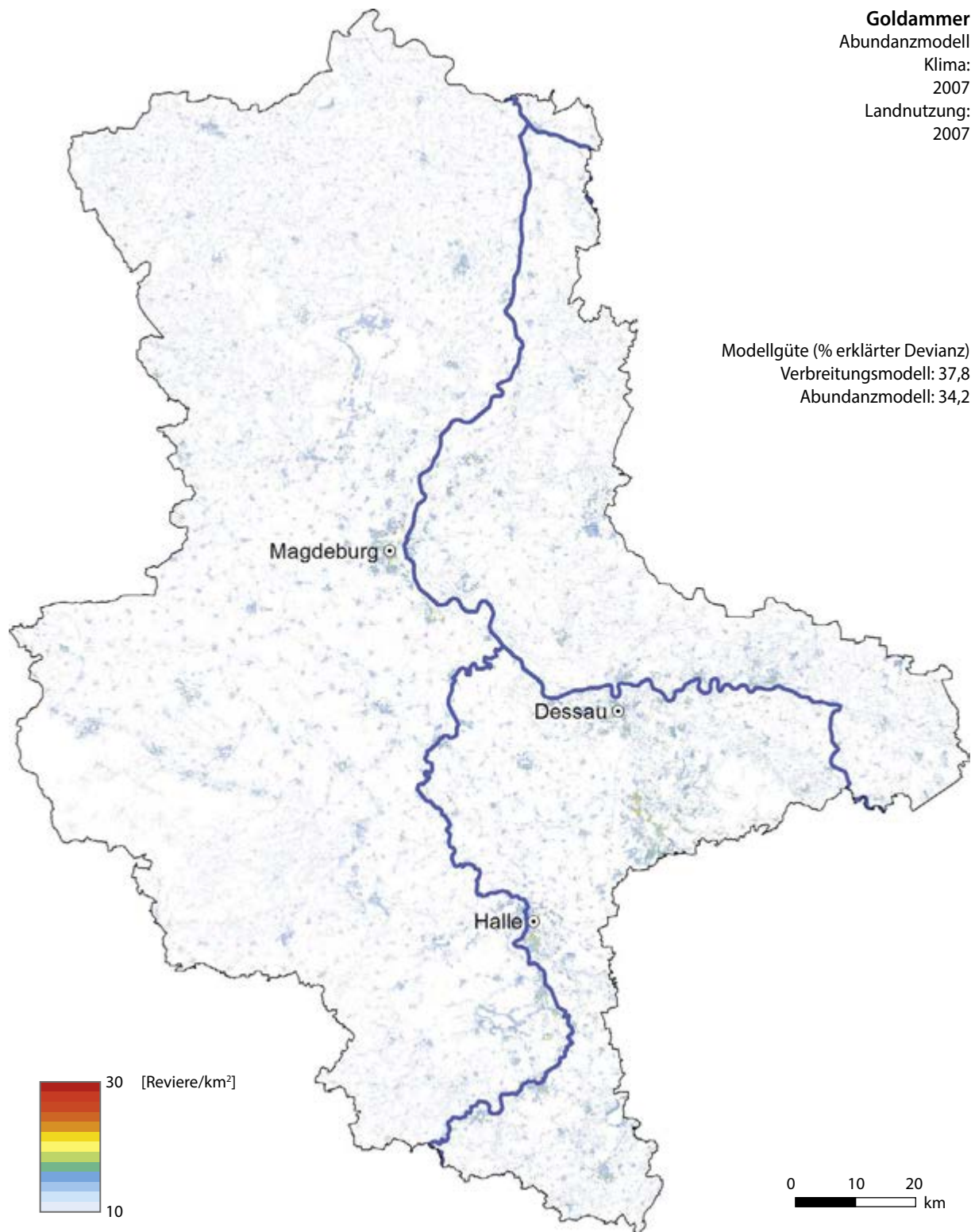


Bewertung der Modelle und Szenarien

Für die Goldammer wurde ein positiver Zusammenhang zwischen Verbreitung und Jahrestemperatur festgestellt (Abb. 1). optimalen Gebieten wirkt sich der Jahresniederschlag positiv auf die Bestände aus, während sie in weniger optimalen Gebieten durch höhere Niederschläge verschwindet. Insgesamt profitiert die Goldammer von den prognostizierten Klimaveränderungen und könnte bis zu 80% zunehmen (Abb. 2). Zunahmen durch Temperaturanstieg fallen beim feuchteren Szenario A1b deutlich stärker aus bei den trockeneren RCP-Szenarien werden die Bestandszuwächse hingegen wesentlich geringer vorhergesagt

Das Wegfallen von Ackerflächen führt im Modell nicht nur zur Reduktion der lokalen Dichte, sondern

auch zum Verschwinden von Vorkommen, was wiederum die insgesamt positiven Effekte erhöhter Hecken- und Bracheanteile auf die lokale Dichte und den positiven Klimaeinfluss vermindert. Aus den Prognosen lässt sich kein erhöhtes Gefährdungspotenzial durch Klimawandel ableiten, die Art könnte im Gegenteil deutlich profitieren. Voraussetzung dafür sind nicht nur passende Gegebenheiten in Bezug auf Klima und Habitatstrukturen, sondern auch, dass die Nahrungsverfügbarkeit in der intensiv genutzten Agrarlandschaft in Zukunft gesichert ist. Aspekte der Intensivierung und des verstärkten Einsatzes von Pestiziden, welche auf viele Agrarvogelarten einen Einfluss haben, konnten in den Modellen nicht abgebildet werden.



Bereiche hoher Dichte: Börden, Ackerflächen, auch im Umkreis von Siedlungen

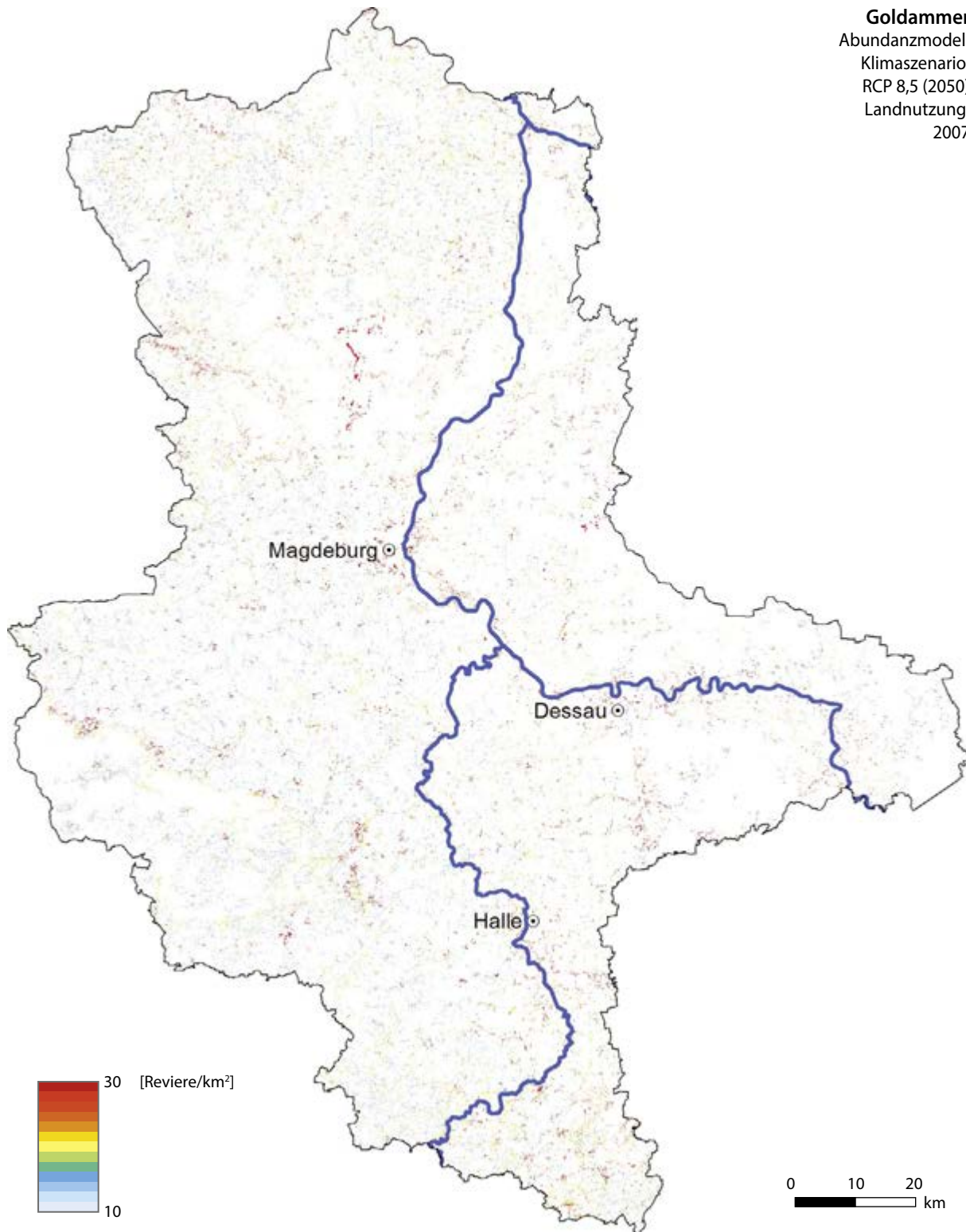
Bereiche niedriger Dichte: in den Mittelgebirgslagen scheinen die Dichten geringfügig niedriger zu sein als in den Tallagen

Dichteunterschiede: wenige ausgeprägte Dichtezentren, z.B. in Altengrabower und Dübener Heide, sowie um den TÜP Altmark

Populationsgröße Modell: ca. 13.000 Reviere

Populationsschätzung: 50.000–100.000 Reviere

Goldammer
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007

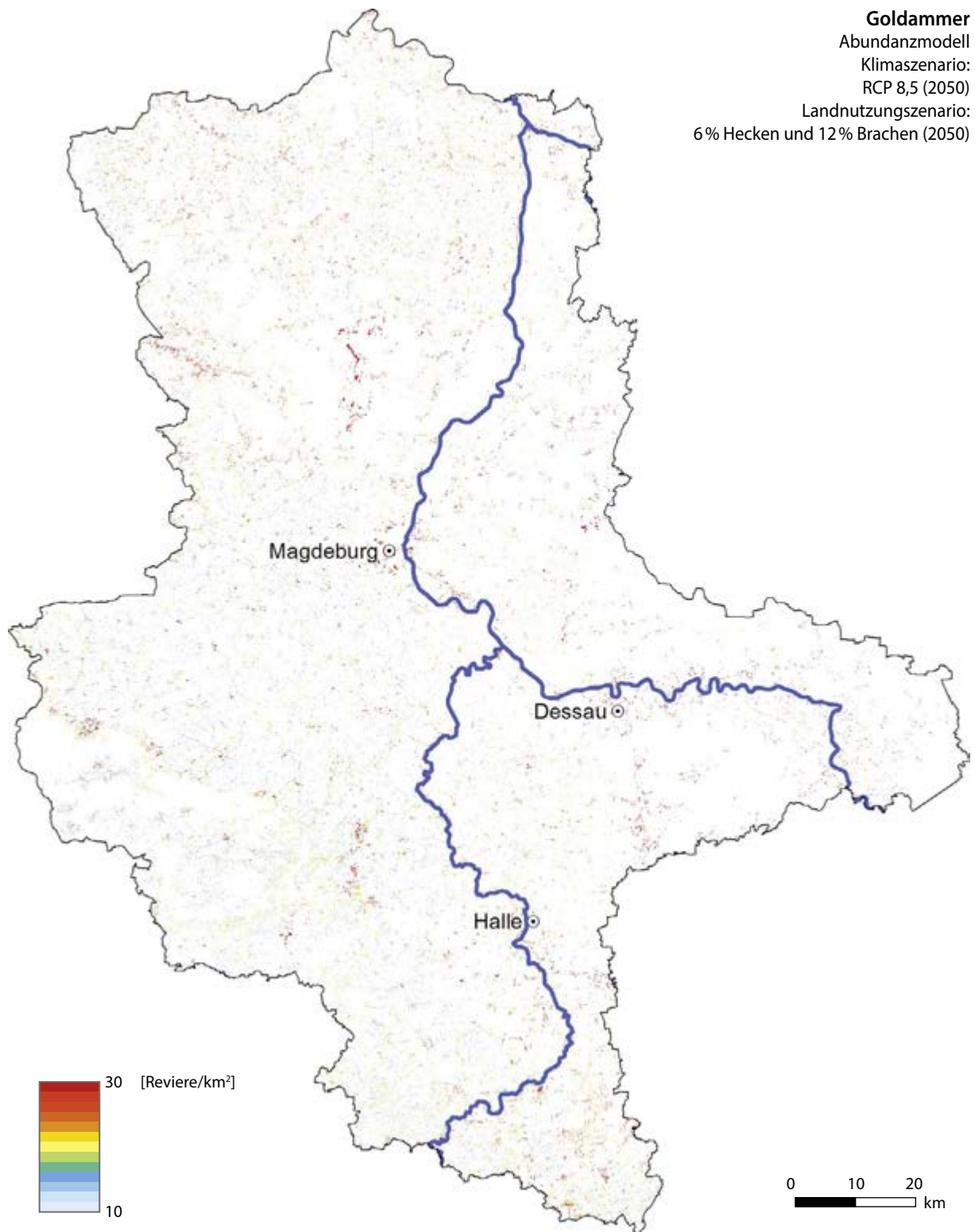


Räumliche Dichteänderung: Zunahmen insbesondere im Bereich rund um Siedlungen, ansonsten viele kleinteilige lokale Zunahmen

Schwerpunkte der Zunahmen: einzelne Gebiete in der Agrarlandschaft mit starken Zunahmen, ursprüngliche gleichmäßige Verteilung der Dichte geht verloren

Schwerpunkte der Abnahmen: östlich der Elbe und Saale

Populationsgröße Modell: ca. 16.000 Reviere



Erhöhung des Heckenanteils: Dichte nimmt durch den höheren Anteil von Hecken in der Agrarlandschaft kleinräumig zu, ein deutlicher Effekt in der Fläche ist kaum zu erkennen

Erhöhung des Bracheanteils: kein Effekt erkennbar

Populationsgröße Modell: ca. 14.000 Reviere

Fazit: Die positiven Einflüsse der Klimaerwärmung werden von den Landnutzungsänderungen leicht reduziert.

Klappergrasmücke *Sylvia curruca*



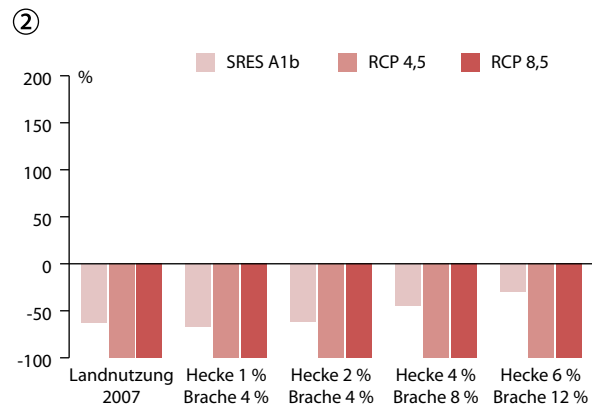
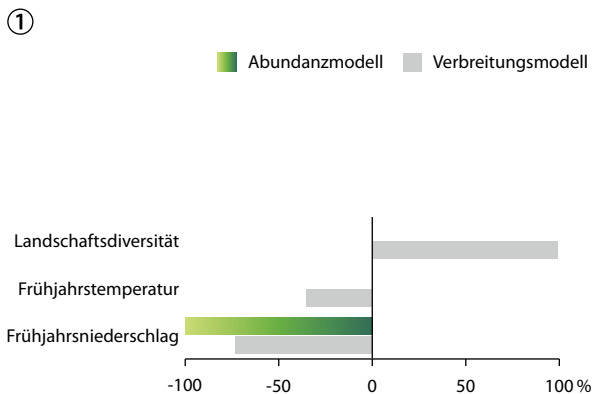
Habitat: Feldgehölze und Gebüsche der halboffenen Landschaft sowie Siedlungen mit hohem Anteil an Grünstrukturen

Klimaabhängigkeit: eher kälteliebende Art, für die HUNTLEY et al. (2007) eine Arealabnahme prognostizieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: nach starken Bestandssprüngen Mitte der 1990er Jahre weniger stark fluktuierender Bestand, ohne klare Tendenz einer Zu- oder Abnahme; RL D (2007): –

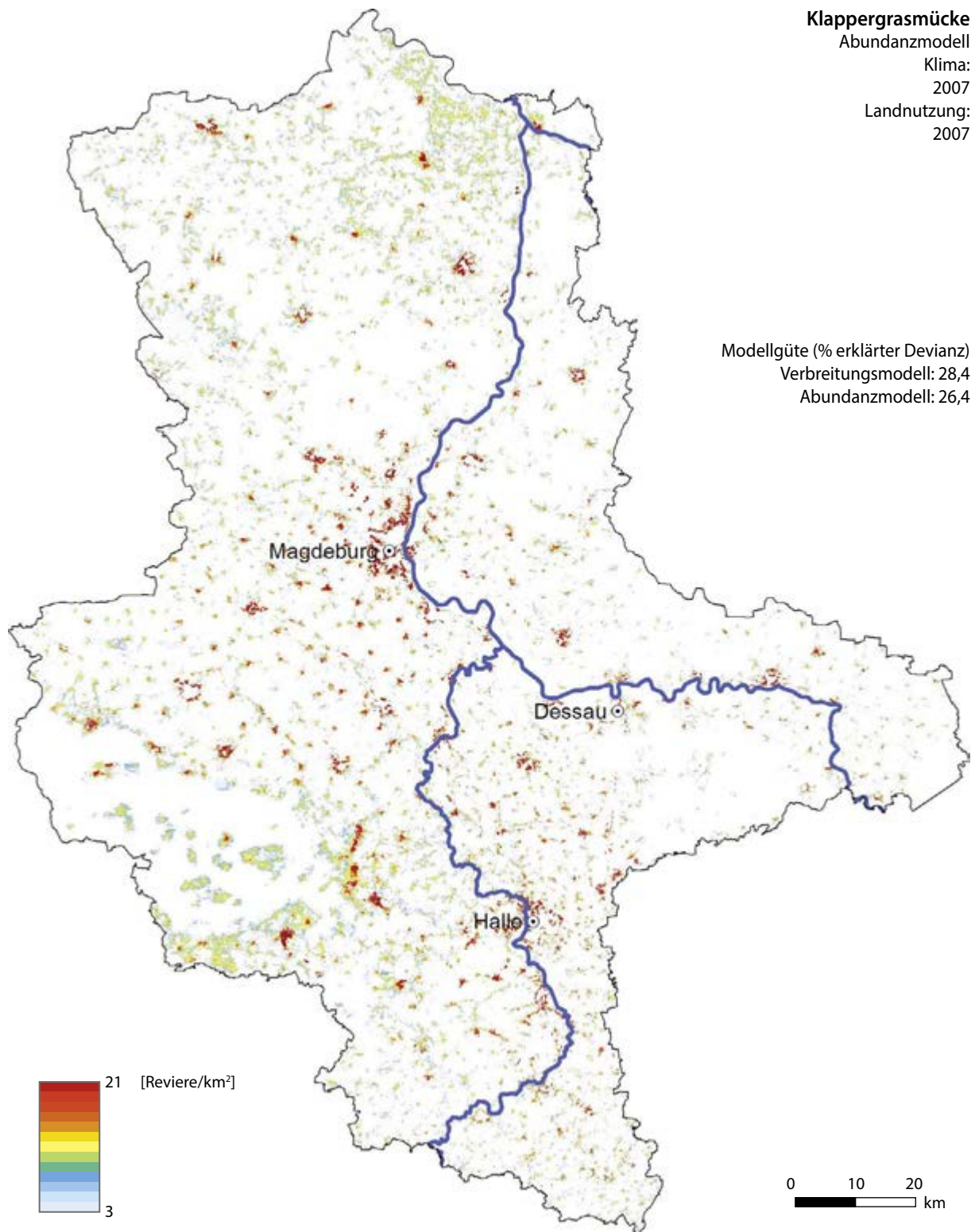
Gefährdungsfaktoren: Intensivierung der agrarischen Nutzung, Mangel an Gebüschstrukturen; Faktoren im Überwinterungsgebiet (u. a. Habitatverlust)



Bewertung der Modelle und Szenarien

Für die Klappergrasmücke wurde ein Zusammenhang zwischen ihrem Vorkommen und Gebieten mit vergleichsweise trockenem und kühlem Frühjahrsklima festgestellt (Abb. 1). Der Effekt zwischen Abundanz und geringen Frühjahrsniederschlägen ist besonders stark ausgeprägt. Für Sachsen-Anhalt wurde lediglich beim Klimaszenario A1b ein Rückgang der Frühjahrsniederschläge prognostiziert, nur bei diesem Szenario können Klappergrasmückenvorkommen in Sachsen-Anhalt erhalten bleiben. Auch können nur unter diesen klimatischen Voraussetzungen die möglichen Bestandsverluste durch die Erhöhung der Hecken- und

Bracheanteile und die damit einhergehende Steigerung der strukturellen Vielfalt in der Agrarlandschaft vermindert werden. Während der Klappergrasmückenbestand bei Heckenanteilen unter 4 % und gleichbleibenden Bracheanteilen um bis zu zwei Drittel sinken könnte, kann dieser Verlust bei 6 % Hecken- und 12 % Bracheanteil um die Hälfte reduziert werden. Da nicht absehbar ist, wie stark die klimatischen Veränderungen tatsächlich sein werden, stellt eine Erhöhung der Diversität an Landnutzungstypen in der Agrarlandschaft einen wichtigen Baustein zur Verhinderung negativer Klimawandelauswirkungen dar.



Bereiche hoher Dichte: städtische Randbereiche, dörfliche Siedlungen, aber auch Strukturen der freien (Agrar-) Landschaft

Bereiche niedriger Dichte: im Wald und in hochverdichteten städtischen Bereichen selten bzw. oft fehlend, in der intensiven Agrarlandschaft nur in Rand- und Übergangsbereichen

Dichteunterschiede: sehr hohe Dichten im Umfeld von Siedlungen

Populationsgröße Modell: ca. 23.000 Revier

Populationsschätzung: 20.000–40.000 Revier

Klappergrasmücke

Abundanzmodell

Klimaszenario:

RCP 8,5 (2050)

Landnutzung:

2007

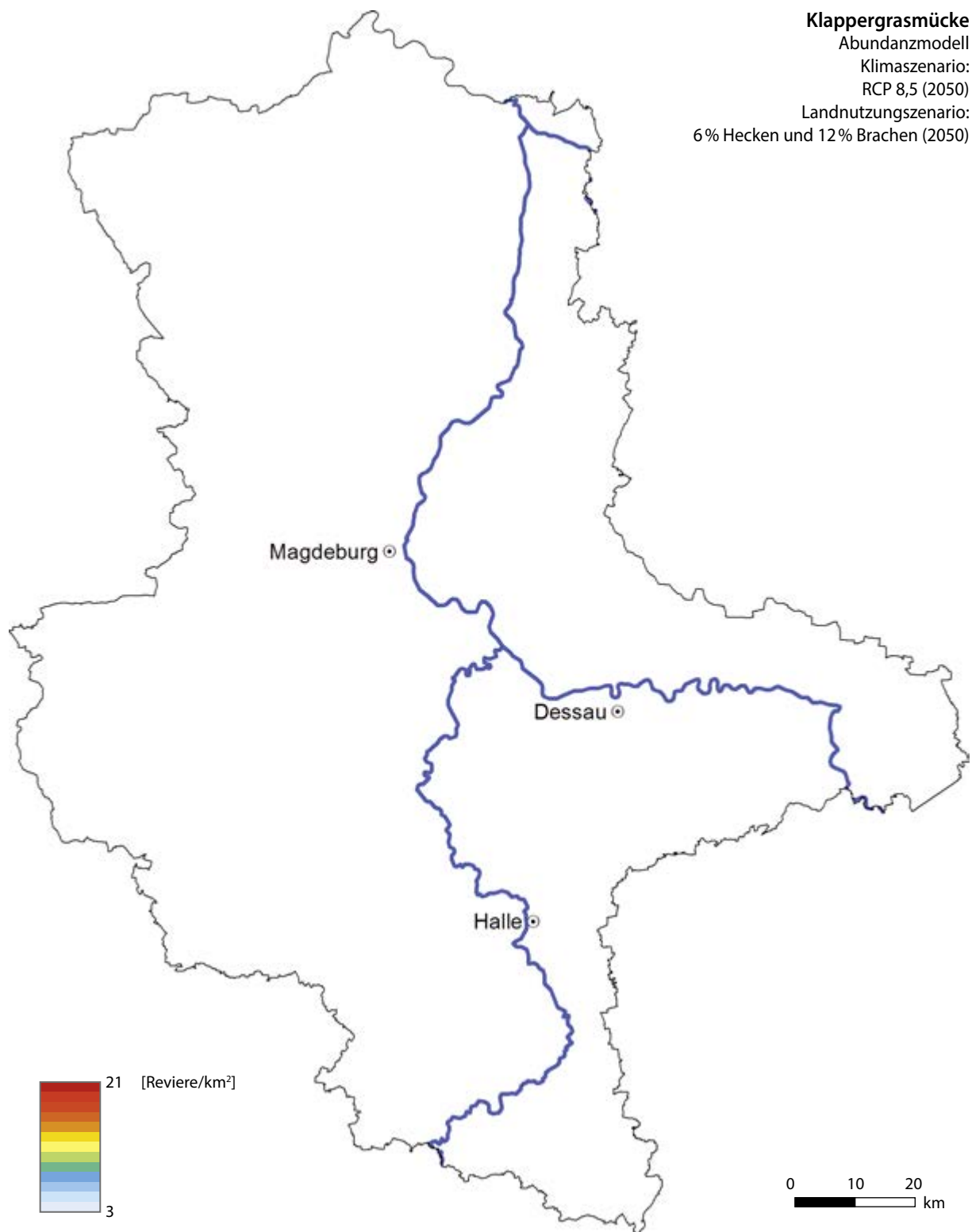


Räumliche Dichteänderung: Aussterben im ganzen Land Sachsen-Anhalt

Schwerpunkte der Zunahmen: keine

Schwerpunkte der Abnahmen: Verlust aller Vorkommen

Populationsgröße Modell: 0 Reviere



Erhöhung des Hecken- und Bracheanteils: Aussterben bei starker Erwärmung trotz positiver Habitatveränderungen

Populationsgröße Modell: 0 Reviere

Fazit: Negative Effekte des Landnutzungswandels können nur beim A1b-Szenario gemindert werden.

Neuntöter *Lanius collurio*



Habitat: Heiden, Brachen, Truppenübungsplätze, mit dornigem Gebüsch bestandene, trockene Habitate der Kulturlandschaft (oft mit sandigen Böden)

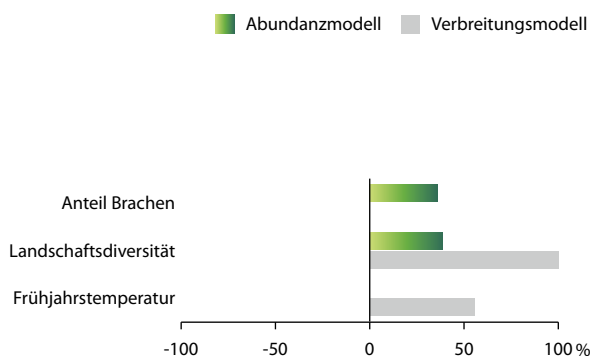
Klimaabhängigkeit: könnte von verbesserter Nahrungssituation durch geringere Sommerniederschläge und langfristig verbesserten Lebensraumbedingungen in Heiden profitieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

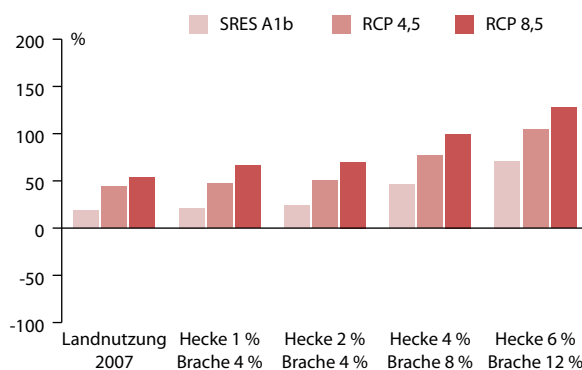
Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: nach drastischen Rückgängen Erholung des Bestands Anfang der 1990 Jahre, ab Mitte der 1990er Jahre aber erneute kontinuierlich Abnahme; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Grünlandumbruch, Flurbereinigung, Wegfall von Brachen

①



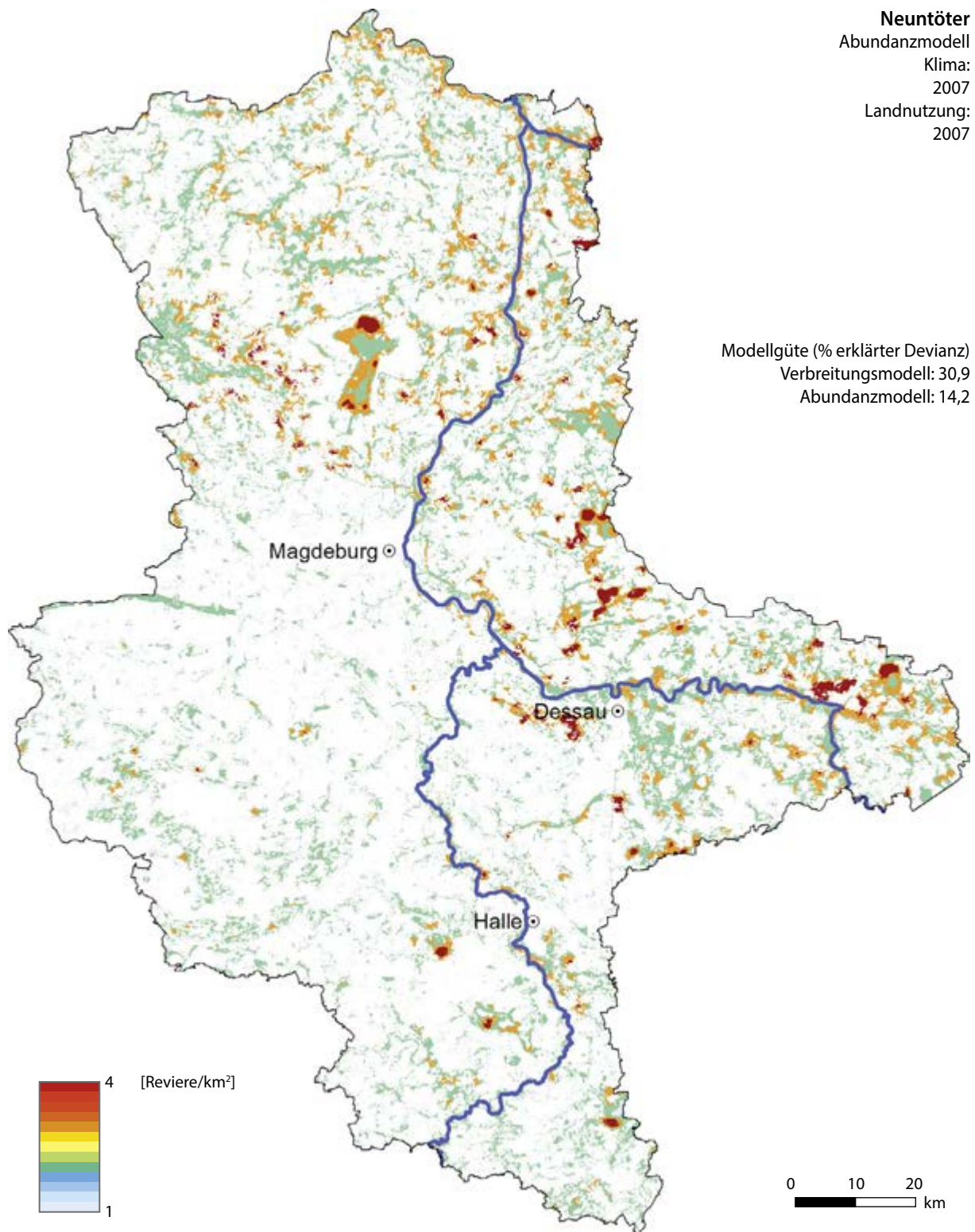
②



Bewertung der Modelle und Szenarien

Der Neuntöter zeigt eine deutliche Klimaabhängigkeit und zeigt im Hinblick auf sein Vorkommen einen positiven Zusammenhang zu warmem Klima im Frühjahr (Abb.1). Die Prognosen zur Populationsentwicklung unter Klimawandeleinflüssen sind daher bereits bei gleichbleibender Landnutzung positiv, deutliche Effekte mit bis zu 50% vorhergesagten Bestandszunahmen ergeben sich mit stärkerer Klimaerwärmung bei den beiden RCP-Szenarien (Abb.2). Ein hoher Anteil an Brachen und eine hohe Landschaftsdiversität spielen

für die Abundanz der Art ebenfalls eine wichtige Rolle (Abb. 1) und sorgen bereits bei geringer Erwärmung für deutlich positive Effekte (Abb.2). Laut Modellprognosen könnte eine Erhöhung des Bracheanteils zu mehr als einer Verdopplung des Bestandes führen. Der Neuntöter könnte somit sowohl von der prognostizierten Klimaveränderung als auch von den in den Szenarien abgebildeten Landnutzungsveränderungen profitieren, insbesondere von einer vielfältiger strukturierten Kulturlandschaft.



Bereiche hoher Dichte: Altmark (v.a. TÜP), TÜP Altengrabower Heide und Kietz, Tagebauggebiete, Glücksburger Heide

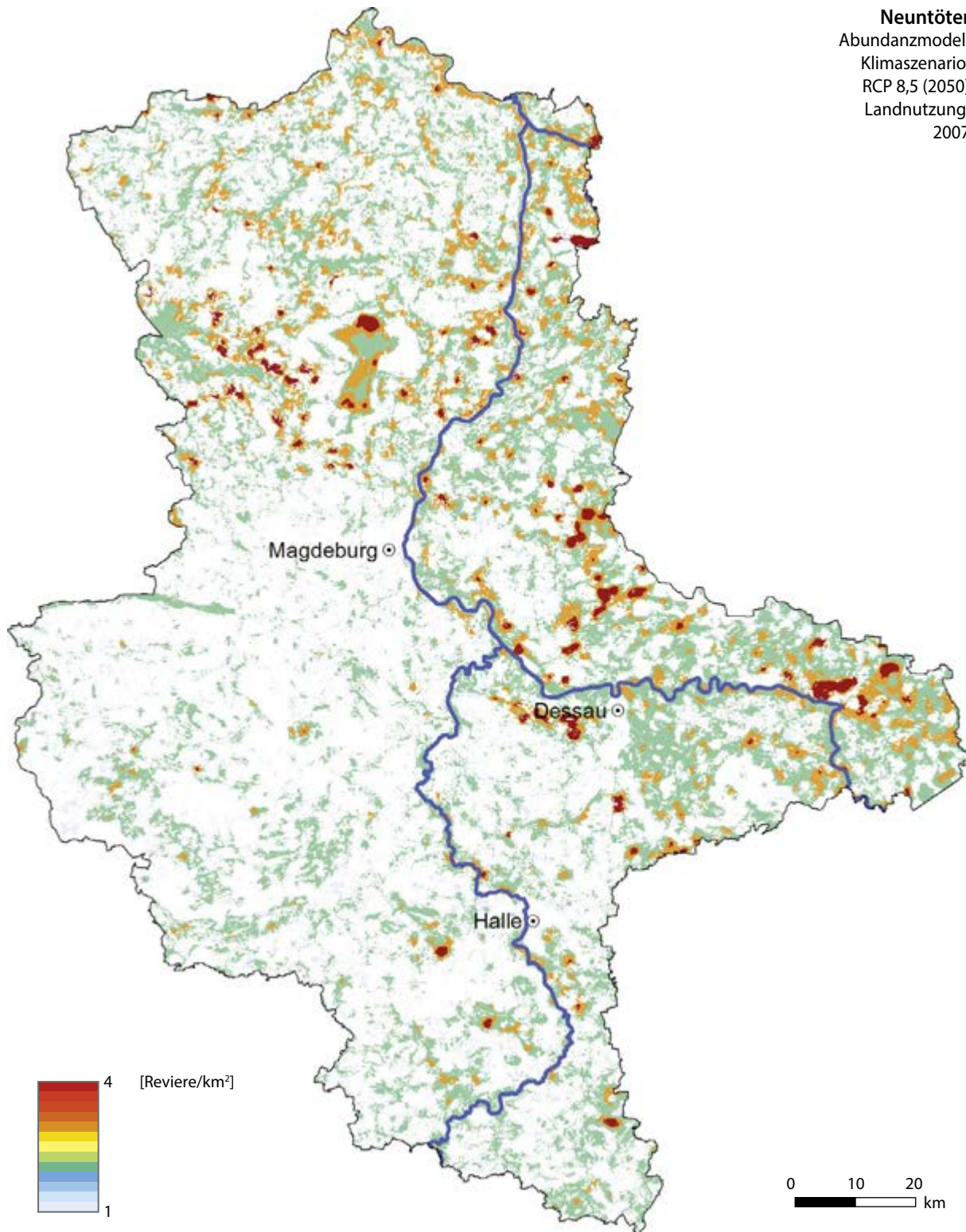
Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Siedlungen und im Wald, geringe Dichten in Börden

Dichteunterschiede: TÜP Altmark und Tagebauggebiete heben sich deutlich gegen das Umland ab

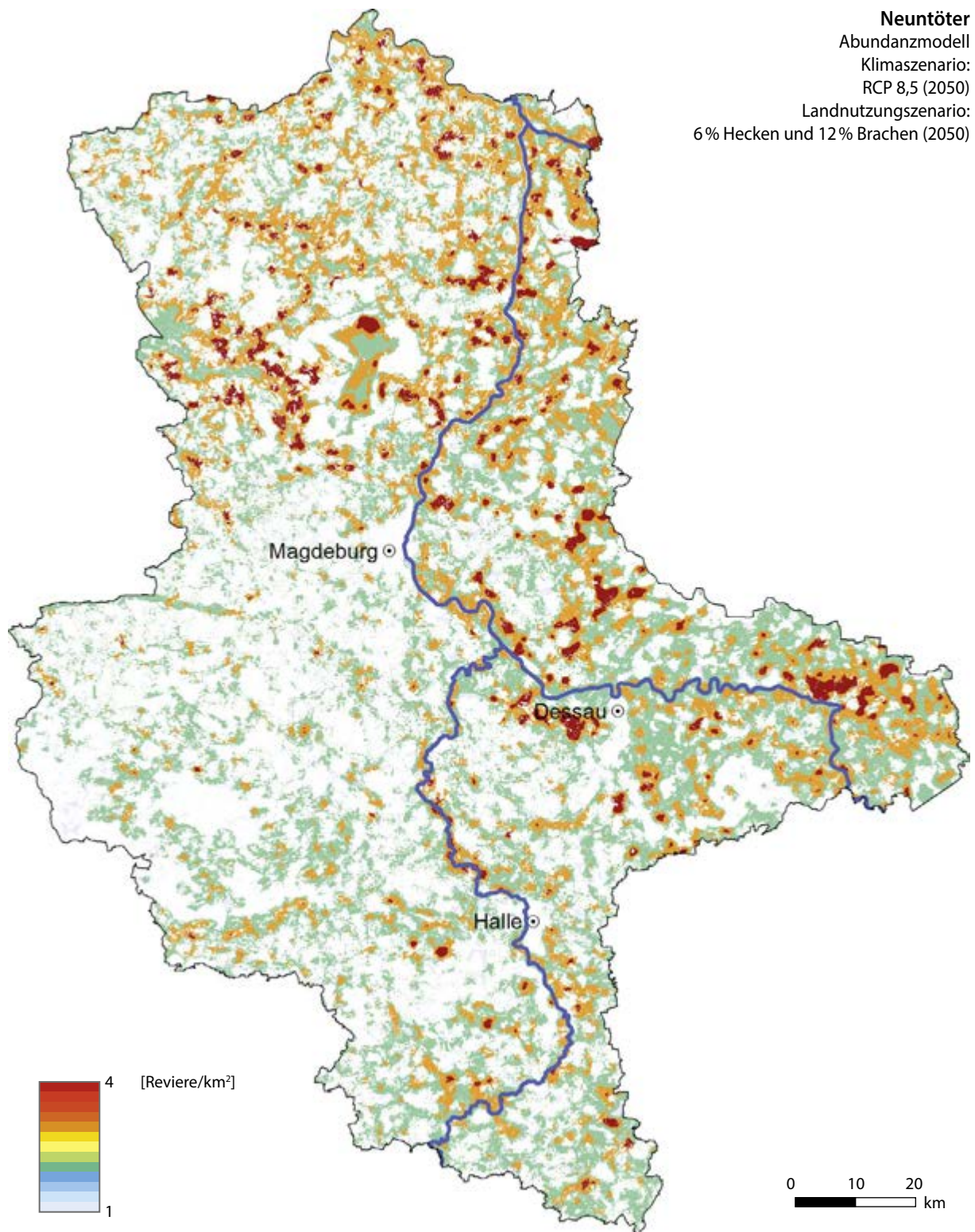
Populationsgröße Modell: ca. 9.400 Reviere

Populationsschätzung: 15.000–20.000 Reviere

Neuntöter
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007



Räumliche Dichteänderung: Vorkommen im Norden und Osten des Landes verdichten sich
Schwerpunkte der Zunahmen: dichtere Vorkommen in der Altmark, ebenso im Fläming und im Elbe-Havel-Winkel; keine starken Änderungen in den Börden
Schwerpunkte der Abnahmen: keine großflächigen Rückgänge erkennbar
Populationsgröße Modell: ca. 14.400 Reviere



Erhöhung des Heckenanteils: positive Auswirkungen im Agrarland

Erhöhung des Bracheanteils: positive Wirkung, Besiedlung von Brachflächen und damit verbundener Zunahme der Bestände in einigen Bereiche der Börden

Populationsgröße Modell: ca. 21.400 Reviere

Fazit: Die Kombination einer deutlichen Zunahme des Hecken- und Bracheanteils und der Klimawandel sorgen für eine deutliche Erhöhung der Neuntöterbestände.

Star *Sturnus vulgaris*



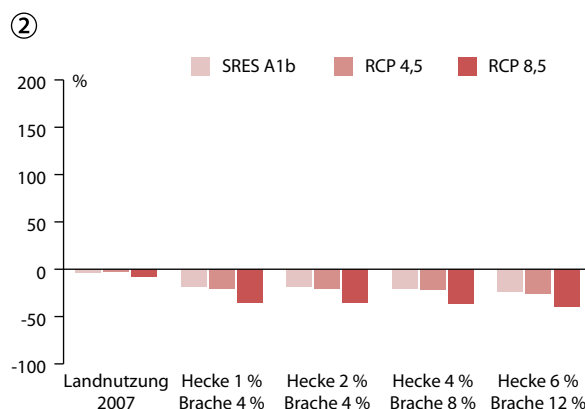
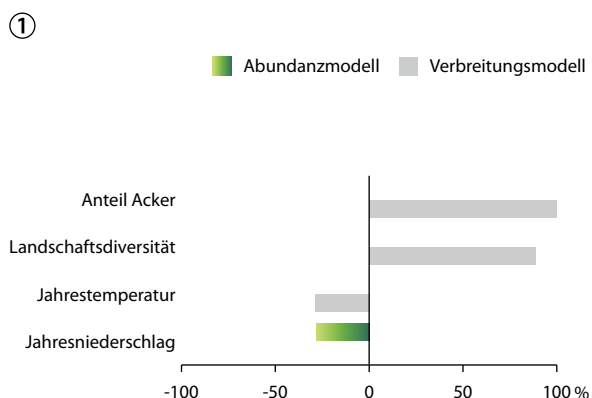
Habitat: Obstwiesen, Grünland, Siedlungen, Waldränder

Klimaabhängigkeit: keine klimainduzierten Folgen erkennbar

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: abnehmend; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: bis Anfang der 2000er Jahre schwankend zwischen 2001 und 2011 stark abnehmend; RL D (2007): –

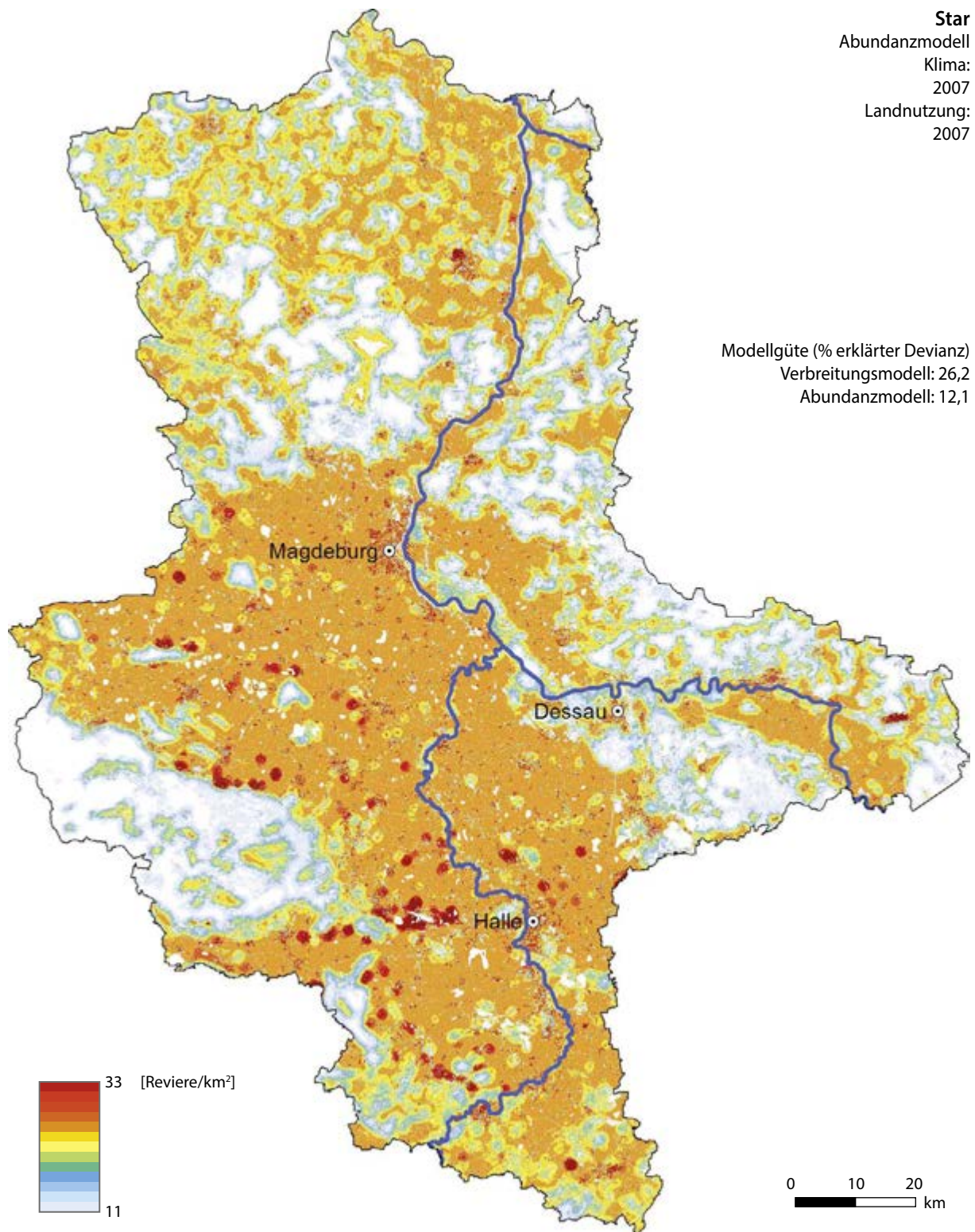
Gefährdungsfaktoren: Intensivierung der agrarischen Nutzung, Entfernen von Brutbäumen



Bewertung der Modelle und Szenarien

Für den Star wurde zwischen Abundanz und Jahresniederschlag und zwischen Verbreitung und Jahresniederschlag ein deutlich negativer Zusammenhang festgestellt (Abb. 1). Der Star nimmt demzufolge durch erhöhten Jahresniederschlag bei Szenario A1b, sowie durch erhöhte Jahrestemperaturen bei den RCP-Szenarien leicht ab.

Der Star profitiert laut Modellen von Landschaften mit einem hohen Anteil von Acker und einer hohen Diversität an Landnutzungstypen (Abb. 1). Brachen und Hecken spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Durch Landnutzungsänderungen ergeben sich dadurch Bestandsrückgänge zwischen 20 und 40%.



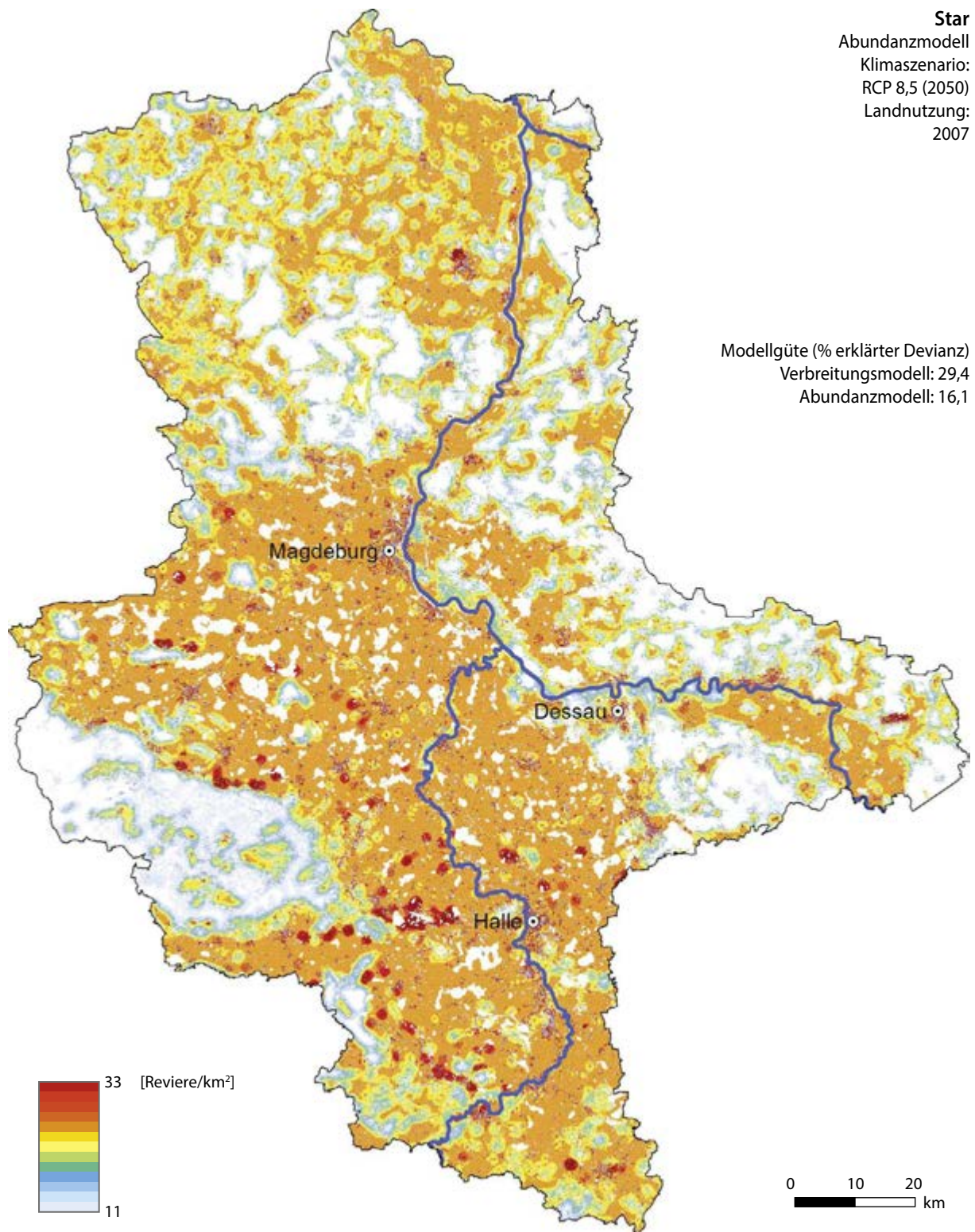
Bereiche hoher Dichte: abgesehen von Waldgebieten als flächig vorkommend prognostiziert, nur wenige Dichtezentren in der freien Landschaft und im Umkreis dörflicher Gegenden

Bereiche niedriger Dichte: fehlt in großen Waldgebieten, geringe Dichten in Heidegebieten und im Fläming

Dichteunterschiede: keine starken Unterschiede, nur wenige Bestandslücken

Populationsgröße Modell: ca. 354.000 Reviere

Populationsschätzung: 150.000–200.000 Reviere

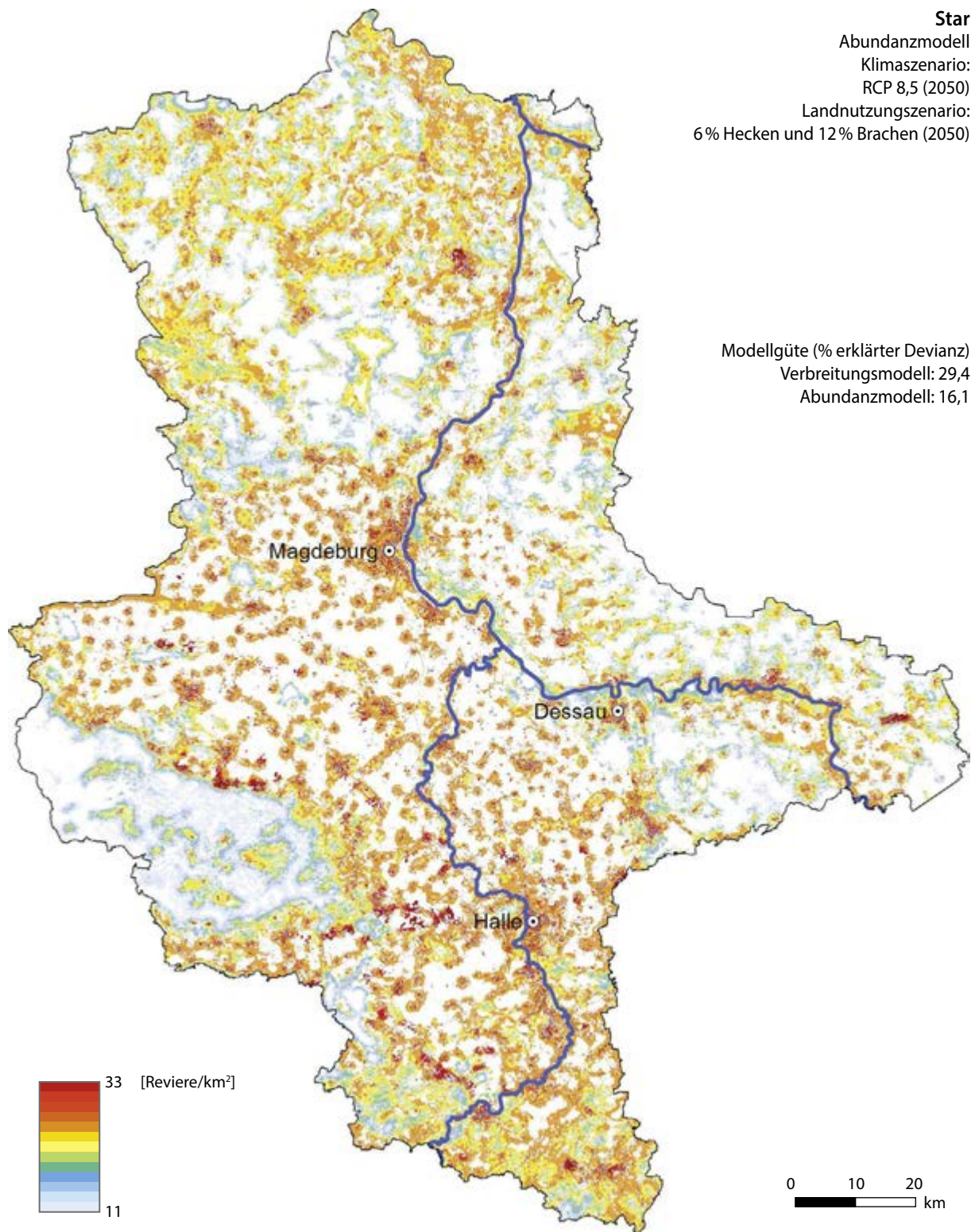


Räumliche Dichteänderung: gleichmäßige Verringerung der Dichten auf der Gesamtfläche

Schwerpunkte der Zunahmen: nicht erkennbar

Schwerpunkte der Abnahmen: verschwindet v. a. in den Börden, ebenso in Teilen der Altmark

Populationsgröße Modell: ca. 327.000 Reviere



Erhöhung der Hecken- und Bracheanteile: abnehmende Dichte, weitere Reduktion von Vorkommen im Agrarland, nur in Siedlungsbereichen verbleiben größere zusammenhängende Vorkommen; in Agrarlandschaft bleiben v. a. Flächen und Kulturen geringerer Landschaftsdiversität besiedelt

Populationsgröße Modell: ca. 212.000 Reviere

Fazit: Der Klimawandel hat laut Prognosen auf die Brutpopulation des Stars kaum einen Einfluss. Allerdings wirkt sich eine starke Erhöhung von Brachen und Hecken negativ auf den Brutbestand des Stars aus.

Amsel *Turdus merula*



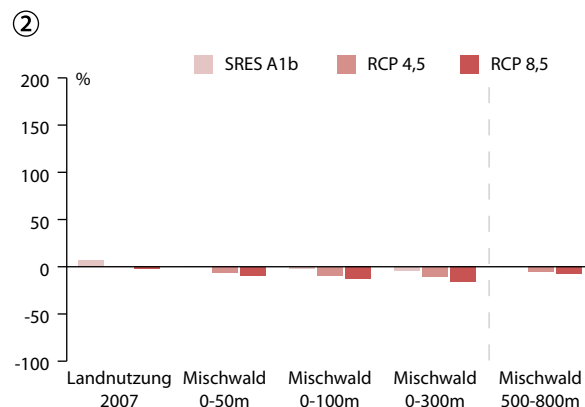
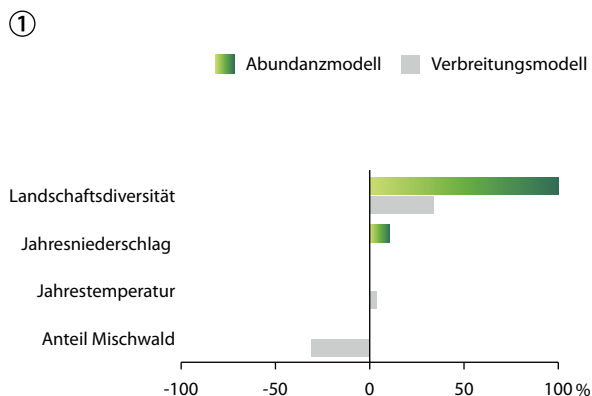
Habitat: Wälder, Parks, Gärten, Baum- und Heckenreihen der Agrarlandschaft

Klimaabhängigkeit: könnte von geringerer Wintermortalität profitieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: stabile Bestandssituation bei jährweisen Schwankungen, die selten 10% übersteigen und u.a. durch Witterungsverhältnisse (v.a. kalte, schneereiche Winter) beeinflusst werden; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Strukturarmut, Rückgang von Nahrungsquellen durch verstärkten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (u.a. im Siedlungsraum), Brutverluste durch Prädatoren, Winterhärte

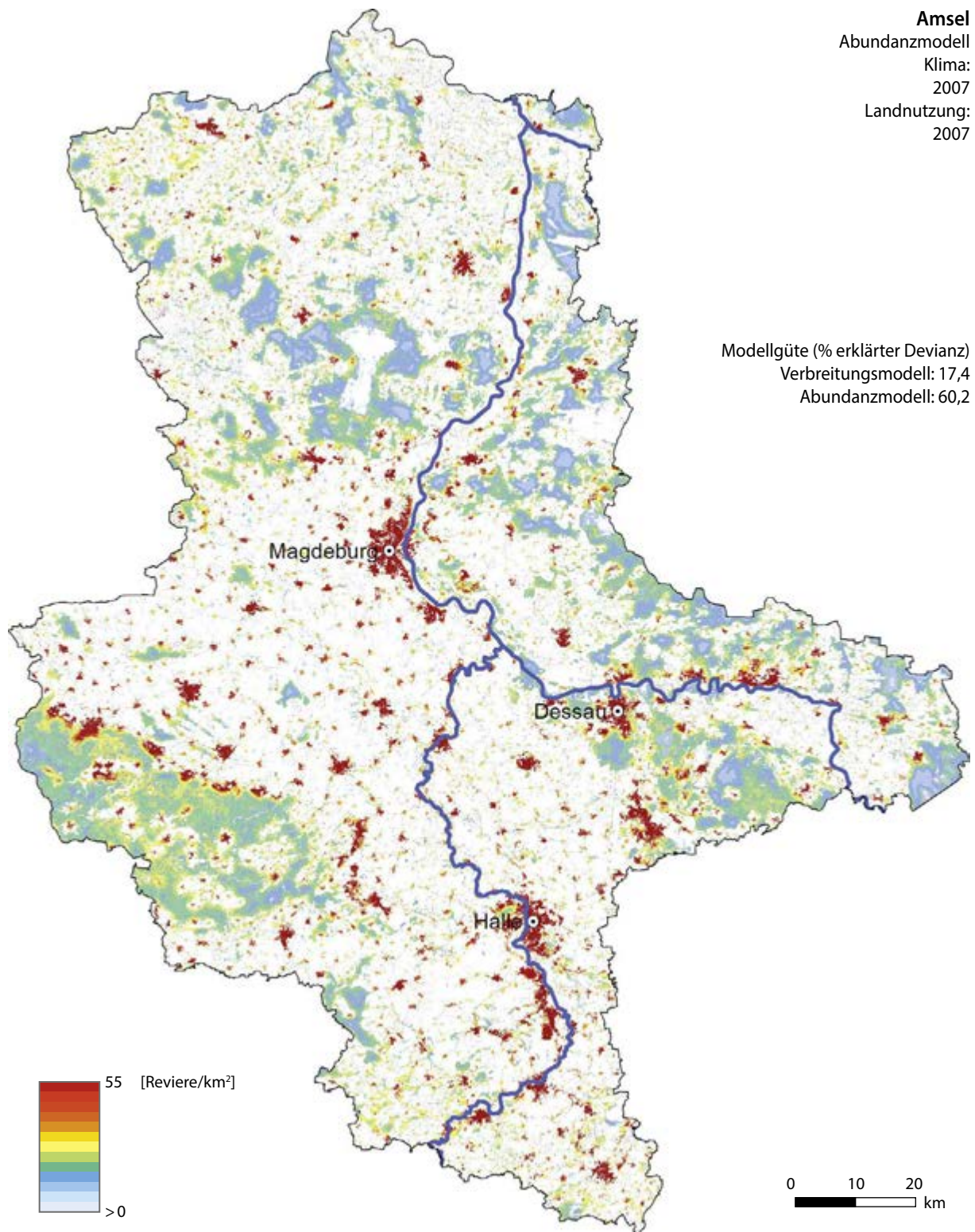


Bewertung der Modelle und Szenarien

Die Modelle prognostizieren Vorkommen in kleinräumig strukturierten Gebieten. Eine hohe Landschaftsdiversität wirkt sich auf Verbreitung und Dichte sehr positiv aus. Dies spiegelt die Präferenz der Art für reich strukturierte Siedlungsräume wieder. Hohe Mischwaldanteile wirken sich im Modell hingegen negativ auf die Verbreitung aus (Abb. 1).

Für die Amsel werden keine deutlichen Klimaeffekte auf Artvorkommen und -häufigkeit vorhergesagt, Tem-

peratur und Niederschlag zeigen nur leicht positive Einflüsse. Die prognostizierten Landnutzungsveränderungen mit Rückgang von Nadelwald- zugunsten von Mischwaldhabitaten resultieren in einer generellen Abnahme der Amsel (Abb. 2). Der bei geringer Erwärmung leicht positive klimatische Einfluss (Szenario A1b) wird durch die Umwandlung von Nadel- in Mischwälder zunichte gemacht.



Bereiche hoher Dichte: v.a. in Ballungsgebieten, auch in kleineren Siedlungsbereichen

Bereiche niedriger Dichte: in Wäldern und halboffenen Landschaften etwas seltener als in Siedlungen, fehlt an vielen Stellen in offener strukturloser Agrarlandschaft

Dichteunterschiede: offene Landschaften zeigen geringere Dichte als (v.a. durch Gehölze) stärker strukturierte Bereiche

Populationsgröße Modell: ca. 153.000 Reviere

Populationsschätzung: 200.000–250.000 Reviere

Amsel

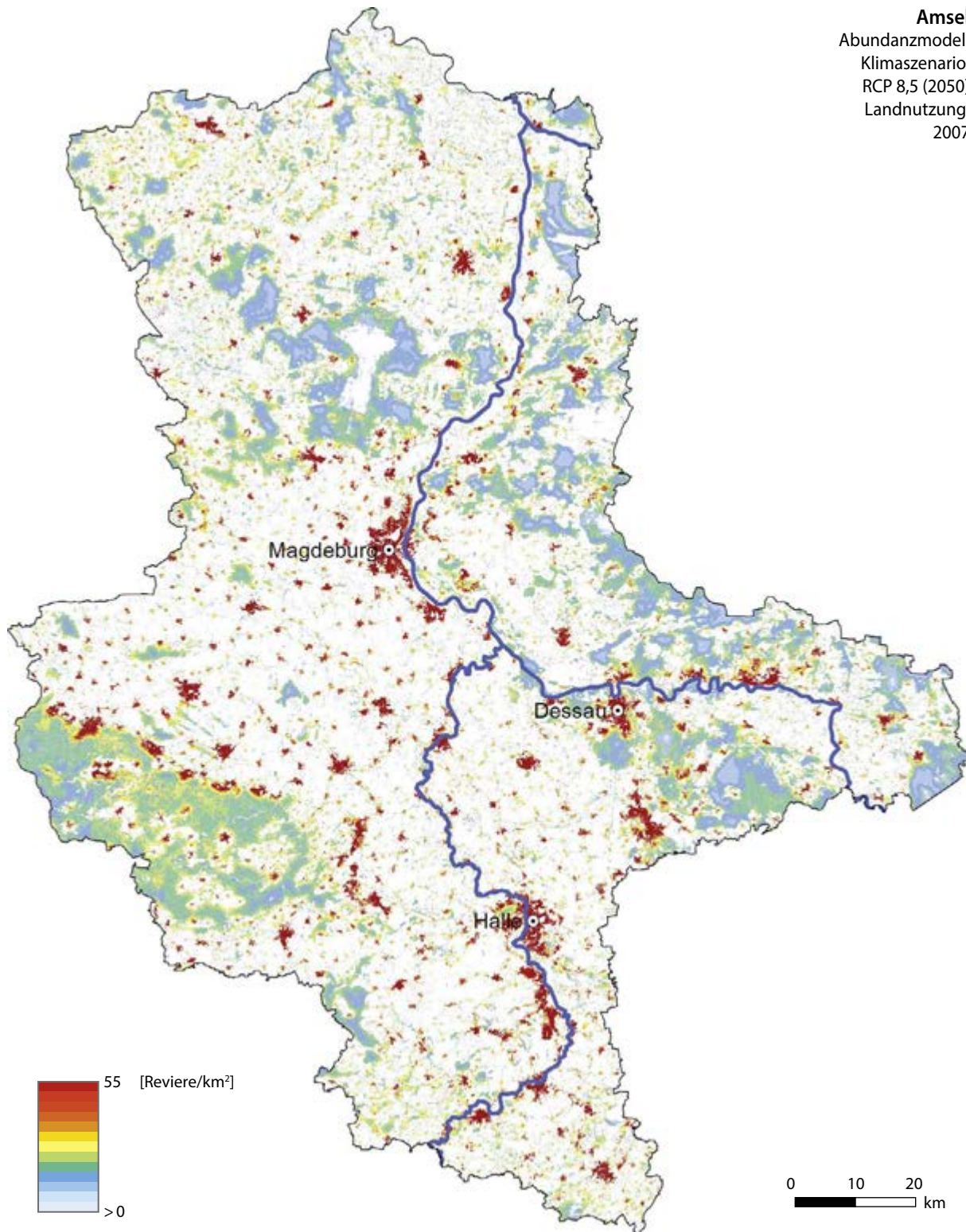
Abundanzmodell

Klimaszenario:

RCP 8,5 (2050)

Landnutzung:

2007

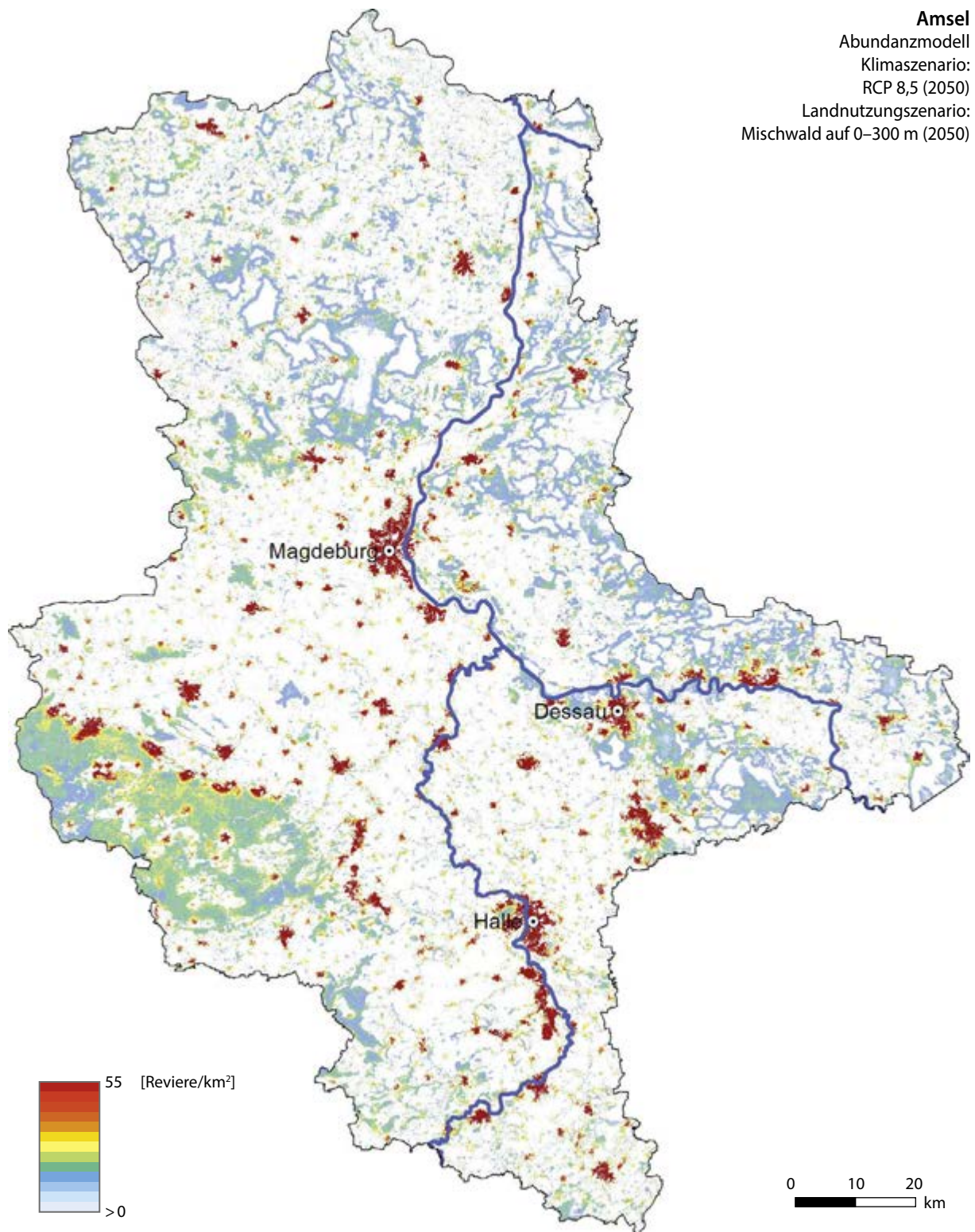


Räumliche Dichteänderung: leichte Abnahmen der landesweiten Bestände, keine starken Veränderungen der Dichteverteilung

Schwerpunkte der Zunahmen: keine deutlich sichtbaren Zunahmen

Schwerpunkte der Abnahmen: Vorkommenslücken in einigen Siedlungszentren, z.B. Magdeburg und Halle, aber auch auf dem TÜP Altmark

Populationsgröße Modell: ca. 150.000 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: abnehmende Dichte, fortsetzende Urbanisierung bildet sich in stärkeren Dichteunterschieden zum Umland ab; Verschwinden aus einigen zuvor dünn besiedelten Gebieten in der Altmark, im (Vor-) Fläming und im Dessauer Elbtal

Populationsgröße Modell: ca. 129.000 Reviere

Fazit: Während die Klimaerwärmung alleine einen geringen Effekt hat, führt zusätzlicher Landnutzungswandel aufgrund der Steigerung des Mischwaldanteils zu einem stärkeren Rückgang.

Buchfink *Fringilla coelebs*



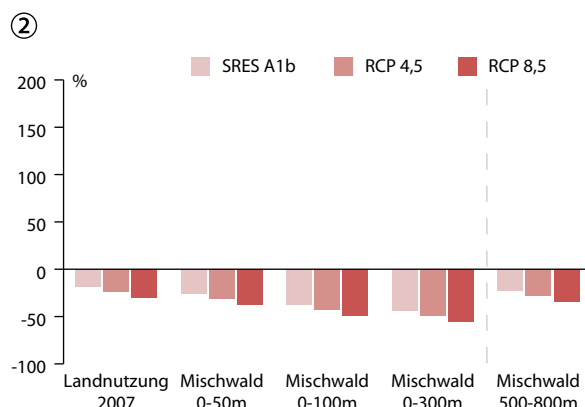
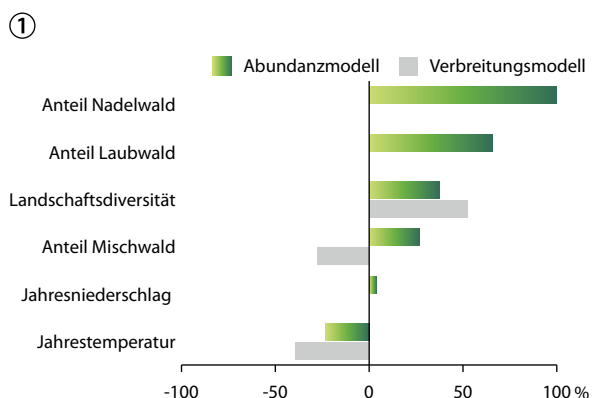
Habitat: Wälder und Baumbestände aller Art

Klimaabhängigkeit: keine klimainduzierten Folgen erkennbar

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: nach Zunahmen bis Mitte der 90er Jahre leicht abnehmender Trend, der sich mittelfristig nicht bestandsgefährdend auswirkt; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Nahrungsmangel im Winter

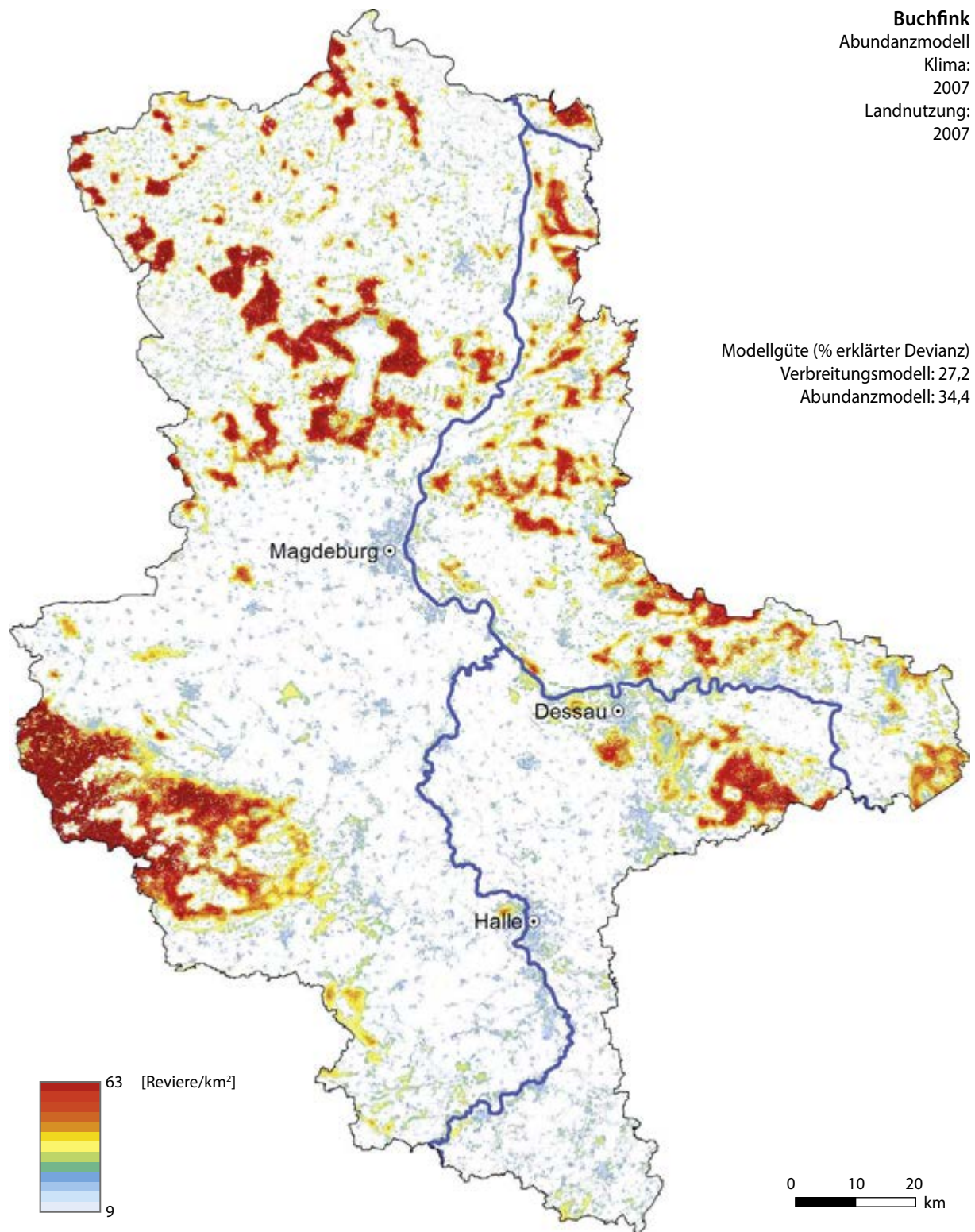


Bewertung der Modelle und Szenarien

Eine steigende Jahrestemperatur hat einen negativen Einfluss auf Vorkommen und Dichte. Ebenso zeigen die Modelle, dass die Abundanz des Buchfinks deutlich vom Waldanteil beeinflusst wird. Hohe Flächenanteile insbesondere von Nadelwald gefolgt von Laubwald resultieren in einer hohen Buchfinkendichte. Der Effekt des Mischwaldanteils ist von Strukturmerkmalen der Wälder abhängig, die im Modell nicht genauer aufgeschlüsselt werden konnten. Die prognostizierte Klimaerwärmung führt zu Abnahmen. Da Buchfinken insbesondere in

Fichtenwäldern hohe Dichten aufweisen (GOTTSCHALK & HUETTMANN 2010), wird dieser Effekt durch die Umwandlung von Nadel- in Mischwälder verstärkt.

Der bei starker Zunahme von Mischwald prognostizierte Rückgang von umgerechnet 2% pro Jahr würde über den betrachteten Zeitraum zu einer deutlichen Verkleinerung der Population führen. Da im Modell Informationen zu Fichten- und Kiefernverteilung fehlen, bleibt unklar, ob die Stärke der Auswirkungen verlässlich prognostiziert werden kann.



Bereiche hoher Dichte: Waldbereiche in mittleren und in den Hochlagen des Harzes

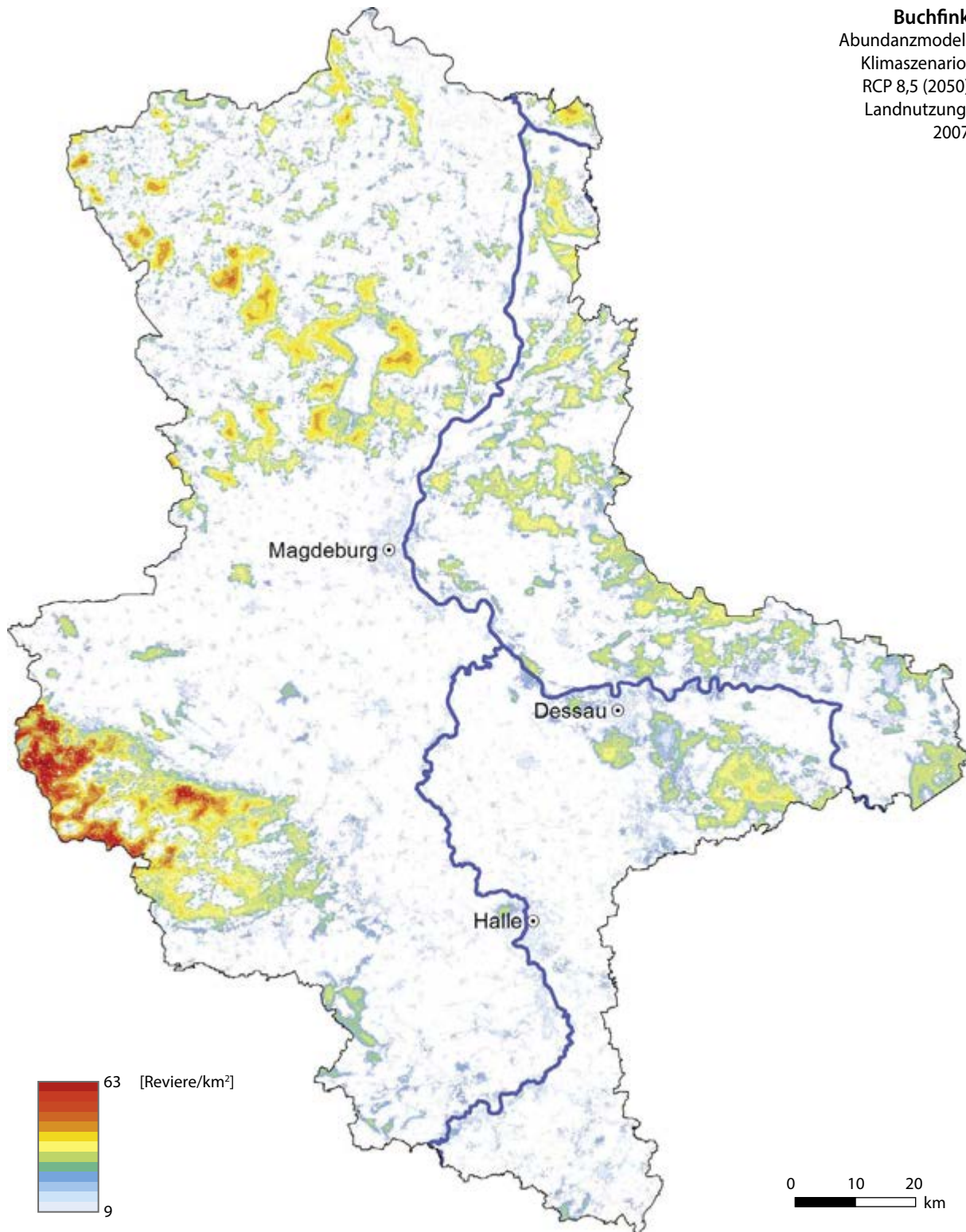
Bereiche niedriger Dichte: fehlt in baumlosen Agrarlandschaften

Dichteunterschiede: zwischen Hochharz und Bereichen im Norden und Osten deutliches Dichtegefälle, ebenso zwischen Wald und Siedlungen, sowie Nadel- und Laubwald

Populationsgröße Modell: ca. 200.000 Reviere

Populationsschätzung: 300.000–500.000 Reviere

Buchfink
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007

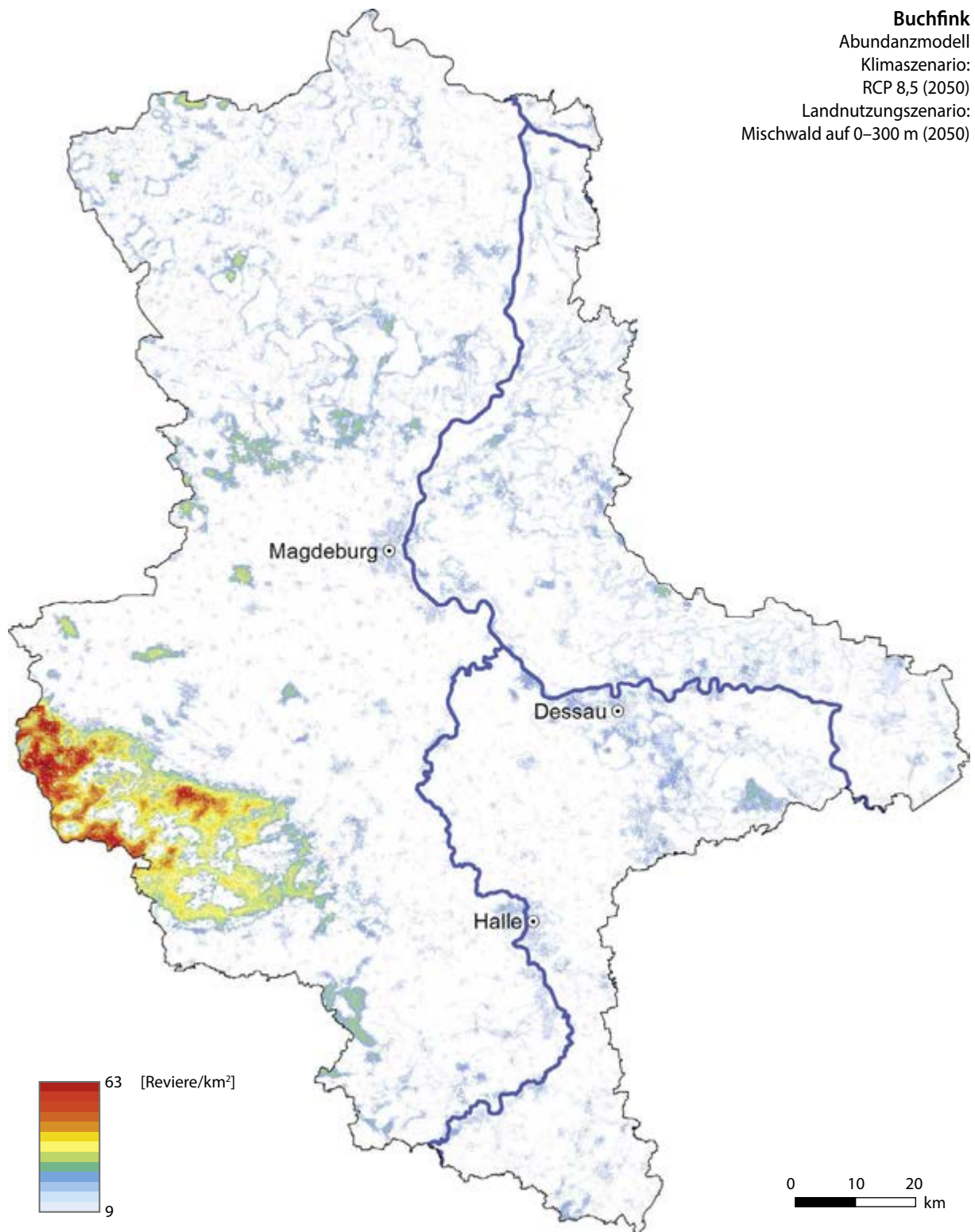


Räumliche Dichteänderung: landesweite Abnahme

Schwerpunkte der Zunahmen: keine deutlichen Zunahmen erkennbar

Schwerpunkte der Abnahmen: insbesondere in den Hochlagen des Harzes, im Hohen Fläming und in den Waldgebieten der Altmark

Populationsgröße Modell: ca. 150.000 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: Abnahme der Buchfinkendichte, Verschwinden flächiger Vorkommen; prognostizierte Abnahmen in Harzlagen zwischen 300 m und 500 m, wo keine Umwandlung in Mischwald stattfand, lediglich durch Klimawandel

Populationsgröße Modell: ca. 100.000 Reviere

Fazit: Der Klimawandel wirkt sich deutlich negativ aus, Waldumbaumaßnahmen verstärken diese Effekte.

Buntspecht *Dendrocopos major*



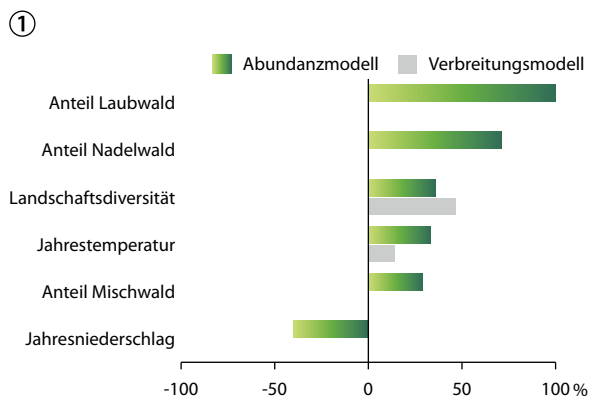
Habitat: Wälder und Parks

Klimaabhängigkeit: könnte von besserer Nahrungssituation durch milde Winter profitieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: zunehmend; 12-Jahres-Trend: zunehmend; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: leicht ansteigende Bestände, jedoch mit deutlichen Schwankungen; seit Mitte der 2000er Jahre keine Tendenz bei der Bestandsentwicklung sichtbar; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Entfernen von Totholz oder Höhlenbäumen geeigneten Alters (z. B. durch verstärkte Energieholznutzung), große Kahlschläge bzw. Windwurfflächen, Kältewinter

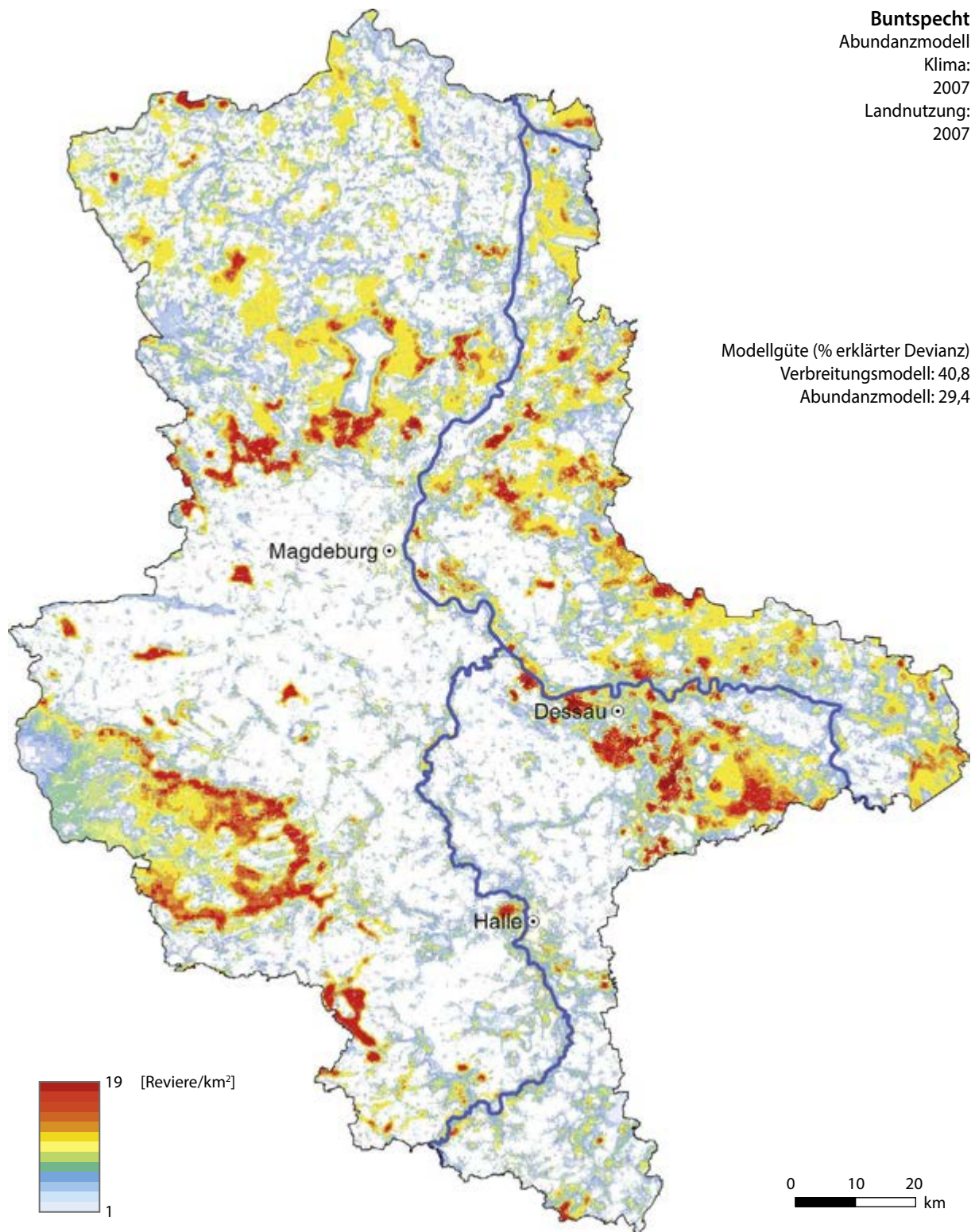


Bewertung der Modelle und Szenarien

Die Modelle zeigen einen negativen Effekt auf den Buntspecht in Bezug auf hohe Niederschläge und einen positiven Effekt auf Temperaturerhöhungen (Abb. 1). Aufgrund dieser Reaktion wird eine Erhöhung des Buntspecht-Bestandes prognostiziert, die durch abnehmende Nadelwaldanteile bei den Landnutzungsszenarien aber suk-

zessive gemildert wird (Abb. 2). Zwar fördern hohe Mischwaldanteile den Buntspecht, aber Laub- und Nadelwald zeigen deutlich stärkere Einflüsse (Abb. 1).

Die Ergebnisse zeigen, dass von einer Gefährdung des Buntspechts durch Klimawandel und Waldumbau-maßnahmen in Sachsen-Anhalt nicht auszugehen ist.



Bereiche hoher Dichte: Waldgebiete der unteren Harzlagen, Altmark und des Fläming

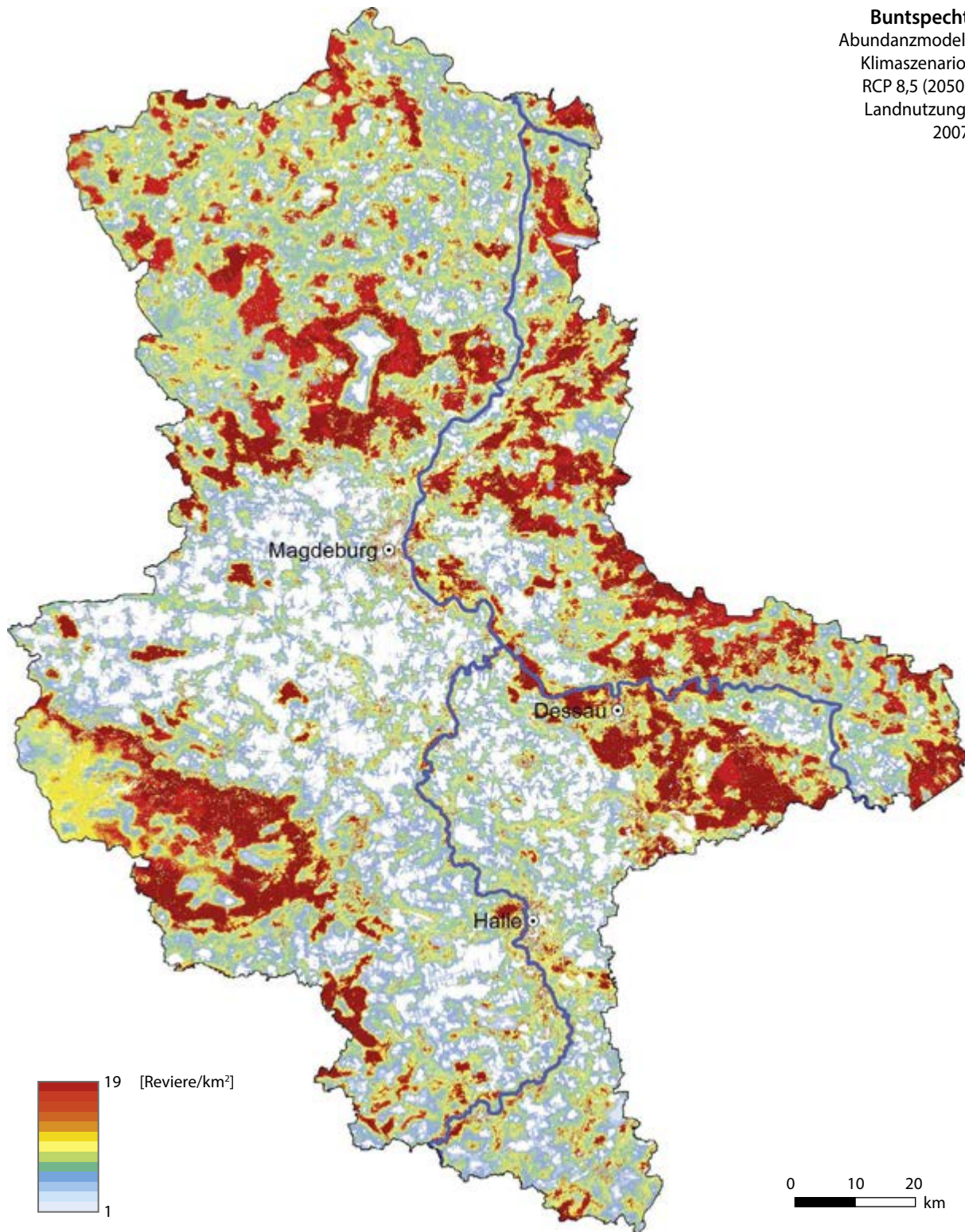
Bereiche niedriger Dichte: fehlt in offener Agrarlandschaft, geringe Dichten in urbanen Räumen

Dichteunterschiede: Börden und weite Teile des Harzvorlandes sehr dünn besiedelt, ebenso die Hochlagen des Harzes

Populationsgröße Modell: ca. 82.000 Reviere

Populationsschätzung: 25.000–35.000 Reviere

Buntspecht
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007

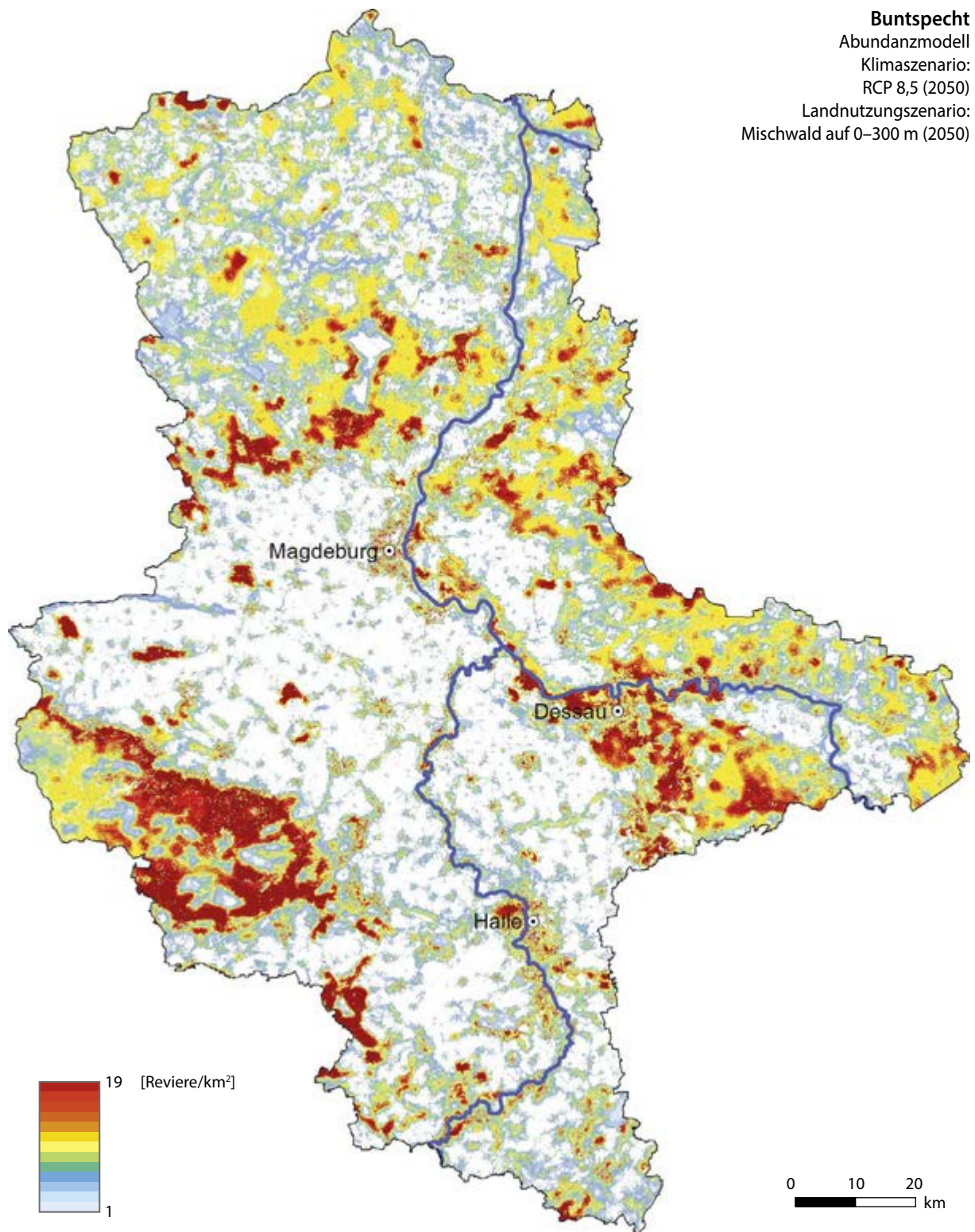


Räumliche Dichteänderung: landesweit verbreitete Zunahmen, Bestandslücken werden geschlossen und nur intensiv agrarisch genutzte Gebiete bleiben unbesiedelt

Schwerpunkte der Zunahmen: Bereiche mit zuvor hohen Dichten wie im Harz (-Vorland), in den Waldbereichen der Heidegebiete sowie am Rande von TÜPs

Schwerpunkte der Abnahmen: dichtere und flächigere Besiedlung nahezu aller Bereiche des Landes, keine erkennbaren Abnahmen

Populationsgröße Modell: ca. 152.000 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: im Vergleich mit Klimaerwärmung bei gleichbleibender Landnutzung (Karte 2) weniger starke Zunahme der Dichte in den Börden, dem Dessauer Elbtal, der Altmark und im Fläming

Populationsgröße Modell: ca. 110.000 Reviere

Fazit: Der Buntspecht profitiert von Klimaerwärmung; Durchmischung der Bestände bewirkt einen geringeren Dichtezuwachs, so dass in der Altmark und den Börden vorhandene Bestandslücken bestehen bleiben, die durch Klimaerwärmung verschwinden würden.

Eichelhäher *Garrulus glandarius*



Habitat: Wälder, Parks, Friedhöfe, Siedlungsränder

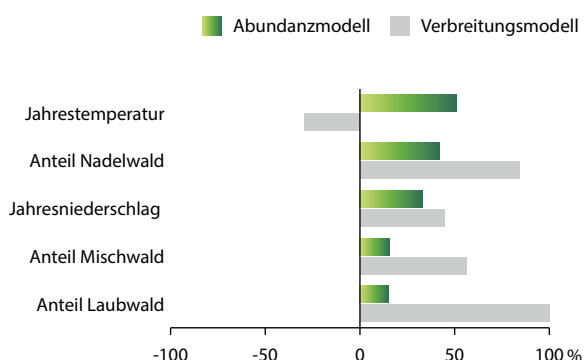
Klimaabhängigkeit: keine klimainduzierten Folgen erkennbar

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

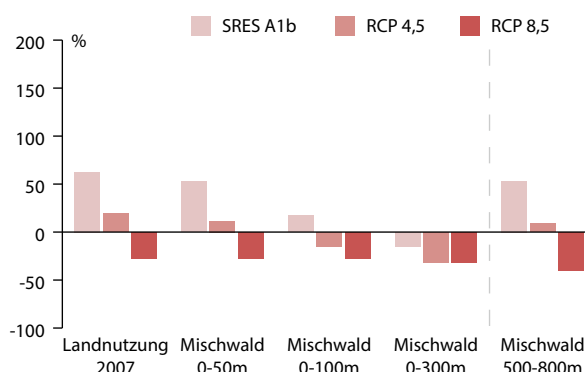
Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: zeitweise beträchtliche Bestandschwankungen ohne klaren Trend; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Nahrungsmangel im Winter

①



②



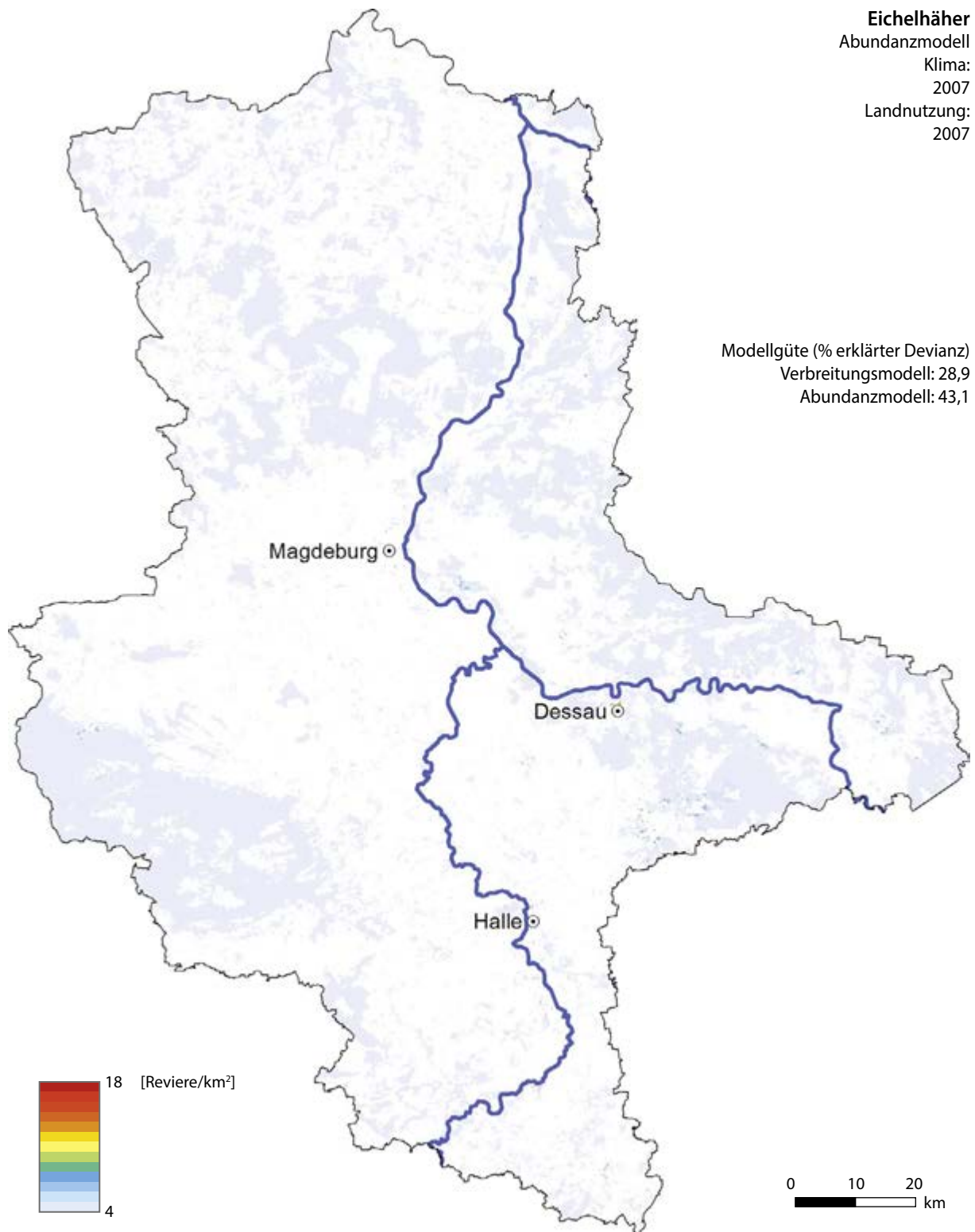
Bewertung der Modelle und Szenarien

Für den Eichelhäher wurde im Modell ein positiver Zusammenhang zwischen Abundanz und Jahresniederschlag und zwischen Vorkommen und Jahresniederschlag ermittelt (Abb. 1). Ein besonders starker Effekt wurde zwischen Eichelhäherdichten und Jahrestemperatur festgestellt. Der Eichelhäher reagiert im Modell auf die deutlich höheren Jahresniederschläge bei Szenario A1b mit einer Bestandszunahme. Bei den weniger niederschlagsreichen RCP-Szenarien spielt der Temperatureffekt eine größere Rolle. Das feuchtere Klimaszenario A1b könnte den Eichelhäher daher fördern, beim trocken-heißen Szenario RCP 8,5 werden hingegen Bestandseinbußen um 30% vorhergesagt.

Während die Eichelhäher-Vorkommen durch Temperaturerhöhung weniger werden, nimmt die Dichte

in den verbliebenen Vorkommen (Optimalbereiche) sogar zu. Landnutzungsänderungen modifizieren diese starken Klimaeinflüsse bei den Szenarien nur bedingt: Bei A1b und RCP 4,5 hat die Erhöhung des Mischwaldanteils negative Auswirkungen, bei RCP 8,5 bleiben die Bestandsrückgänge nahezu konstant.

Aufgrund der hohen Unsicherheit der zukünftigen Entwicklung der Bestände lassen sich keine Empfehlungen für Maßnahmen zur Bestandsstützung geben. Die bestehenden Monitoringprogramme sollten genutzt (und gegebenenfalls ausgebaut) werden, um regional unterschiedliche Bestandsentwicklungen zu Klima- und Habitatveränderungen in Bezug zu setzen und darauf basierend Anpassungsstrategien zu generieren.



Bereiche hoher Dichte: Wälder aller Art

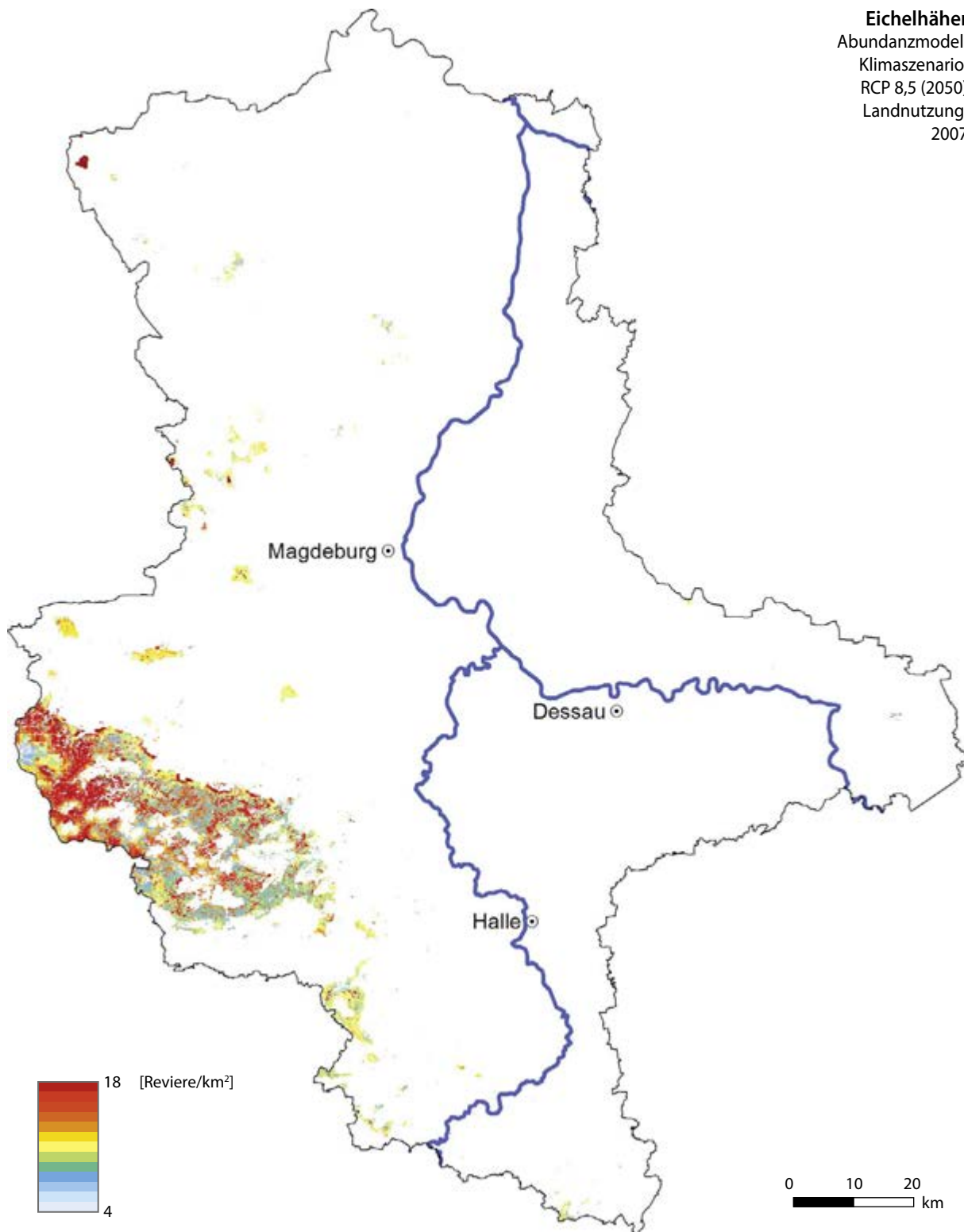
Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Börden und anderen Offenlandhabitaten

Dichteunterschiede: kaum Unterschiede modelliert, sehr ähnliche Dichten in ganz Sachsen-Anhalt

Populationsgröße Modell: ca. 16.000 Reviere

Populationsschätzung: 15.000–20.000 Reviere

Eichelhäher
Abundanzmodell
Klimaszenario:
RCP 8,5 (2050)
Landnutzung:
2007

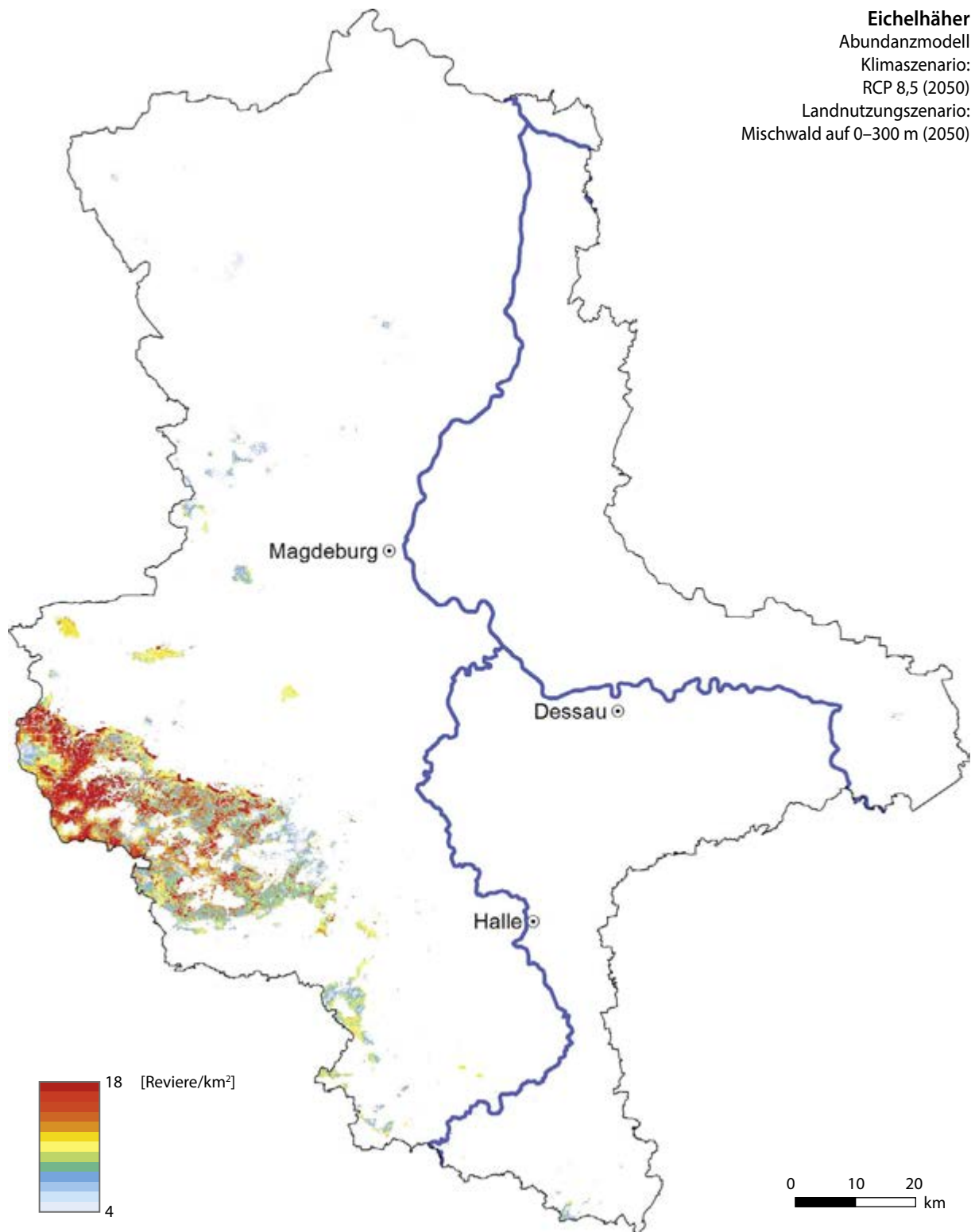


Räumliche Dichteänderung: starke Rückgänge in vielen Teilen des Landes und regionales Verschwinden der Art; die Dichten in den verbliebenen Vorkommen nehmen laut Prognosen zu, da sich dort die Habitatbedingungen durch die klimatische Veränderung optimieren

Schwerpunkte der Zunahmen: ausschließlich im Harz

Schwerpunkte der Abnahmen: großflächiges Verschwinden bis auf wenige Restvorkommen außerhalb des Harzes (Hügelländer im Harzvorland, Drömling und lokal in der Altmark)

Populationsgröße Modell: ca. 11.600 Reviere

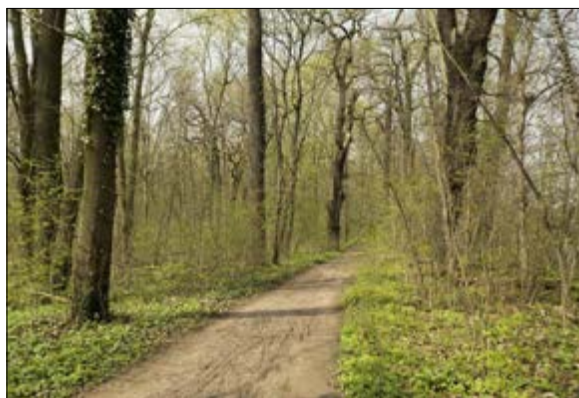


Erhöhung des Mischwaldanteils: eine Erhöhung der Nadelwaldanteile zeigt bei moderater Klimaänderung einen negativen Effekt auf Vorkommen am Harzrand und in der nordwestlichen Altmark

Populationsgröße Modell: ca. 11.000 Reviere

Fazit: Die Wirkung von Waldumbaumaßnahmen ist davon abhängig, wie stark sich die klimatischen Verhältnisse ändern. Bei extremen Klimaveränderungen mit starken Temperaturerhöhungen bleiben die Waldumbaumaßnahmen in vielen Teilen Sachsen-Anhalts ohne Wirkung.

Gartenbaumläufer *Certhia brachydactyla*



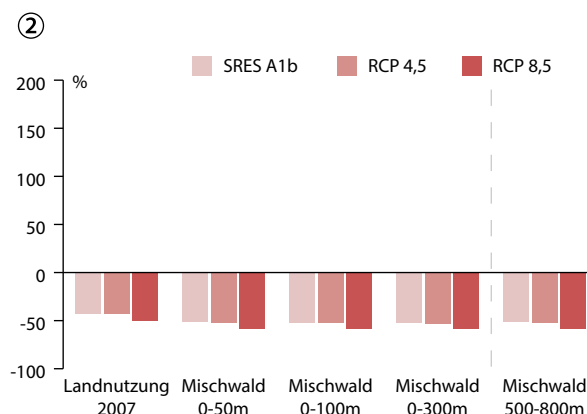
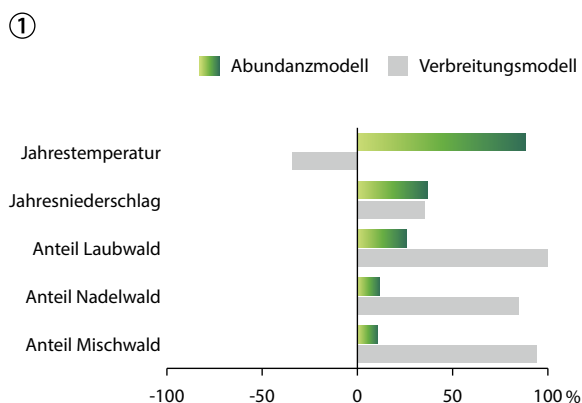
Habitat: Wälder, Parks und Gärten

Klimaabhängigkeit: könnte von einer geringeren Wintermortalität profitieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: abnehmend; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: stabile Bestände mit geringen Schwankungen und ohne Tendenz zu Zu- oder Abnahmen; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Kältewinter, Verlust von Altholzbeständen durch kurze Umtriebszeiten

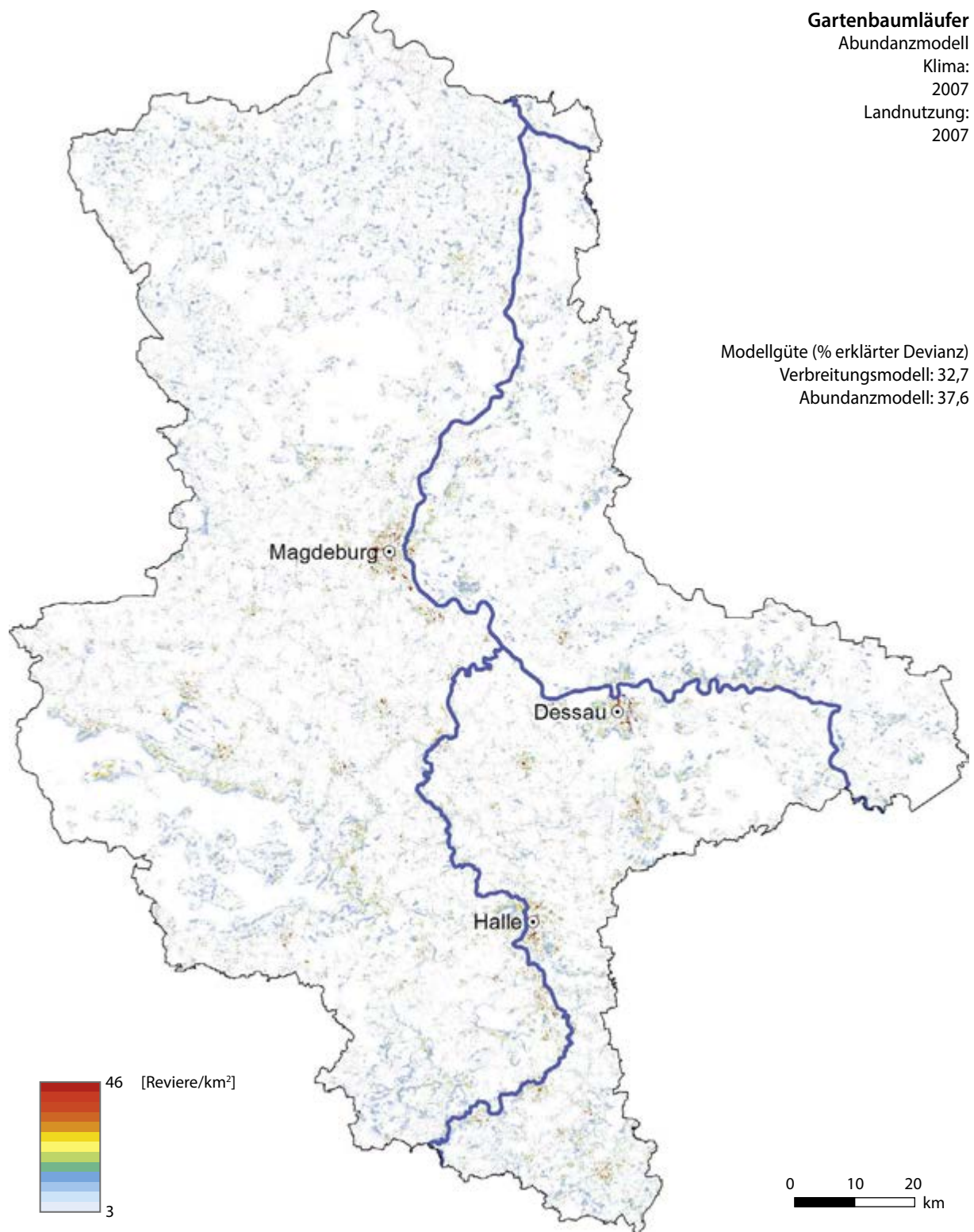


Bewertung der Modelle und Szenarien

Vorkommen und Abundanz des Gartenbaumläufers stehen in positiven Zusammenhang zu steigenden Niederschlägen (Abb. 1). Aus diesem Grund wurden für das Szenario A1b, bei dem eine Zunahme an Niederschlägen vorhergesagt wird, die geringsten Bestandsveränderungen für den Gartenbaumläufer prognostiziert. Innerhalb ansonsten optimaler Gebiete nimmt die Dichte zwar durch Klimaerwärmung lokal zu, dies genügt jedoch nicht, um die Verluste in weniger optimalen Gebieten merklich abzumildern. Änderungen des Jahresniederschlags können diesen Effekt ebenfalls nicht kompensieren.

Auf Landnutzungsänderungen reagiert die Art nur in geringem Maße, da die Effektstärken von Nadel- und Mischwaldanteilen sehr ähnlich sind (Abb. 1, 2).

Die Abundanzkarten legen nahe, dass Siedlungsgebiete in Zukunft eine starke Rolle spielen könnten, da hier die höchsten Dichten erreicht werden. Allerdings sind für eine detailliertere Untersuchung dieses Effektes mehr Informationen zur Struktur von Parks und anderen baumbestanden Habitaten innerhalb von Siedlungen und deren Wirkung auf die Häufigkeit des Gartenbaumläufers notwendig.



Bereiche hoher Dichte: alle baumbestandenen Bereiche, auch in Siedlungen sowie kleinere Baumbestände im Agrarland

Bereiche niedriger Dichte: seltener in höheren Lagen, fehlt im Hochharz

Dichteunterschiede: Dichtezentren in Siedlungen, möglicherweise durch das Vorkommen alter Parkbäume

Populationsgröße Modell: ca. 33.000 Reviere

Populationsschätzung: 10.000–20.000 Reviere

Gartenbaumläufer

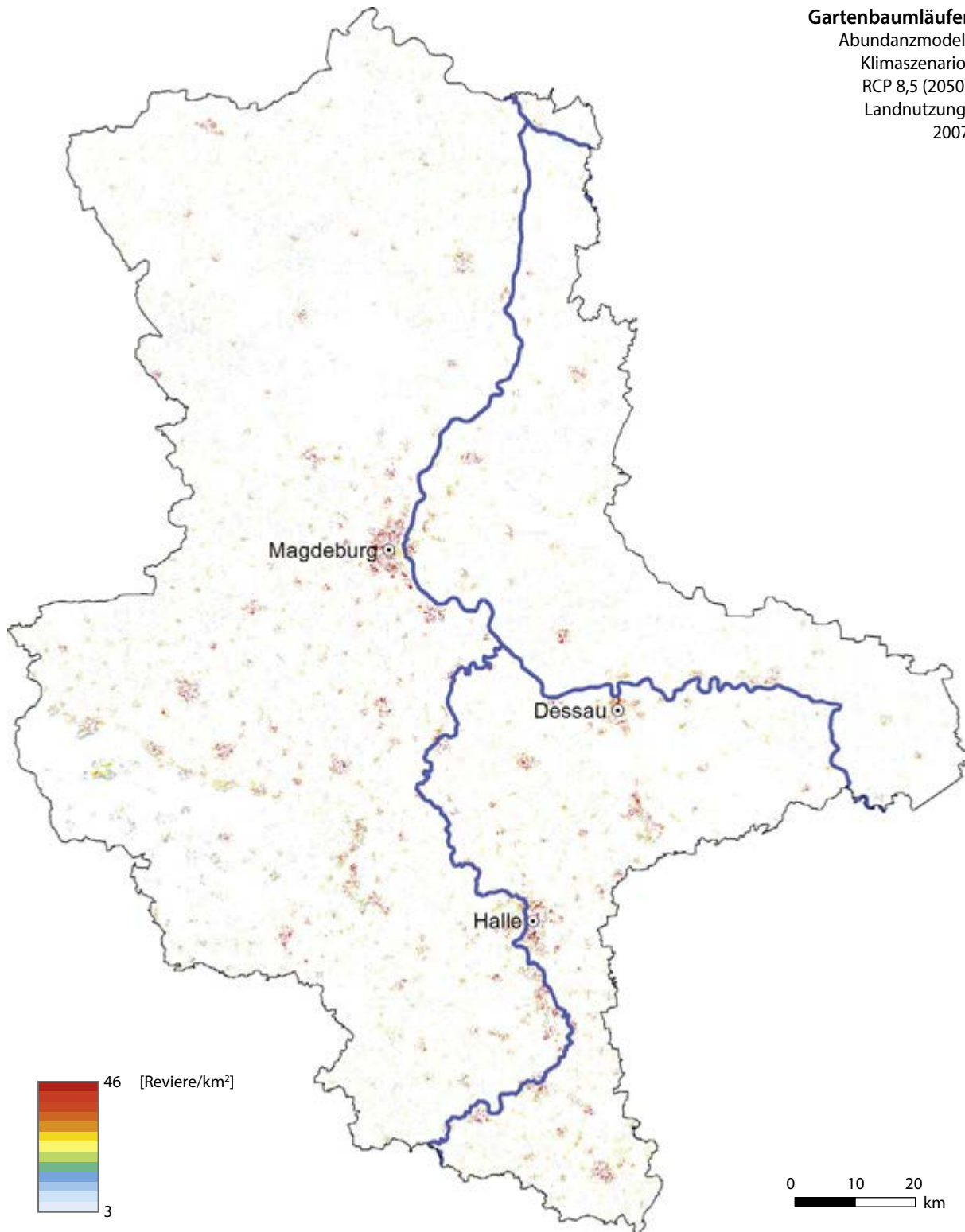
Abundanzmodell

Klimaszenario:

RCP 8,5 (2050)

Landnutzung:

2007

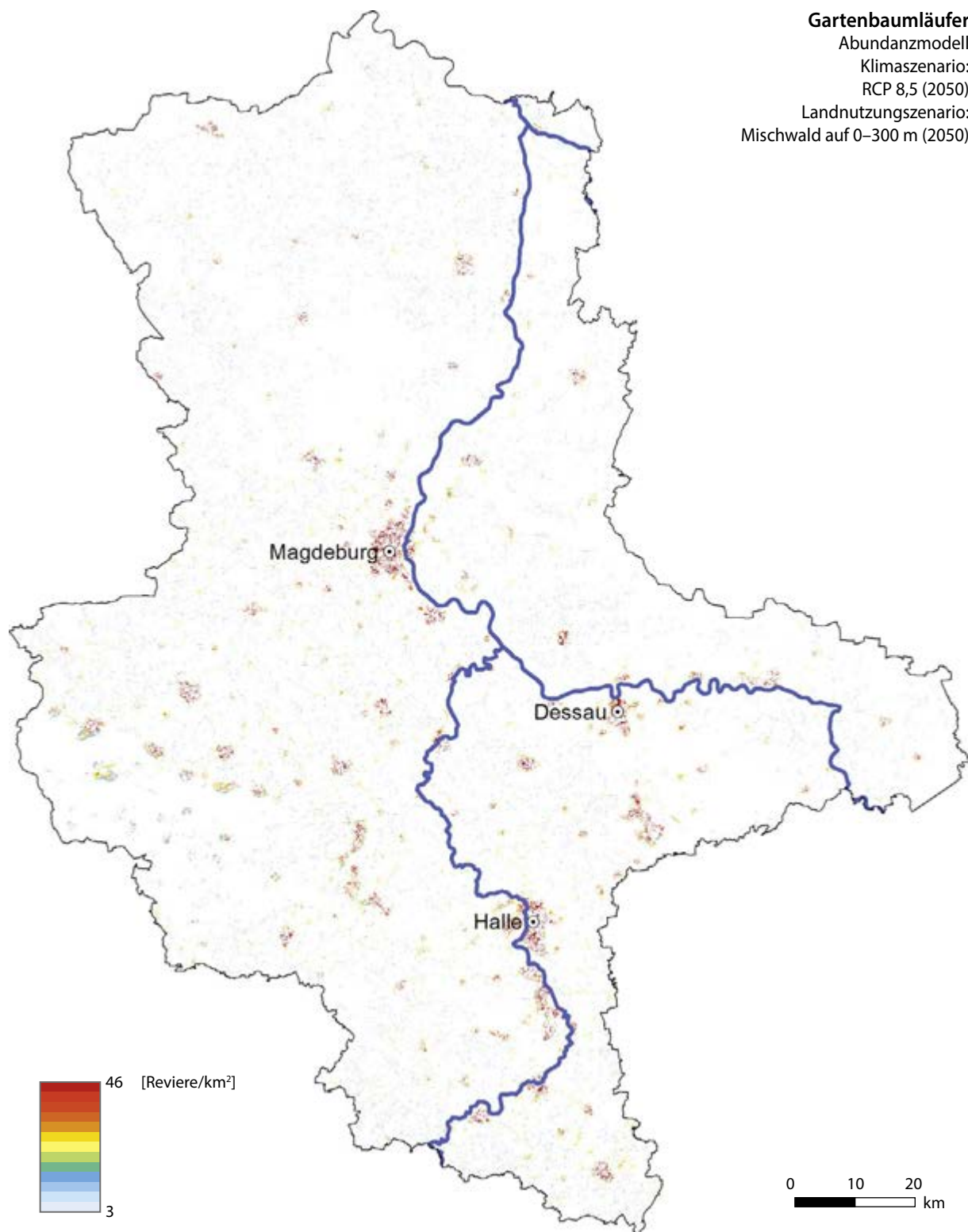


Räumliche Dichteänderung: abgesehen von den Ballungsräumen fast überall Abnahmen

Schwerpunkte der Zunahmen: Siedlungen und Ballungsräume

Schwerpunkte der Abnahmen: lediglich in den Siedlungen, den Harzrandlagen und der Dübener Heide
verbleiben Areale höherer Dichten

Populationsgröße Modell: ca. 16.000 Reviere

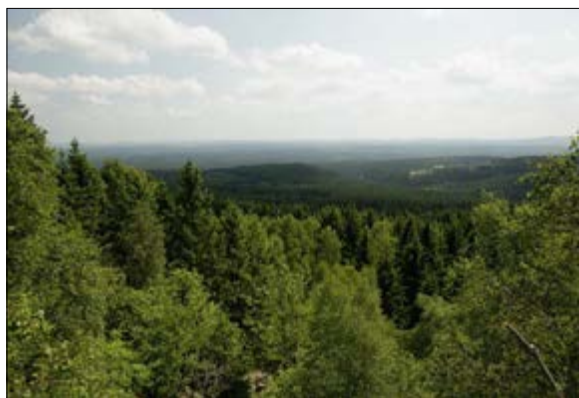


Erhöhung des Mischwaldanteils: einige Reliktorkommen zeigen etwas höhere Dichten im Vergleich zur Karte 1, insbesondere in den Siedlungen zunehmende Dichten

Populationsgröße Modell: ca. 13.000 Reviere

Fazit: Die Klimaerwärmung führt zu starken Abnahmen, die durch die untersuchten Waldbaumaßnahmen nicht gemildert werden können.

Haubenmeise *Parus cristatus*



Habitat: Nadelwälder und Mischwälder vor allem mit Kiefer und Fichte, große Parkanlagen mit zumindest einzelnen Nadelbäumen

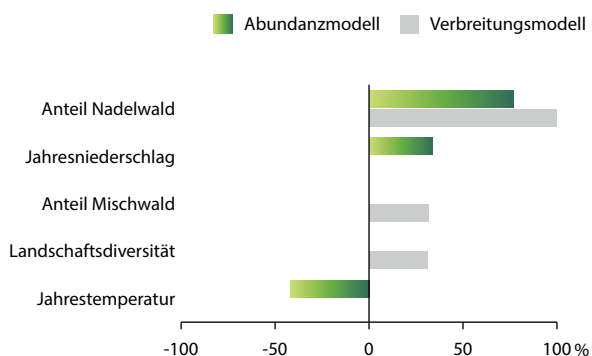
Klimaabhängigkeit: könnte von etwas geringerer Wintermortalität profitieren, HUNTLEY et al. (2007) prognostizieren eine Arealabnahme

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

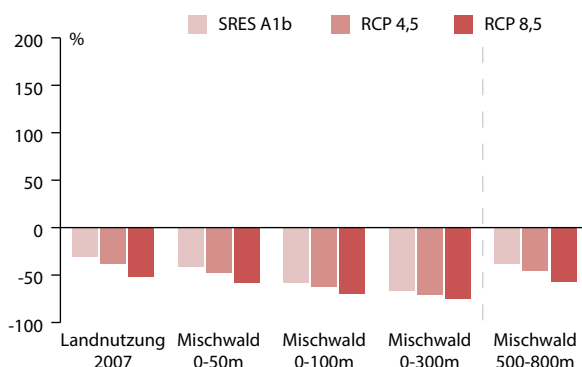
Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: starke jährliche Schwankungen, die u. a. vermutlich in Zusammenhang mit Kiefernfruktifikationen stehen, im Gesamtzeitraum jedoch leicht zunehmender Bestand; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Altersklassenwälder, starke Reduzierung des Nadelwaldanteils, Windwurf

①



②

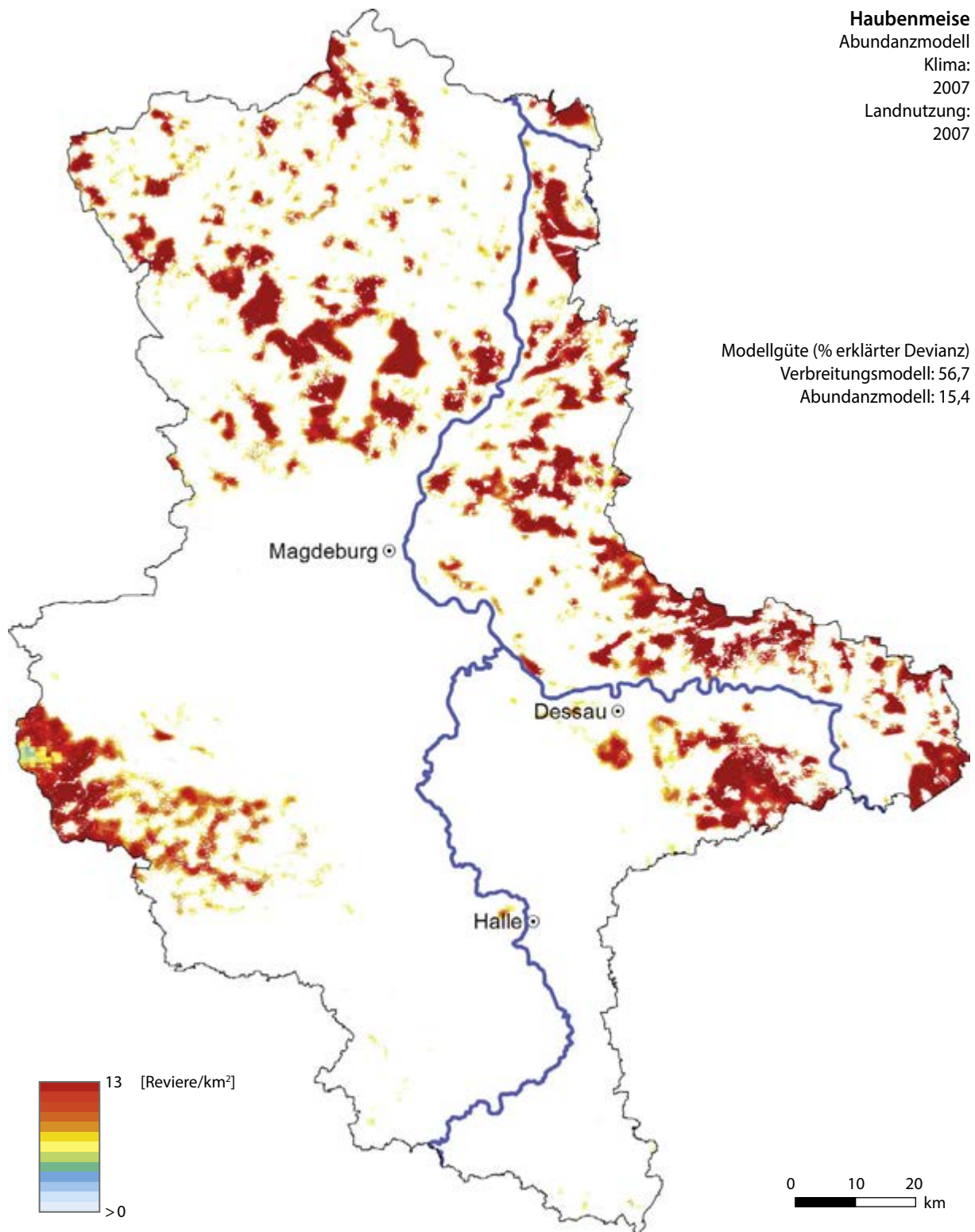


Bewertung der Modelle und Szenarien

Eine Zunahme der Jahresniederschläge wirkt sich auf die Abundanz der Haubenmeise laut Modellaussagen deutlich positiv aus (Abb. 1). Das vergleichsweise feuchte und weniger warme Szenario A1b führt daher im Vergleich zu den anderen Szenarien mit geringeren Niederschlägen bzw. stärkeren Temperaturzunahmen zu geringeren Abnahmen der Haubenmeisenpopulation.

Deutlichere Abnahmen von bis zu drei Vierteln der Bestände von 2007 wurden bei einer Zunahme der Mischwaldanteile prognostiziert. Als stark an Nadelbäume gebundene Art reagiert die Haubenmeise auf solche Waldumbaumaßnahmen mit starken Abnahmen. Ein flächiger Waldumbau würde die Haubenmeise daher in ihrem Bestand gefährden, so dass

größere Populationsvorkommen zukünftig auf den Harz beschränkt blieben. Aufgrund der Windwurfgefährdung könnte der Anteil von Nadelgehölzen im Harz langfristig ebenfalls abnehmen. Um die Haubenmeise als Brutvogel in Sachsen-Anhalt zu erhalten, sollte beim Waldumbau berücksichtigt werden, dass es in Gebieten mit hohen Haubenmeisendichten auch zukünftig einen Mindestanteil an Nadelbäumen bestehen bleiben sollte. Wie groß solche Gebiete mit Schutzfunktion für die Haubenmeise sein müssen oder inwieweit einzelne höhlenreiche Nadelbäume ausreichen um überlebensfähige Bestände zu erhalten, könnte Gegenstand zukünftiger Forschungsvorhaben sein.



Bereiche hoher Dichte: insbesondere Kiefernwälder der Tieflagen und Fichtenwälder, in Nadelholzlagen im Harz mit ähnlich hohen Dichten

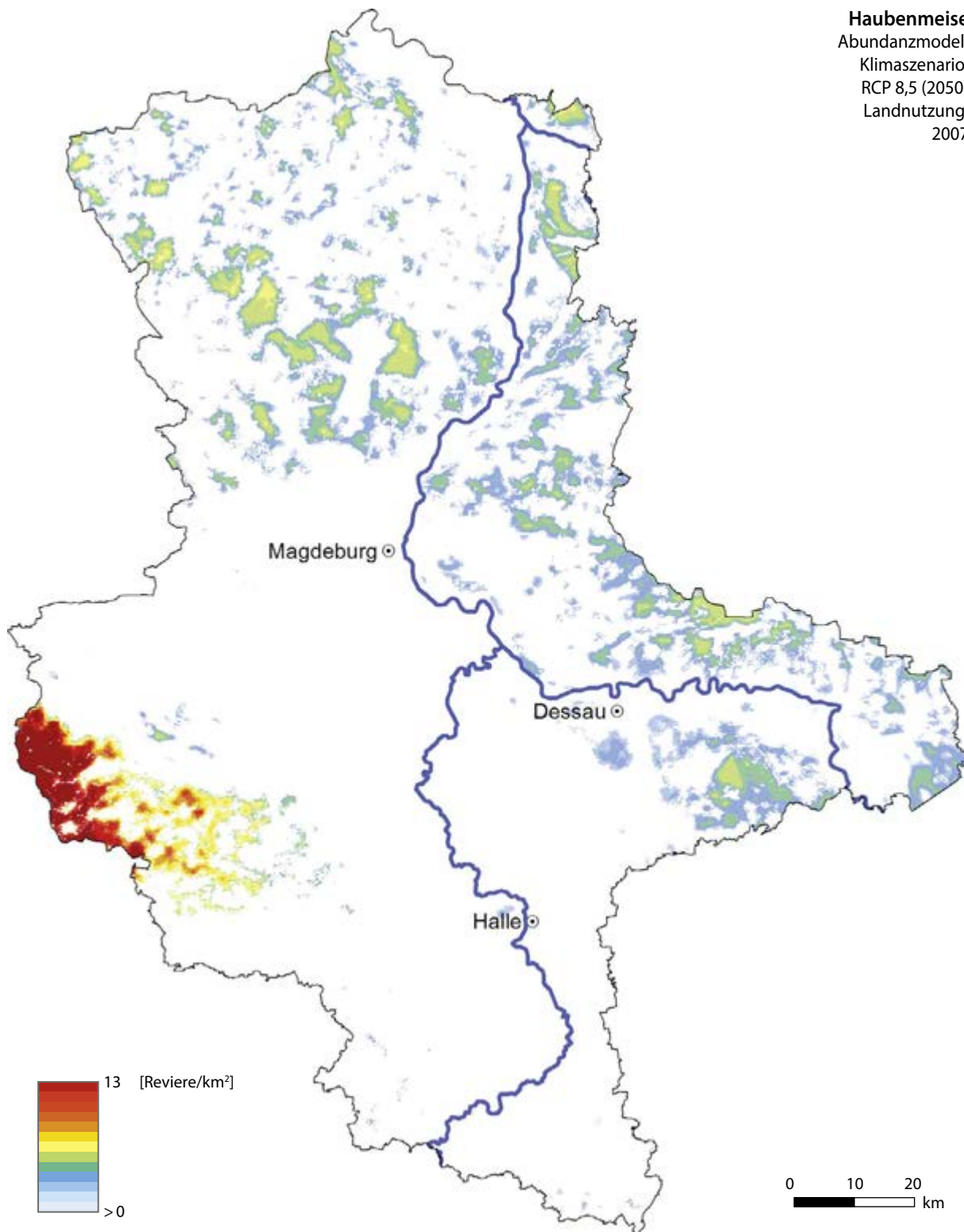
Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Siedlungen und Börden, geringere Dichten in Bereichen der Altmark ohne Heidevegetation und umgebende Kiefernwälder, sowie im Vorfläming

Dichteunterschiede: lokal deutliche Schwerpunkte, vielerorts keine Vorkommen

Populationsgröße Modell: ca. 32.000 Reviere

Populationsschätzung: 10.000–20.000 Reviere

Haubenmeise
Abundanzmodell
Klimaszenario:
RCP 8,5 (2050)
Landnutzung:
2007

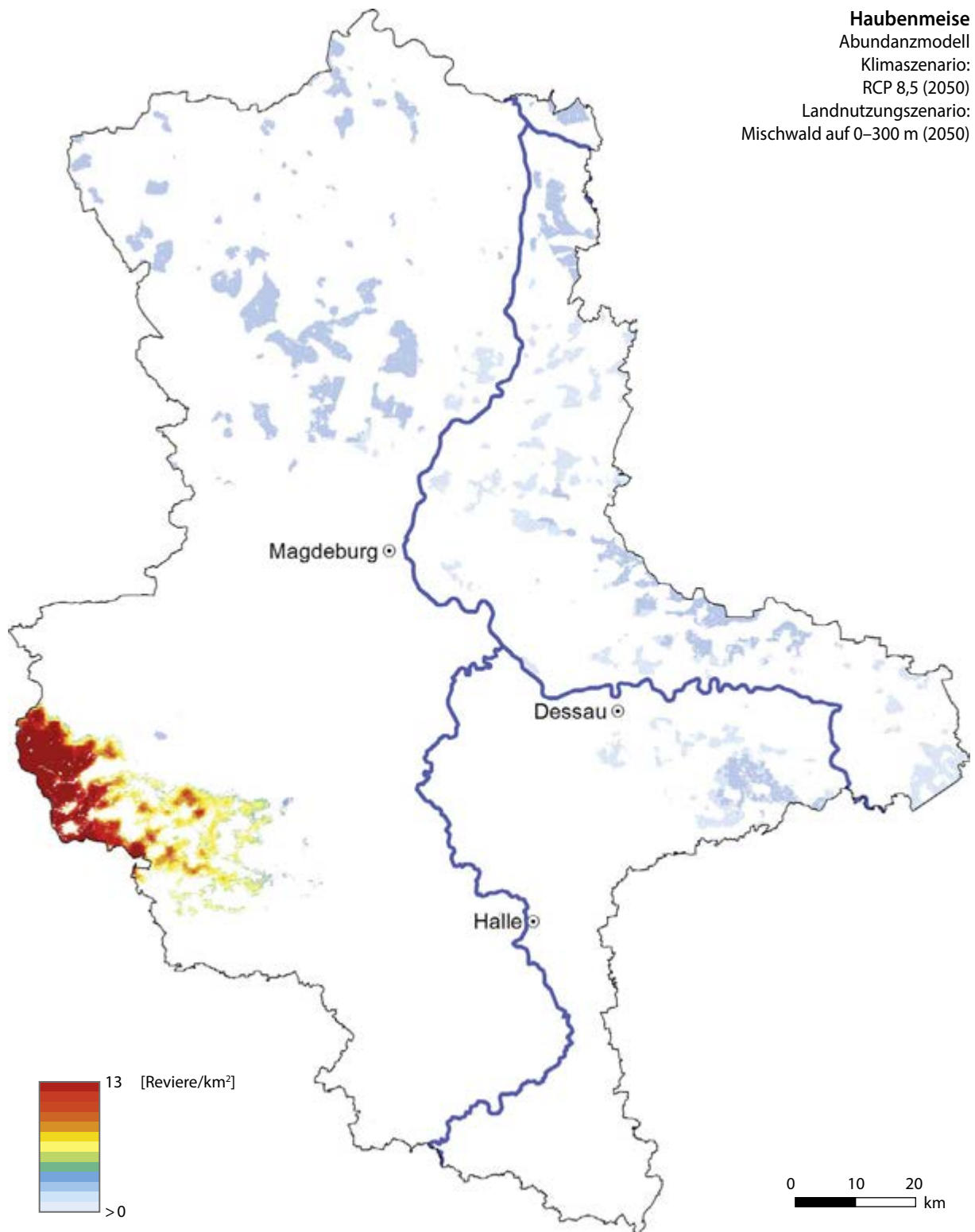


Räumliche Dichteänderung: nur lokal begrenzte Zunahmen, in weiten Landesteilen hingegen Rückgänge

Schwerpunkte der Zunahmen: vertikale Wanderung mit Zunahme im Hochharz

Schwerpunkte der Abnahmen: am Harzrand seltener, in Altmark und Fläming nivellieren sich Dichteunterschiede zwischen geschlossenen Waldbereichen und ihrer Umgebung

Populationsgröße Modell: ca. 15.000 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: in Bereichen mit Zunahme von Mischwald sinken die Dichten deutlich, es verschwinden v.a. kleinere Randvorkommen und isolierte Vorkommen

Populationsgröße Modell: ca. 8.000 Reviere

Fazit: Sowohl der Klima- als auch der Landnutzungswandel könnten bei der Haubenmeise in Zukunft zu einem deutlichen Bestandseinbruch führen. Nur im Harz könnten sich die Bestände halten, wenn dort kein großflächiger Waldumbau erfolgt.

Heckenbraunelle *Prunella modularis*



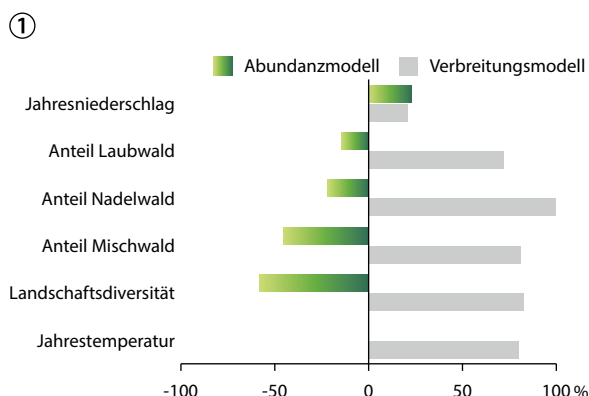
Habitat: Unterwuchsreiche Wälder, Gebüsch in und außerhalb von Siedlungen

Klimaabhängigkeit: könnte von etwas geringerer Wintermortalität profitieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: bis Anfang der 2000er Jahre fluktuierender Bestand mit mehrjährigem Bestandsanstieg, seitdem rückläufige Bestandsentwicklung; RL D (2007): –

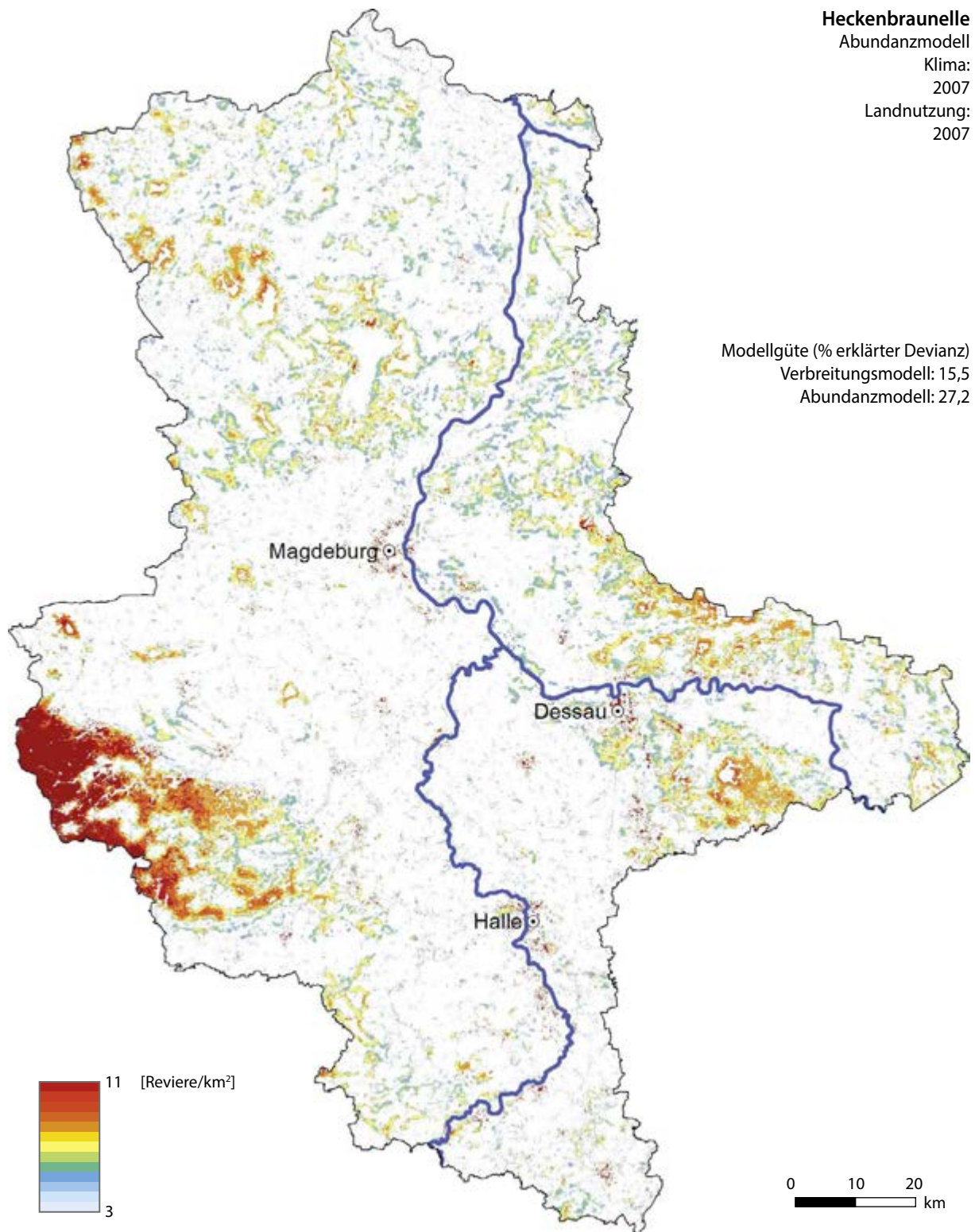
Gefährdungsfaktoren: Mangel an Gebüsch und Unterholz, Bebauung von (auch innerstädtischen) Bracheflächen, Verlust von Sukzessionsstadien, kalte Winter



Bewertung der Modelle und Szenarien

Vorkommen und Abundanz der Heckenbraunelle werden im Modell von einem steigendem Jahresniederschlag positiv beeinflusst (Abb. 1). Dies begründet die hohen Dichten im niederschlagsreichen Harz. Insbesondere im A1b Szenario wird eine steigende Population der Heckenbraunelle prognostiziert (Abb. 2), da in diesem Szenario eine starke Erhöhung der Jahrsniederschläge vorhergesagt wird.

Eine Durchmischung von Nadelwäldern mit Laubbäumen wirkt sich bis auf eine Höhe von 300 m eher negativ aus, dagegen führt die Erhöhung des Mischwaldanteils im Hochharz zwischen 500 m und 800 m Höhe zu einer leichten Bestandszunahme der Heckenbraunelle von bis zu 32 % (Abb. 2).



Bereiche hoher Dichte: Harz mit einem Schwerpunkt im Hochharz

Bereiche niedriger Dichte: fehlt in städtischen Ballungsräumen, im Vergleich zu Wäldern geringe Dichten im Offenland und Siedlungsrandbereichen

Dichteunterschiede: gleichmäßiger Anstieg der Dichte vom Harzvorland zum Hochharz, lückige Vorkommen in Altmark und Fläming, sowie deutliche Bestandslücken im Agrarland

Populationsgröße Modell: ca. 31.000 Reviere

Populationsschätzung: 30.000–60.000 Reviere

Heckenbraunelle

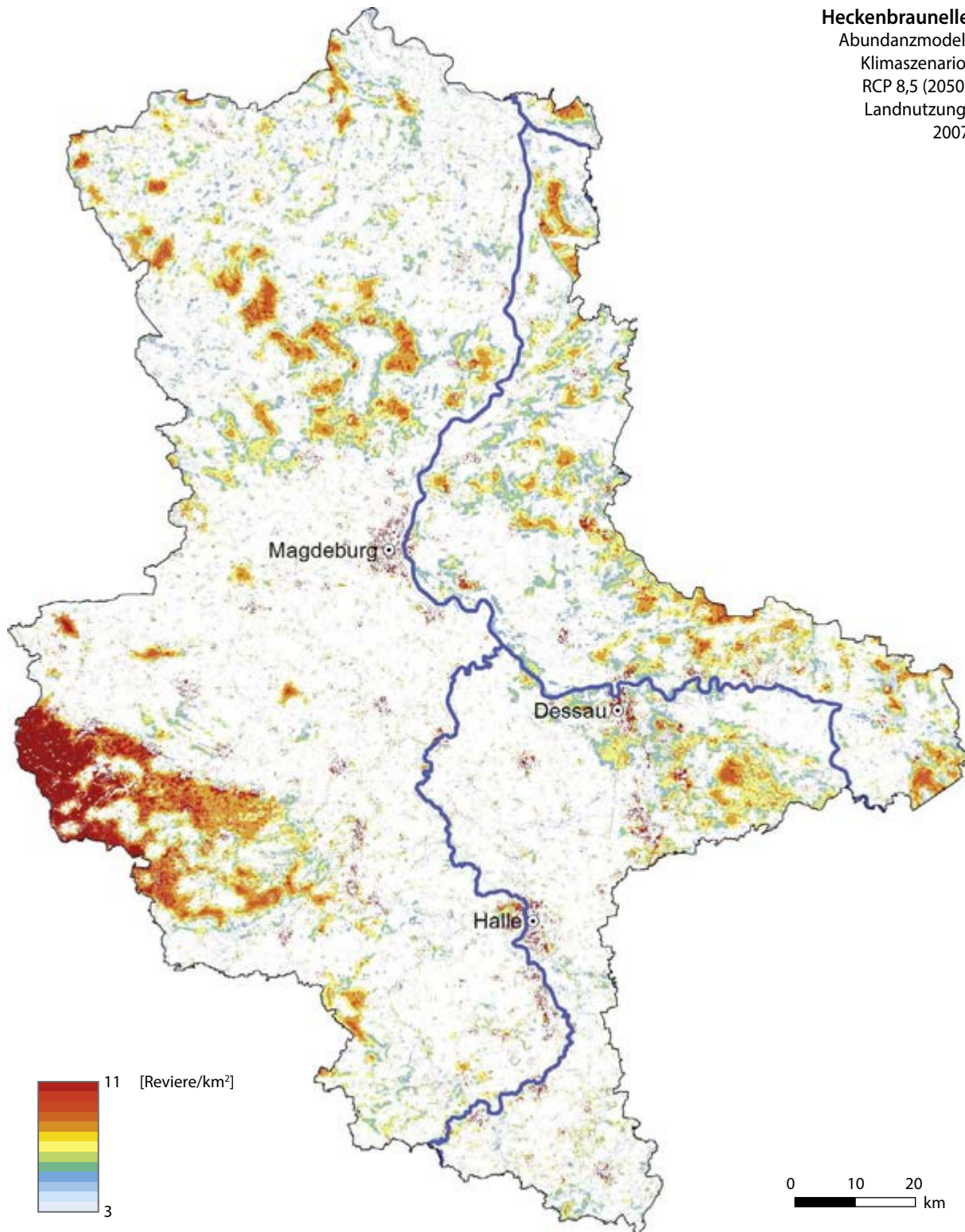
Abundanzmodell

Klimaszenario:

RCP 8,5 (2050)

Landnutzung:

2007

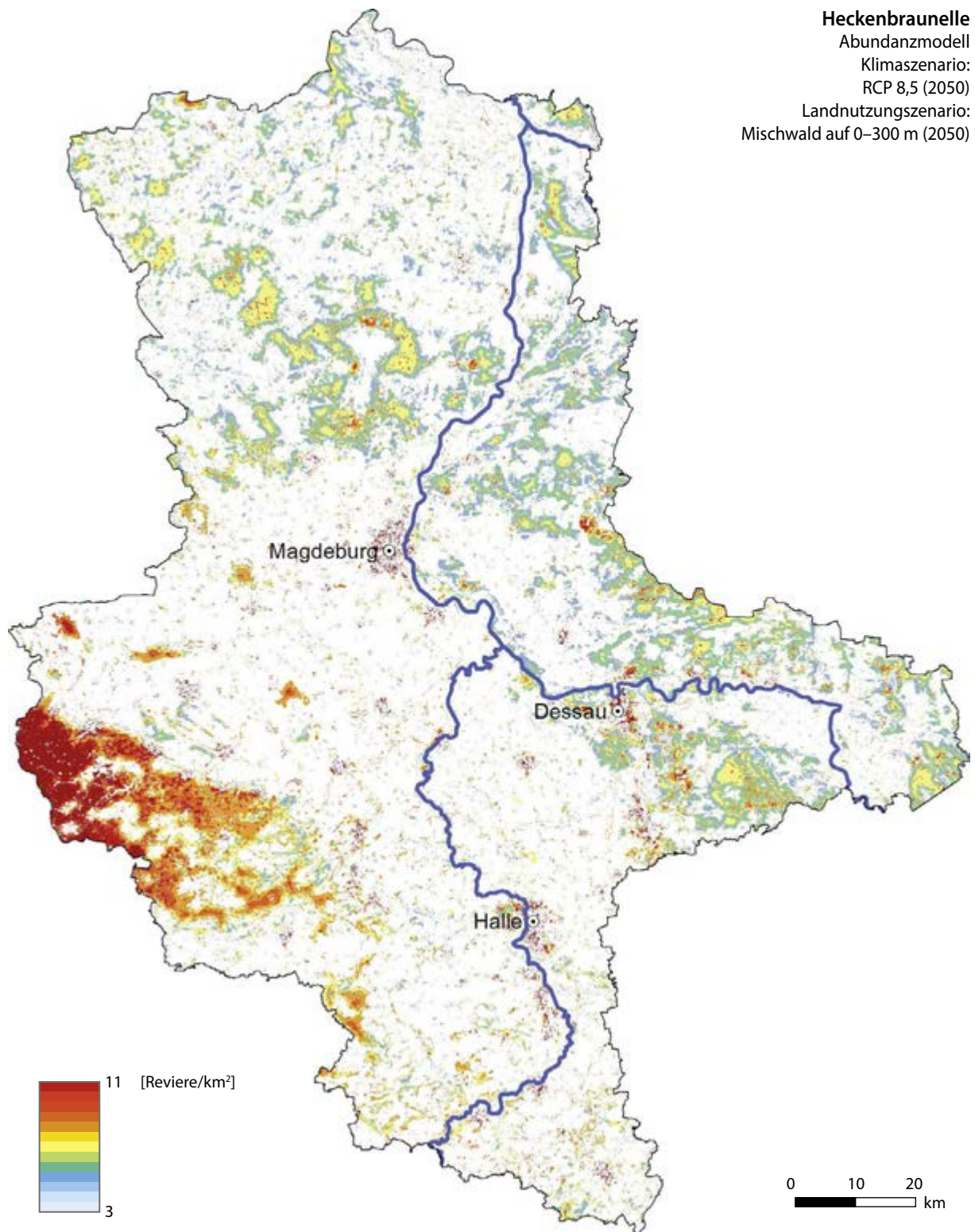


Räumliche Dichteänderung: Anstieg flächiger Vorkommensbereiche im Norden und Osten Sachsen-Anhalts

Schwerpunkte der Zunahmen: Lückenschluss bei Vorkommen in Altmarkheiden, Harzvorland und Fläming, Zunahmen der Vorkommen in urbanen Lebensräumen

Schwerpunkte der Abnahmen: Rückgänge in niedrigeren Höhenstufen des Harzes, aber auch Abnahme der Dichten im Schwerpunktorkommen des Hochharzes

Populationsgröße Modell: ca. 37.000 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: Dichten innerhalb der Heiden und Waldbereiche sind geringer im Vergleich zu den Dichten im Szenario bei dem ausschließlich der Klimawandel Klimaerwärmung und nicht Landnutzungsveränderungen berücksichtigt wurden (s. Karte 2)

Populationsgröße Modell: ca. 36.000 Reviere

Fazit: Die Heckenbraunelle scheint vom Klimawandel und von einem Waldbau in ihren Schwerpunktgebieten oberhalb von 500 m profitieren zu können.

Kleiber *Sitta europaea*



Habitat: Wälder, Parks und Gärten

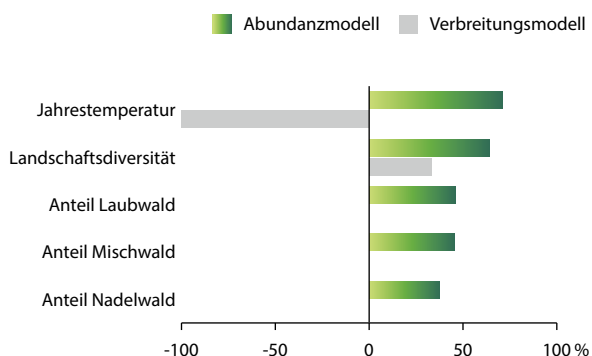
Klimaabhängigkeit: könnte von besserer Nahrungssituation durch milde Winter profitieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

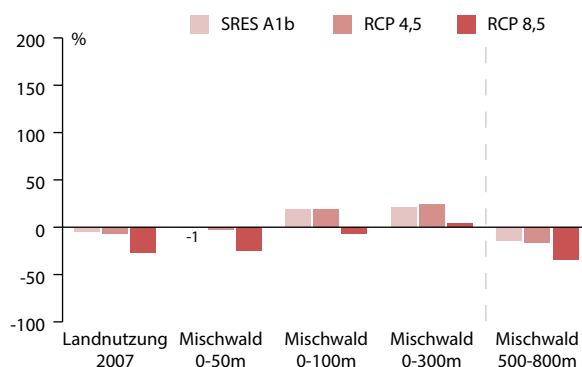
Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: bis 2002 ohne erkennbaren Trend, zwischen 2002 und 2011 bei deutlichen jährlichen Fluktuationen zunehmend; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Verlust von Altholz, Winterhärte, ausbleibende Buchenmast

①



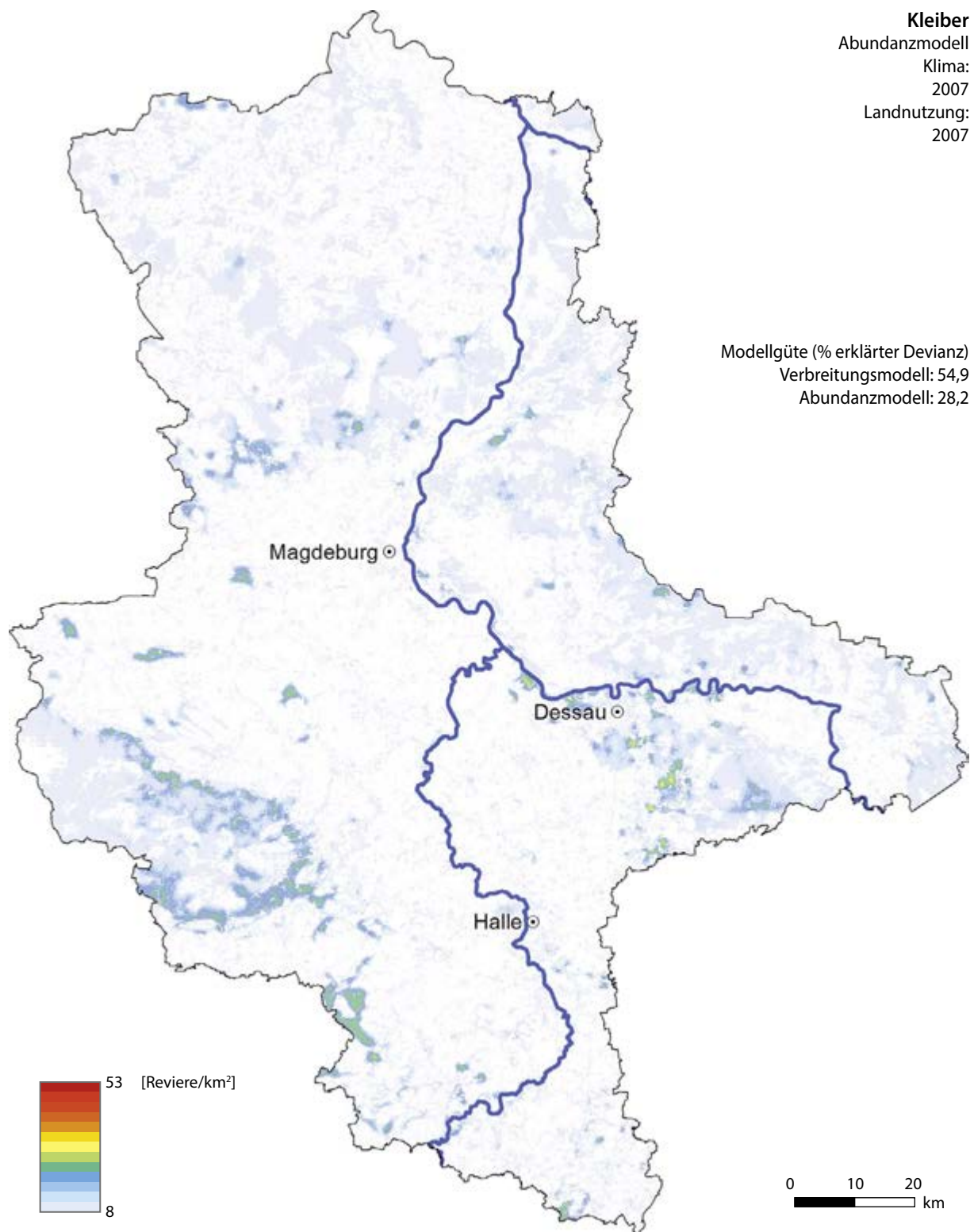
②



Bewertung der Modelle und Szenarien

Der als wärmeliebend geltende Kleiber gehört zu den Arten, deren Vorkommen und Dichte von der Temperatur im Modell unterschiedlich stark beeinflusst werden (Abb. 1). So zeigt er in Gebieten mit für ihn optimaler naturräumlicher Ausstattung deutlich höhere Dichten bei höheren Temperaturen. Allerdings verschwinden Vorkommen des Kleibers in weniger geeigneten Gebieten, so dass sich bei Klimaerwärmung insgesamt ein negativer Effekt ergibt.

Eine deutliche Erhöhung des Mischwaldanteils kann dabei helfen, diese negativen Einflüsse zu kompensieren und den Gesamtbestand des Kleibers sogar zu erhöhen (Abb. 2). Beim Kleiber zeigt sich sehr deutlich, dass durch Verbesserungen der Lebensraumbedingungen durch Anpassungsmaßnahmen in Folge eines naturnahen Waldumbaus in Höhen bis zu 300 m potenziell negative Klimawandelfolgen vollständig kompensiert werden können.



Bereiche hoher Dichte: Laubwälder, Nadelwälder mit deutlich geringeren Dichten

Bereiche niedriger Dichte: Vorkommen in Städten überwiegend für Randbereiche prognostiziert

Dichteunterschiede: wenige Schwerpunktgebiete, die sich deutlich vom Umland abheben,
 v.a. Laubwaldregionen im Harzvorland

Populationsgröße Modell: ca. 58.000 Reviere

Populationsschätzung: 20.000–50.000 Reviere

Kleiber

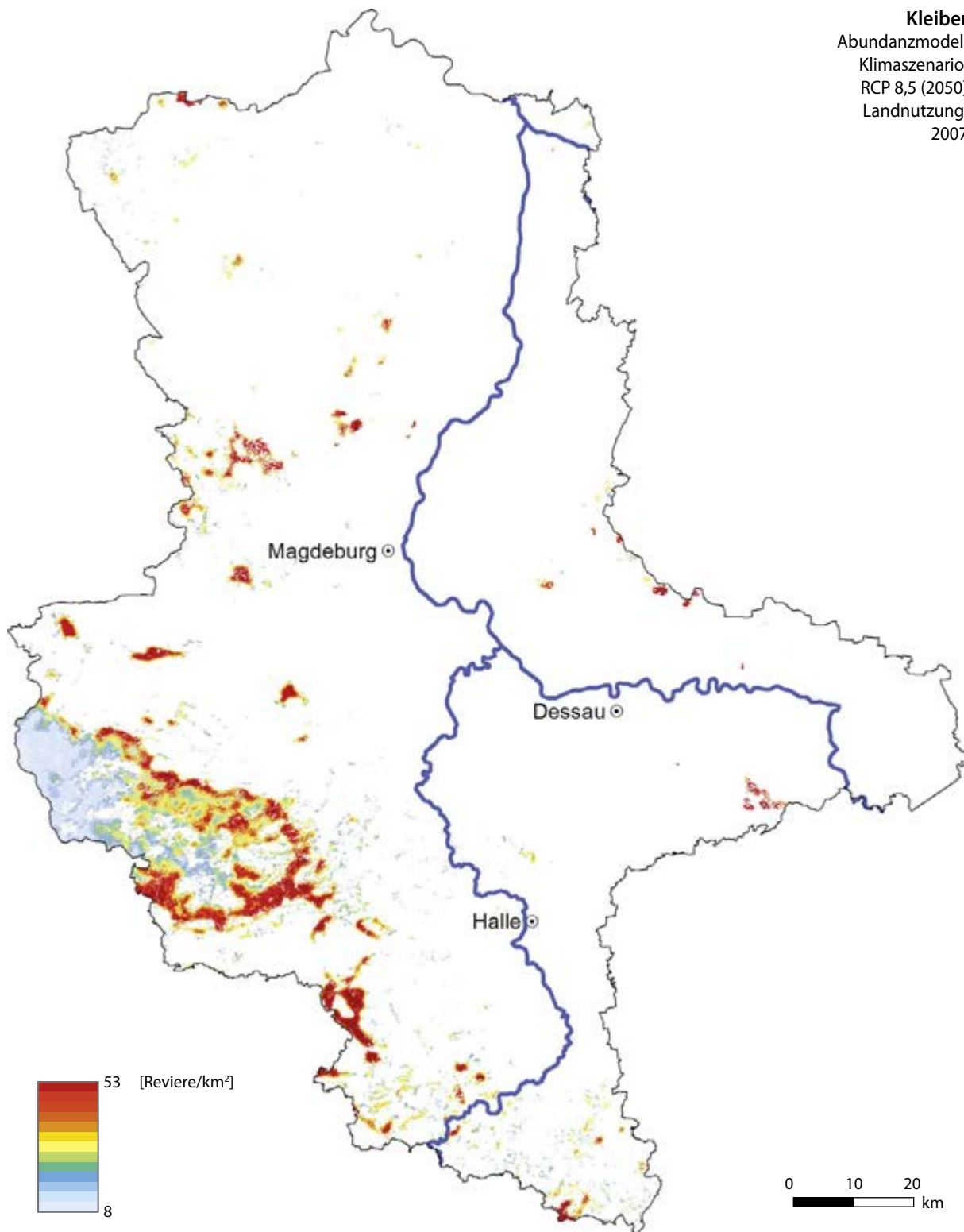
Abundanzmodell

Klimaszenario:

RCP 8,5 (2050)

Landnutzung:

2007

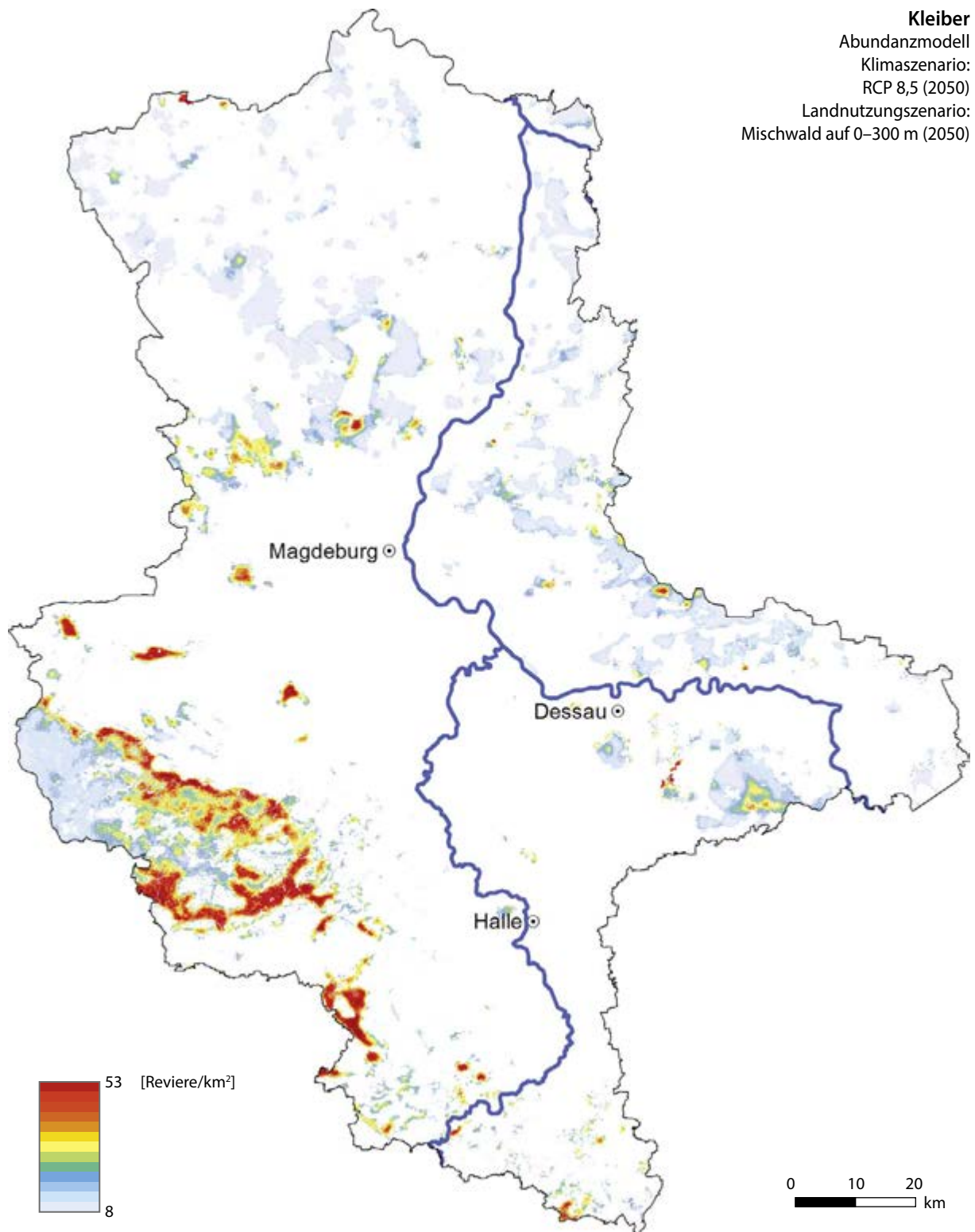


Räumliche Dichteänderung: Verschwinden aus weiten Teilen des nördlichen und östlichen Sachsen-Anhalts

Schwerpunkte der Zunahmen: Zunahme der Dichten in Laubwaldgebieten des Harzvorlandes

Schwerpunkte der Abnahmen: Anstieg der Dichten in den Optimalgebieten in der Altmark und im Fläming,
Verschwinden aus allen anderen Gebieten

Populationsgröße Modell: ca. 42.000 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: umgewandelte Bereiche der Altmark und des Fläming, die durch Klimawandel aufgegeben würden, können durch eine Diversifizierung der Waldstruktur mit ähnlicher Dichteverteilung der Bestände erhalten bleiben

Populationsgröße Modell: ca. 60.000 Reviere

Fazit: Der Bestand des Kleibers kann durch forstliche Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel in seinen Kernbereichen gestützt und negative Effekte der Klimaerwärmung vollständig kompensiert bzw. erhöht werden.

Kohlmeise *Parus major*



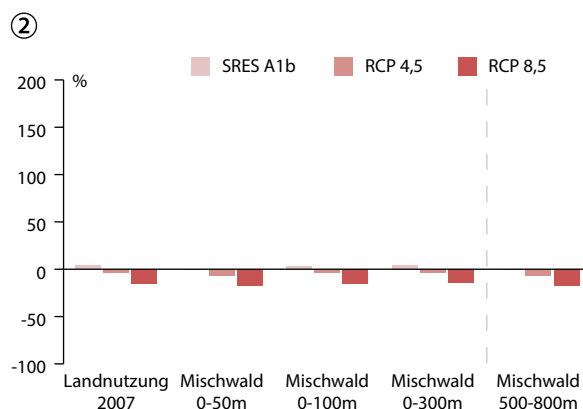
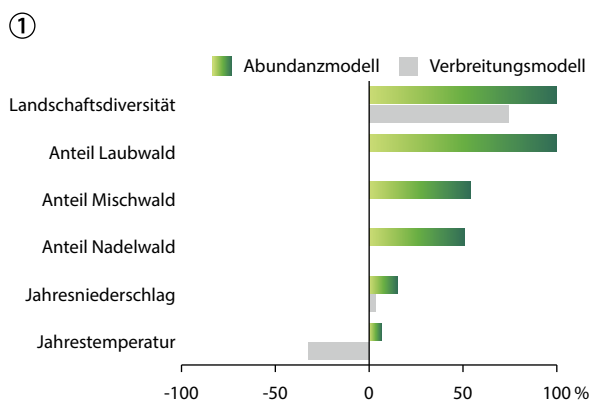
Habitat: Wälder, Parks, Kleingärten

Klimaabhängigkeit: könnte von etwas geringerer Wintermortalität profitieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: jährliche Bestandsschwankungen seit 2005 etwas zurückgegangen, stabile Entwicklung im Betrachtungszeitraum; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Nahrungsknappheit im Winter

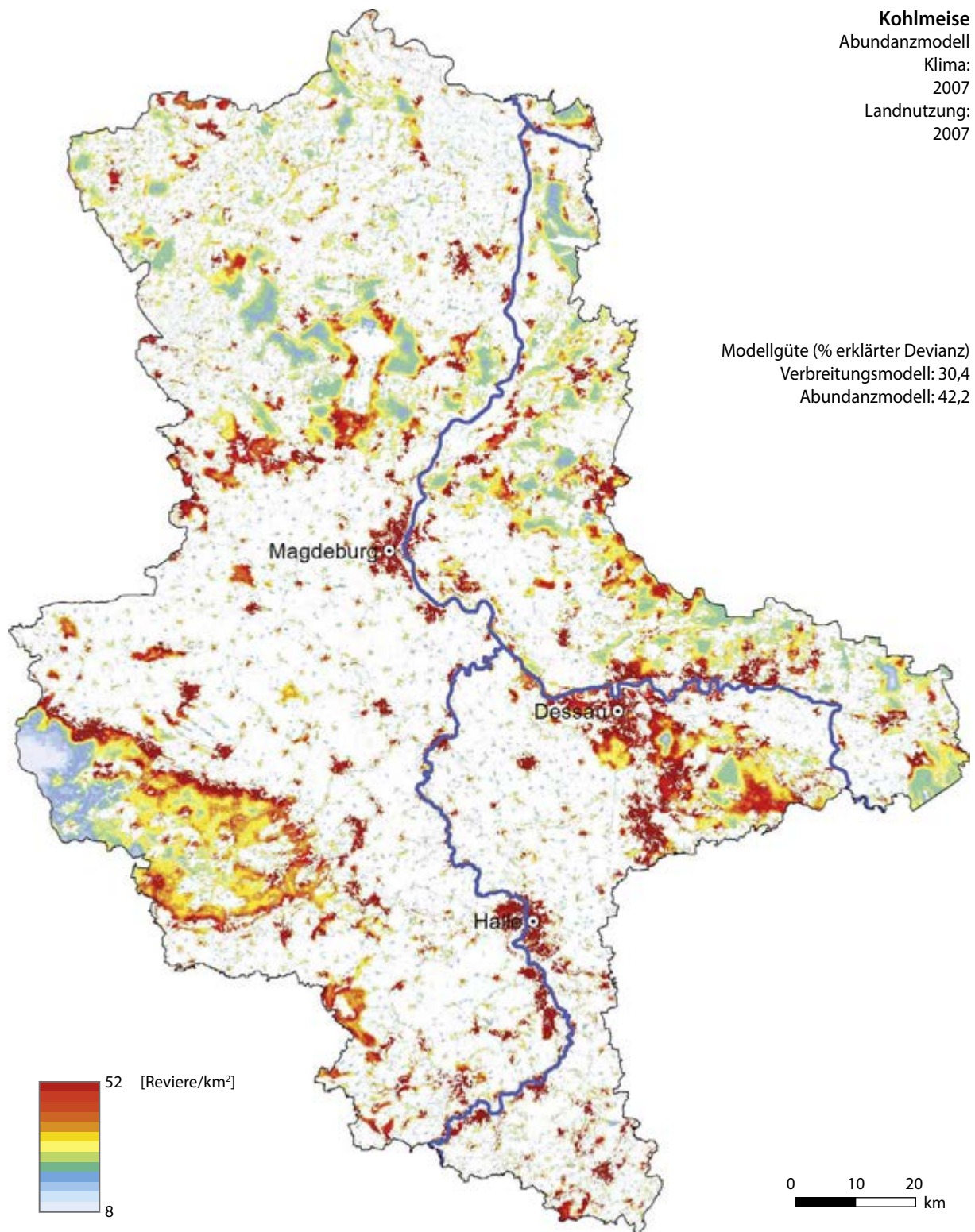


Bewertung der Modelle und Szenarien

Die Kohlmeise profitiert bei Szenario A1b von den deutlich steigenden Niederschlägen, die ihre Abundanz positiv beeinflussen (Abb.1, 2). Bei den trockeneren RCP-Szenarien zeigt sich, dass die Erwärmung zu einer Reduktion der Verbreitung führt. Leichte Bestandszunahmen innerhalb der verbliebenen Vorkommen können diese Reduktion nicht verhindern.

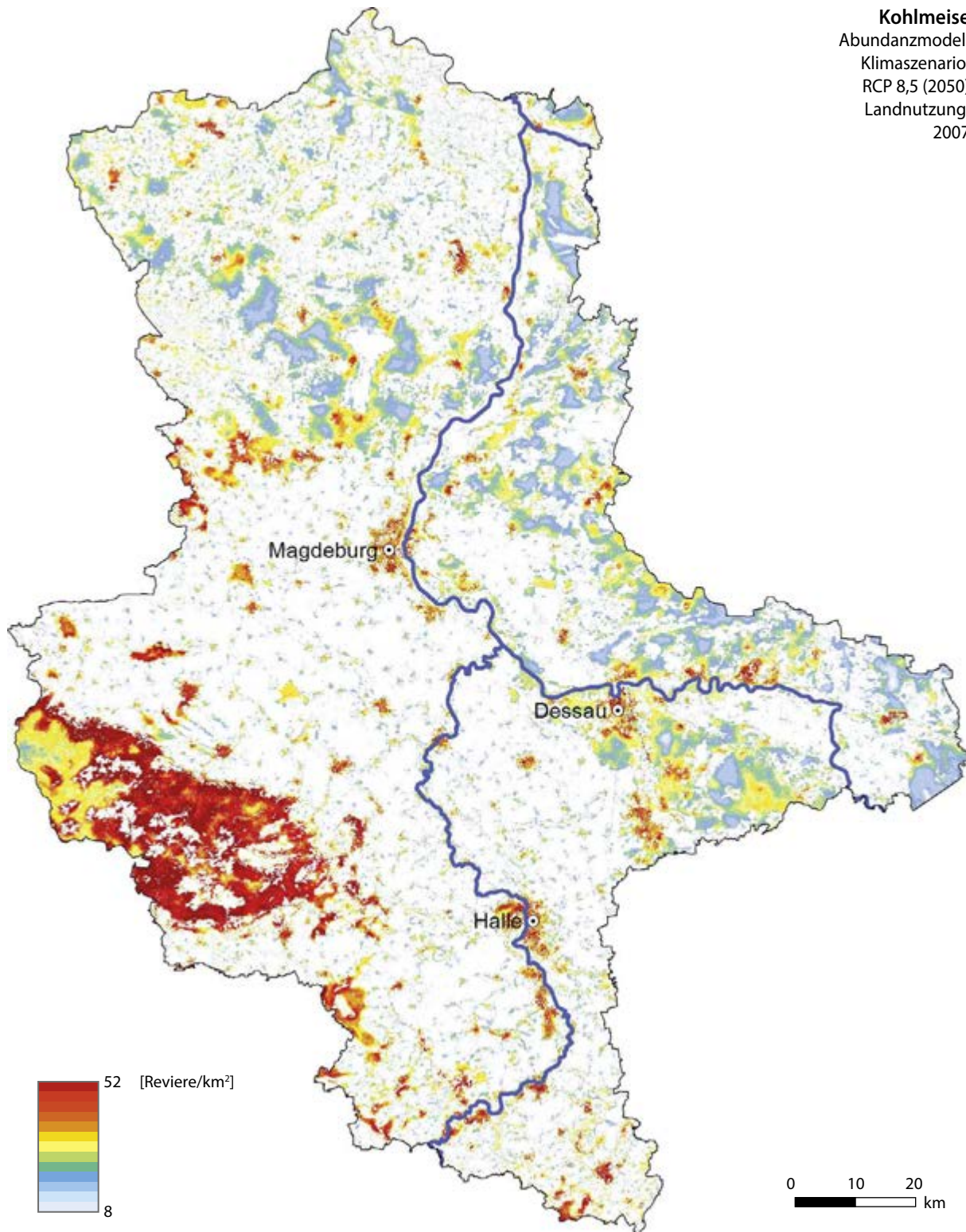
Die im Modell ermittelte leichte Bevorzugung von Nadel- gegenüber Mischwald führt bei Klimaszenario A1b zu einer Minimierung der Zunahmen und in den

RCP Szenarien zu einer Verstärkung der klimabedingten Abnahmen. Da die Kohlmeise in Bezug auf Habitat und Klimaansprüche eher generalistisch ist und von einer hohen Diversität unterschiedlicher Landnutzungstypen profitiert (Abb.1), ist für die Art keine größere Gefährdung durch Auswirkungen des Klima- und Landnutzungswandels zu erwarten. Den leicht negativen Effekten bei höheren Temperaturen könnte mit Anpassung städtischer Strukturen an den Klimawandel (z.B. Ausweitung baumbestandener Grünflächen) begegnet werden.



Bereiche hoher Dichte: Siedlungen, Ballungsräume, Waldgebiete, teilweise in Randstrukturen der Agrarlandschaft
Bereiche niedriger Dichte: fehlt als Brutvogel in vielen Bereichen der offenen Agrarlandschaft
Dichteunterschiede: Siedlungen werden etwas dichter besiedelt als viele Waldbereiche
Populationsgröße Modell: ca. 210.000 Reviere
Populationsschätzung: 150.000–250.000 Reviere

Kohlmeise
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007

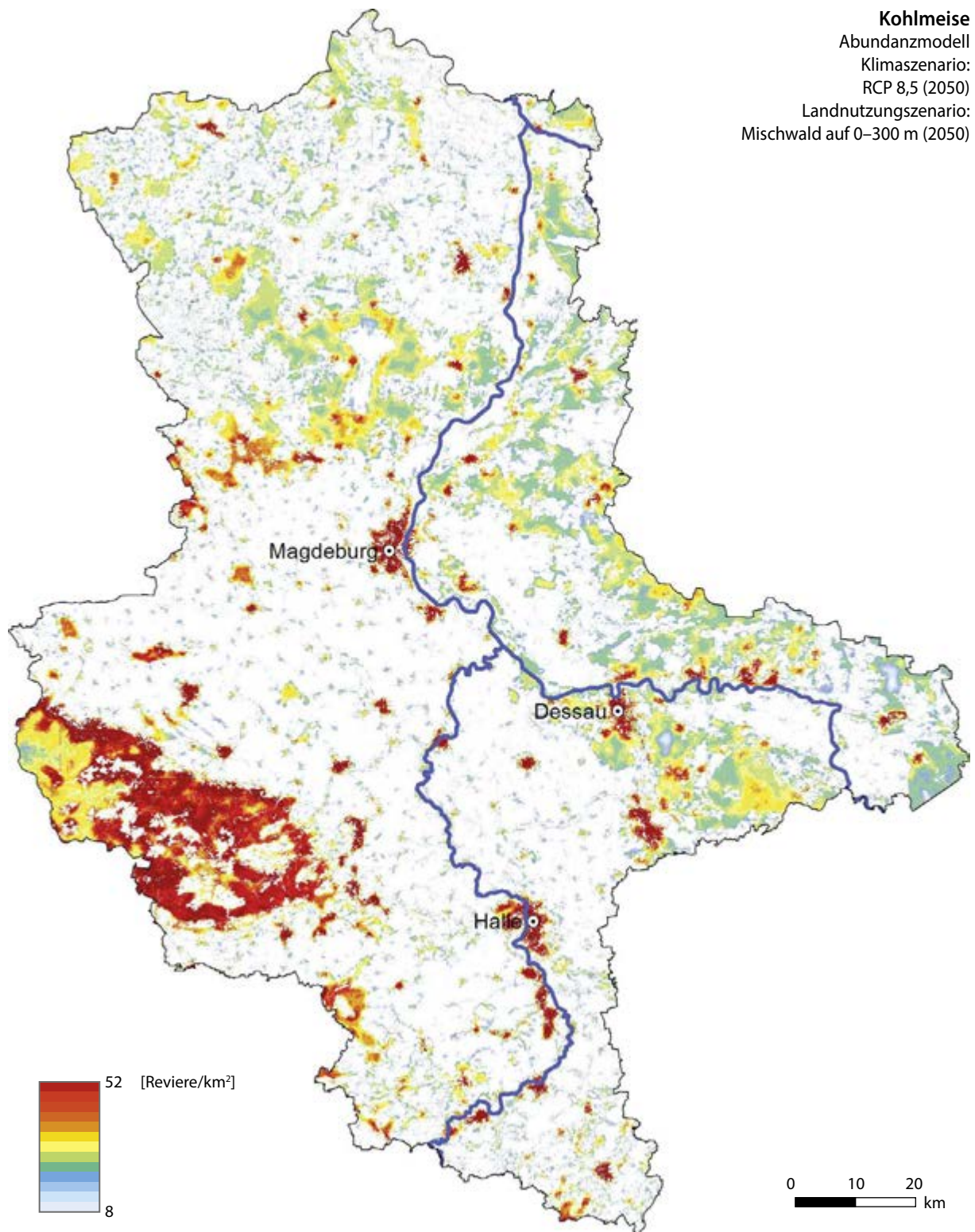


Räumliche Dichteänderung: im Harz leichte Dichteverschiebungen, ohne dass daraus insgesamt starke Zu- oder Abnahmen resultieren; ansonsten großflächig leichte Abnahmen

Schwerpunkte der Zunahmen: höhere Harzlagen profitieren von positiven Klimaeffekten

Schwerpunkte der Abnahmen: in der Altmark, im Fläming und der Dübener und Mosigkauer Heide leicht abnehmende Dichten

Populationsgröße Modell: ca. 179.000 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: kaum nennenswerte Auswirkungen; in einigen Waldgebieten leicht steigende Dichten, jedoch ohne großflächige Veränderungen

Populationsgröße Modell: ca. 180.000 Reviere

Fazit: Die Kohlmeise wird von Klima- und Landnutzungsveränderungen voraussichtlich auch in Zukunft wenig beeinflusst werden.

Misteldrossel *Turdus viscivorus*

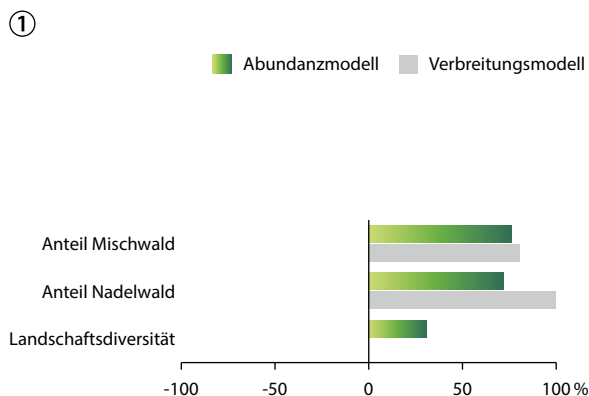


Habitat: Nadel- und Mischwälder, Waldränder

Klimaabhängigkeit: könnte von etwas geringerer Wintermortalität profitieren, HUNTLEY et al. (2007) prognostizieren deutliche Arealverschiebung nach Norden, so dass Teile Mittel- und Ostdeutschlands aufgegeben werden könnten

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: zunehmend; 12-Jahrestrend: zunehmend; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: leichte Bestandsabnahme; RL D (2007): –
Gefährdungsfaktoren: schneereiche Kältewinter, Nahrungsmangel

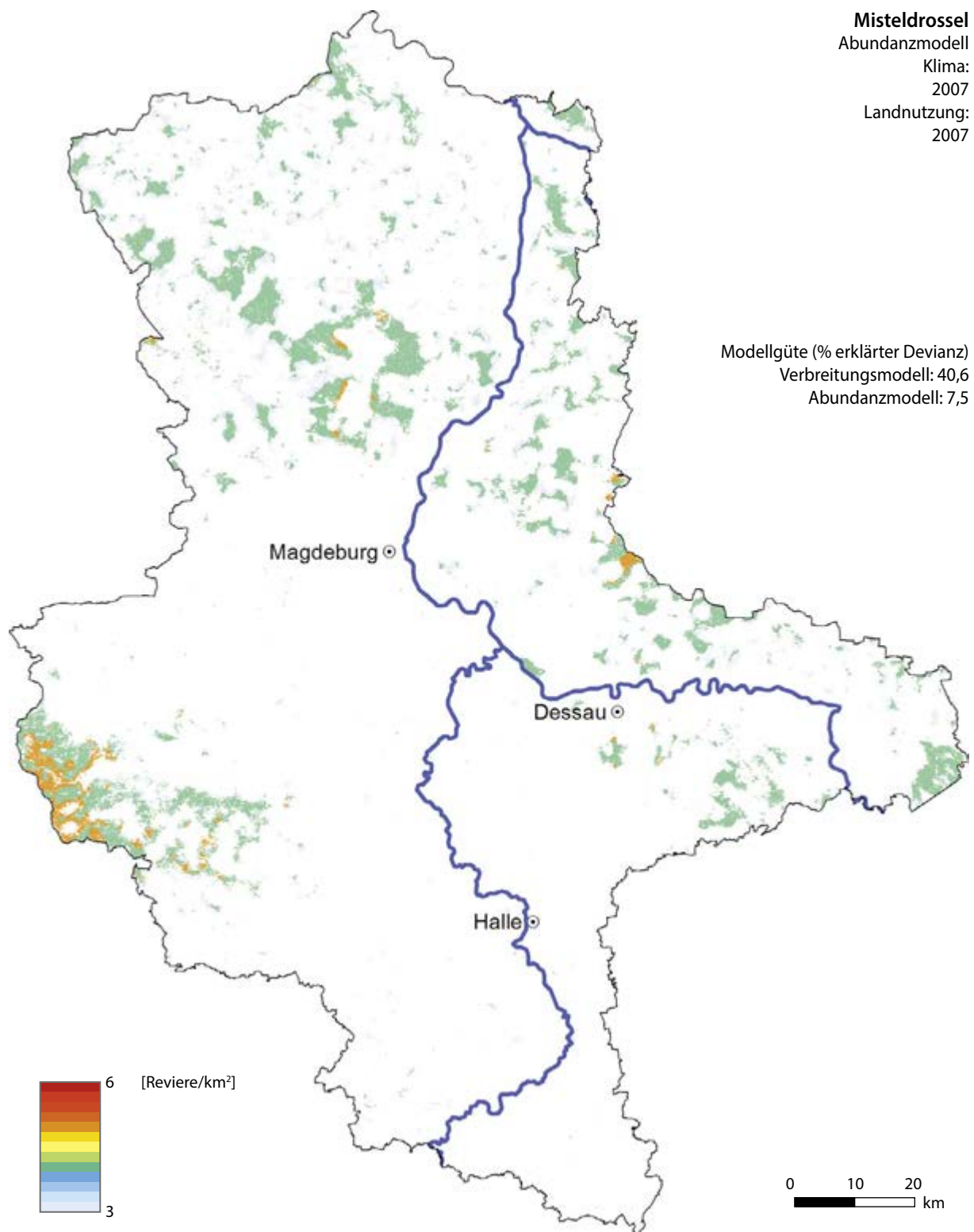


Bewertung der Modelle und Szenarien

Die Misteldrossel zeigt mit den im Modell verwendeten Variablen keine Klimaabhängigkeit (Abb.1). Das verwundert zunächst, da sich ihr potenzielles Verbreitungsgebiet nach HUNTLEY (2007) nach Norden verschiebt, was eine kälteliebende Art suggeriert. In Deutschland ist die Art in Mittelgebirgsregionen sehr häufig. In Sachsen-Anhalt hingegen hat sie ihre Dichteschwerpunkte nicht nur im Harz, sondern auch in den flachen, sommerwarmen Gebieten der Altmark, des Fläming und der Dübener Heide, was eine stärkere Abhängigkeit von Landnutzungsmustern im Vergleich mit dem Klima nahelegt.

Für die Landnutzungsparameter wurden im Vergleich zu den Klimaparametern deutlichere Effekte ermittelt: Hohe Anteile von Nadel- und Mischwäldern

haben einen starken Effekt auf Vorkommen und Abundanz der Art, wobei im Modell Vorkommen häufiger in Nadelwäldern zu finden sind (Abb.1). Eine Erhöhung der Mischwald- auf Kosten der Nadelwaldanteile hat dennoch einen positiven Effekt, da die Art auch von einer durch Waldumbau gesteigerten Landschaftsdiversität profitiert. Daher werden bei einer starken Zunahme von Mischwaldbeständen Bestandszunahmen um bis zu über 50% vorhergesagt (Abb.2). Welche Waldflächen umgewandelt werden, ist dabei von großer Bedeutung. Die Umwandlung strukturarmer Kiefernforste wirkt stark positiv, die Umwandlung der reicher strukturierten natürlichen Nadelwaldstandorte der oberen Harzlagen wirken sich hingegen kaum positiv auf den Bestand der Art aus.



Bereiche hoher Dichte: Nadel- und Mischwälder

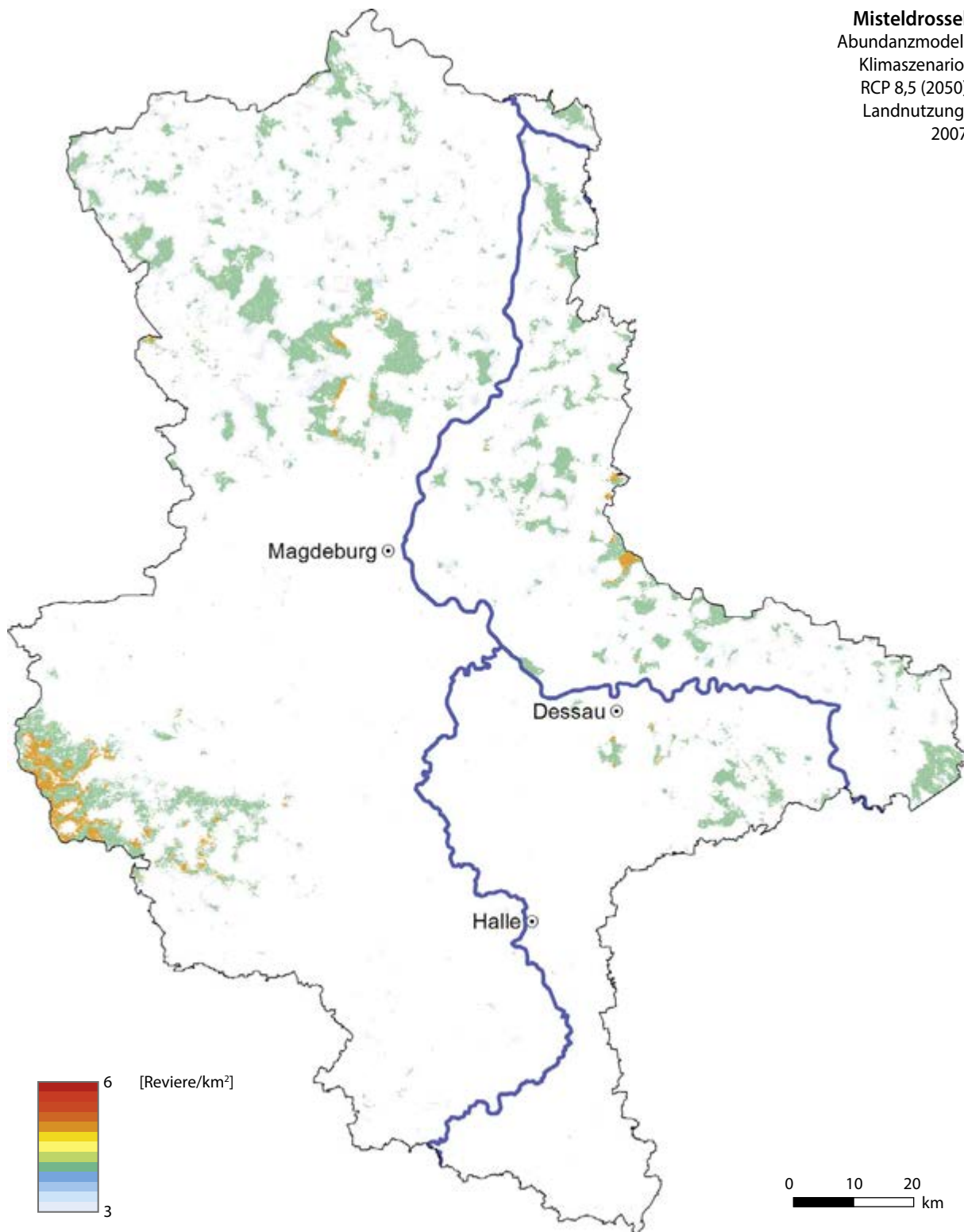
Bereiche niedriger Dichte: fehlt in den meisten Siedlungen, geringe Dichten in der offenen Agrarlandschaft

Dichteunterschiede: in den Kiefernwäldern im Norden und Osten geringere Dichten als in den fichten-dominierten Wäldern der mittleren Harzlagen

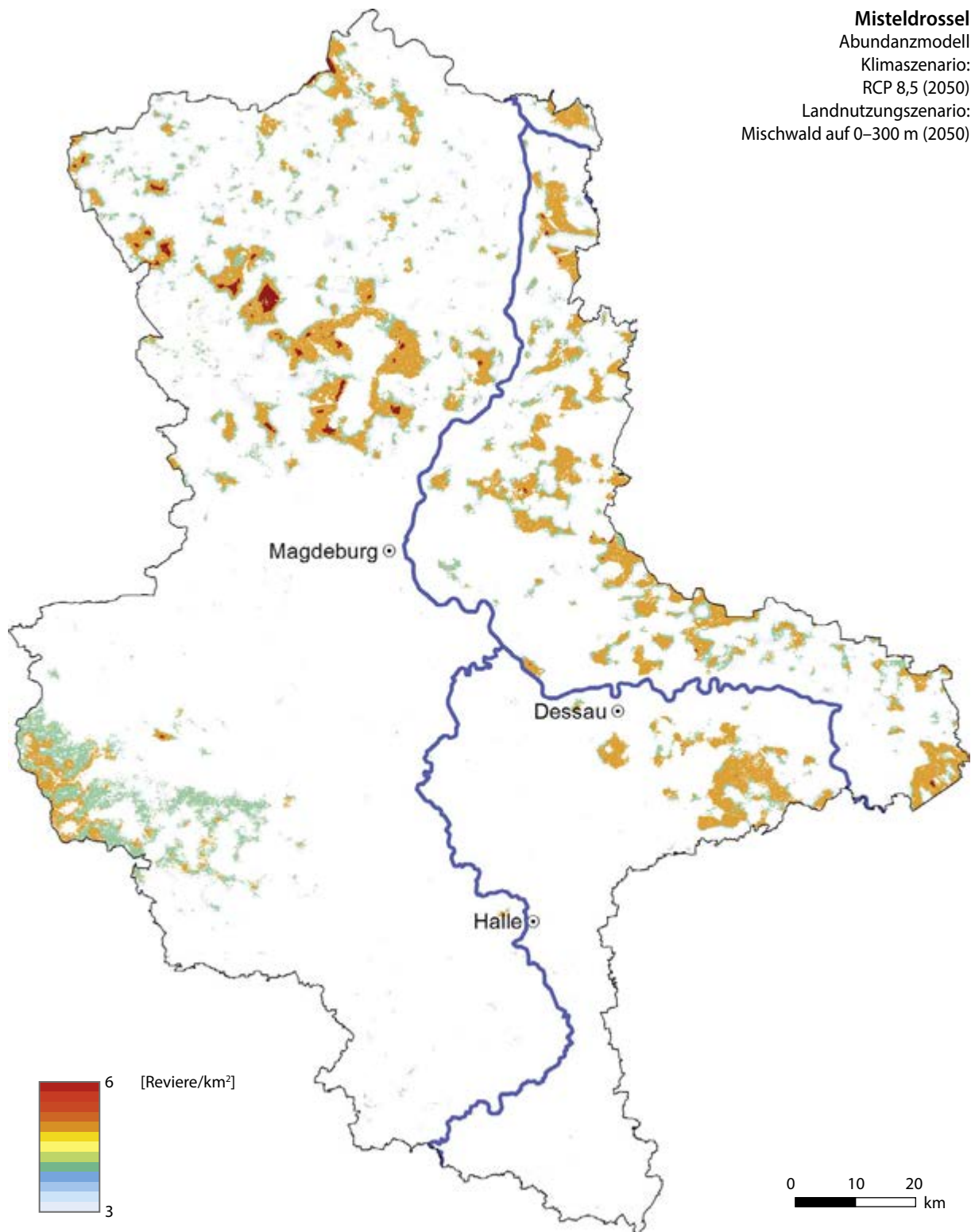
Populationsgröße Modell: ca. 7.000 Reviere

Populationsschätzung: 3.000–5.000 Reviere

Misteldrossel
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007



Räumliche Dichteänderung: Keinerlei Auswirkungen durch den Klimawandel
Populationsgröße Modell: ca. 7.000 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: deutlicher Anstieg der Dichten in den zuvor kieferndominierten Wäldern im Norden und Osten Sachsen-Anhalts, im Vergleich zu den Vorkommen im Harz in dortigen Mischwäldern höhere Dichten

Populationsgröße Modell: ca. 11.000 Reviere

Fazit: Eine Zunahme der Mischwaldanteile im Norden und Osten Sachsen-Anhalts würde die Brutpopulation der Misteldrossel spürbar fördern.

Mönchsgrasmücke *Sylvia atricapilla*



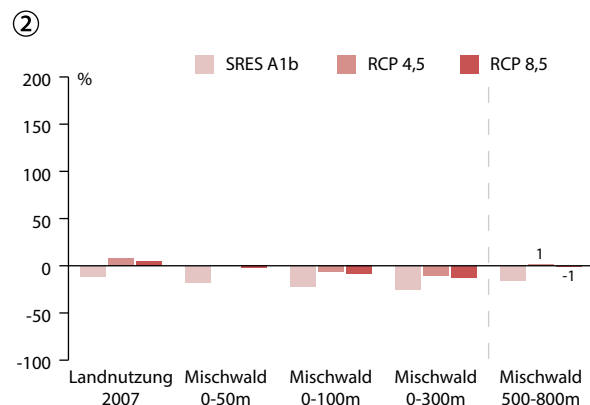
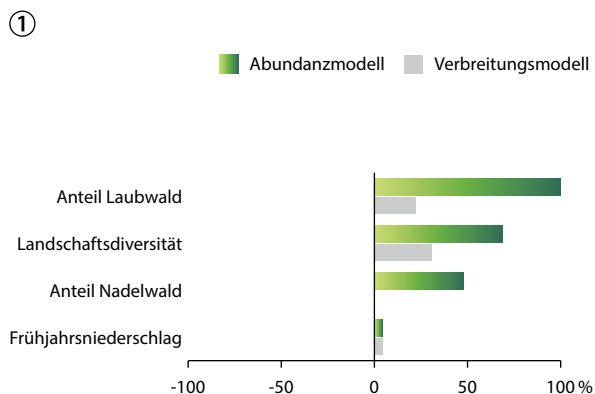
Habitat: Laub- und Mischwälder, Parks und Gärten

Klimaabhängigkeit: zunehmende Überwinterung durch mildere Winter zu erwarten

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: zunehmend; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: Zunahme ab Mitte der 1990er Jahre kontinuierlich und so stark wie nur bei wenigen anderen Arten (z. B. Grünspecht oder Schilfrohrsänger); RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: v.a. Gefährdung auf dem Zug



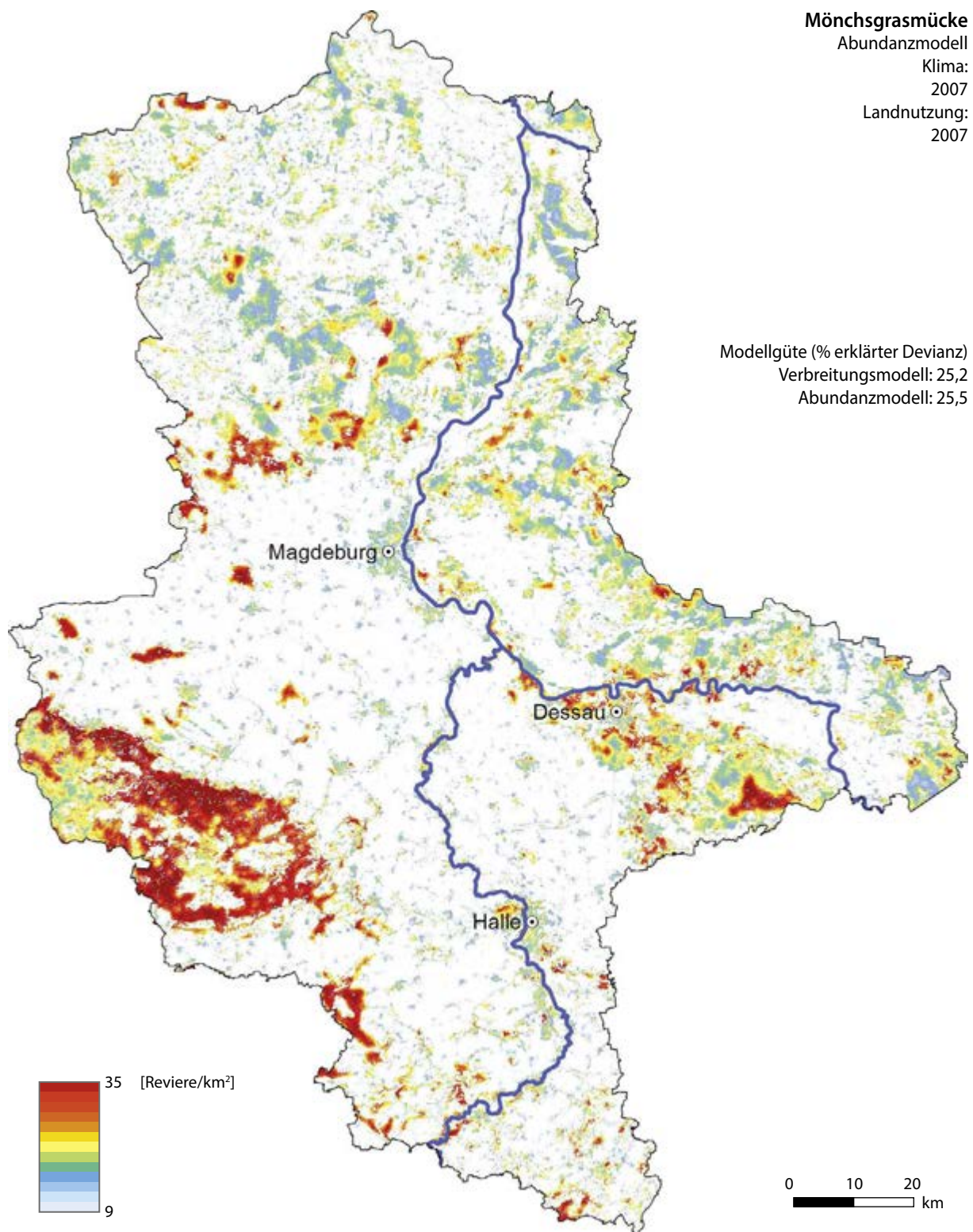
Bewertung der Modelle und Szenarien

Für die Mönchsgrasmücke wurde eine Bevorzugung für Gebiete mit hohen Frühjahrsniederschlägen ermittelt (Abb. 1). Daher nimmt sie in Regionen mit einer prognostizierten Reduktion der Niederschläge in Folge der Klimaveränderung ab. Für Sachsen-Anhalt wurden besonders starke Bestandseinbußen im für das Frühjahr niederschlagsarmen Szenario A1b prognostiziert.

Der positive Zusammenhang zwischen Abundanz und Nadelwäldern erklärt die prognostizierten Bestandsabnahmen, die bei einer Umwandlung von Nadel- in Mischwald bei den RCP-Szenarien ermittelt wurden (Abb. 2). Das durch geringe Frühjahrsnieder-

schläge gekennzeichnete A1b-Szenario führt generell zu Abnahmen, die von den verwendeten Landnutzungsszenarien nur leicht beeinflusst werden. Die Waldumbaumaßnahmen können dabei zu keiner Milderung der klimabedingten Bestandsveränderungen beitragen (Abb. 2).

Bei der Mönchsgrasmücke zeigt sich, dass Waldumbau mit Bedacht erfolgen sollte, um negative Einflüsse zu minimieren. Insbesondere spielt neben der umgewandelten Waldfläche auch deren Standort und Höhenlage, sowie die genaue Struktur eine Rolle. Aber auch die Entwicklung der Art in Siedlungen sollte genauer betrachtet werden.



Bereiche hoher Dichte: Wälder (eher Laub- und Fichten- als Kiefernwälder), Siedlungsbereiche

Bereiche niedriger Dichte: fehlt in baumfreien und stark versiegelten Habitaten

Dichteunterschiede: Harz und Teile des Harzvorlandes zeigen deutlich höhere Dichten als andere Gebiete Sachsen-Anhalts; lediglich Dübener Heide, südliche Altmark und Hoher Fläming mit ähnlichen Schwerpunktgebieten

Populationsgröße Modell: ca. 128.000 Reviere

Populationsschätzung: 80.000–180.000 Reviere

Mönchsgrasmücke

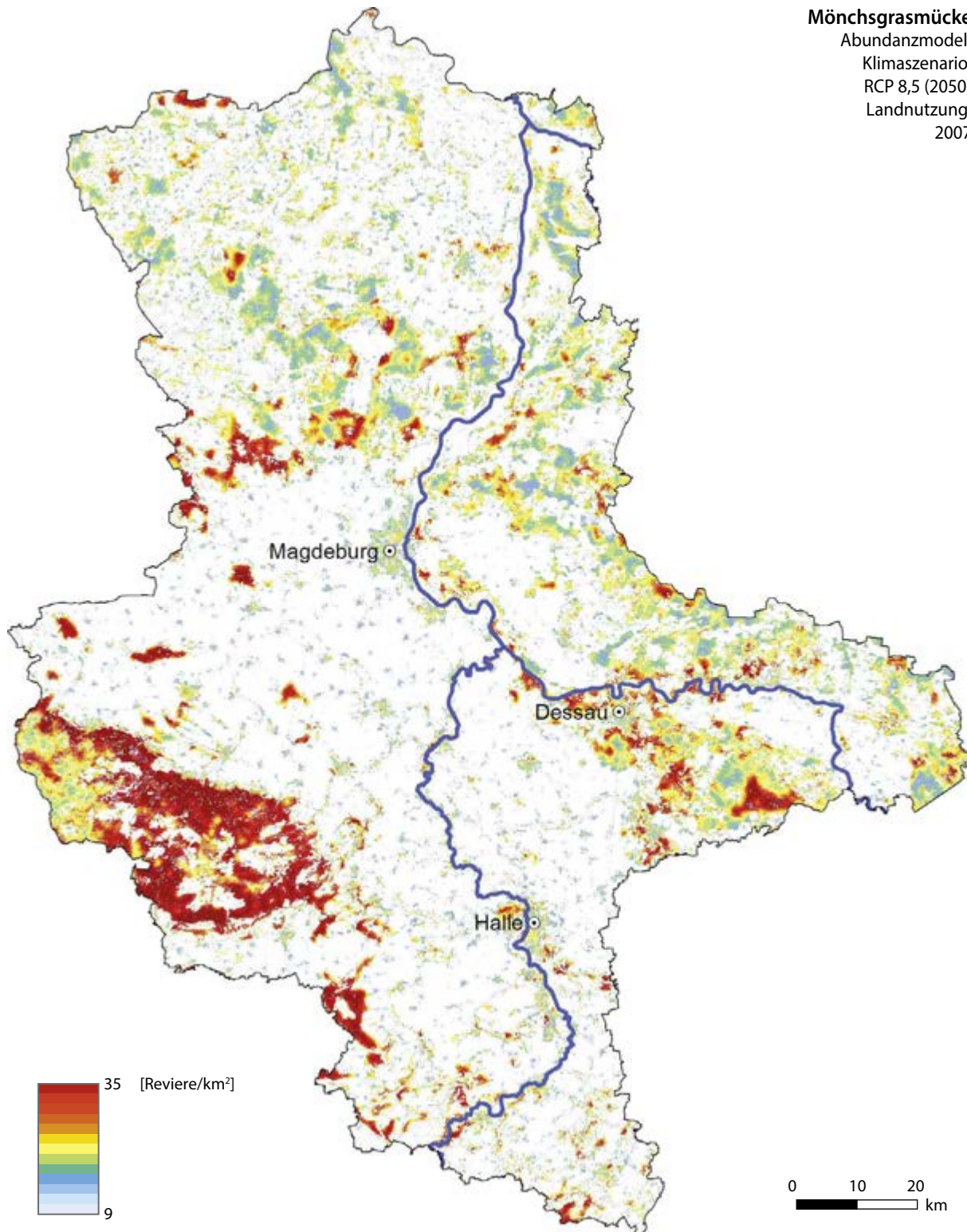
Abundanzmodell

Klimaszenario:

RCP 8,5 (2050)

Landnutzung:

2007

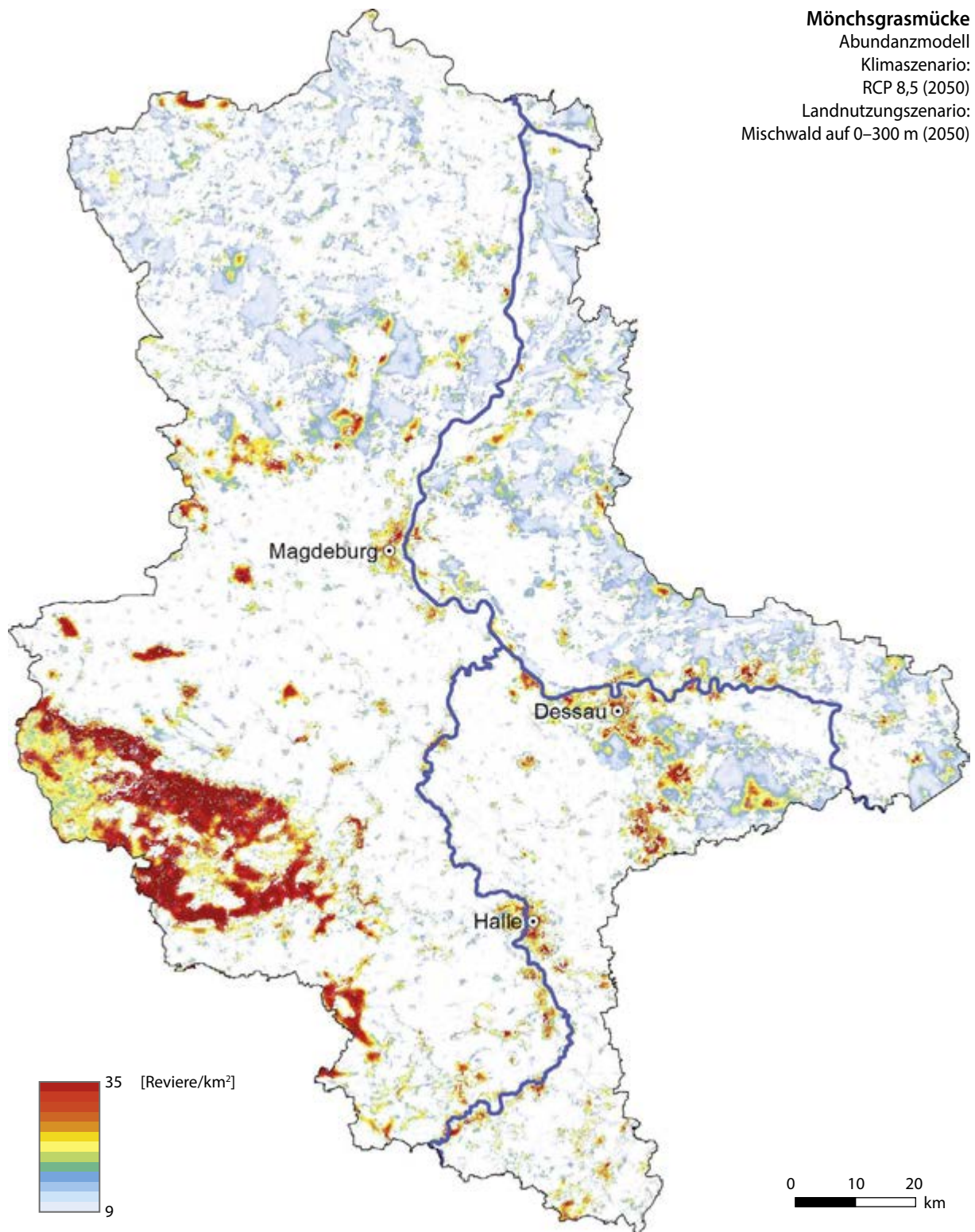


Räumliche Dichteänderung: steigende Dichten, jedoch ohne Entstehen neuer Vorkommen

Schwerpunkte der Zunahmen: insbesondere in den Harzrandlagen, aber vereinzelt auch im übrigen Land

Schwerpunkte der Abnahmen: nicht erkennbar

Populationsgröße Modell: ca. 135.000 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: Dichteabnahme im Norden und Osten Sachsen-Anhalts, Zunahmen in Siedlungsgebieten

Populationsgröße Modell: ca. 112.000 Reviere

Fazit: Die Bestandsveränderungen bei der Mönchsgrasmücke hängen von der Struktur der Mischwaldgebiete ab. Regionen von hoher Diversität an unterschiedlichen Landnutzungstypen können helfen, klimabedingte Veränderungen zu mildern. Bestandszunahmen in Siedlungen könnten negative Entwicklungen in Wäldern abpuffern.

Singdrossel *Turdus philomelos*



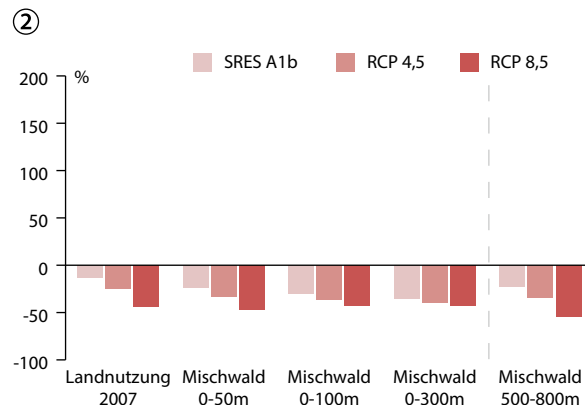
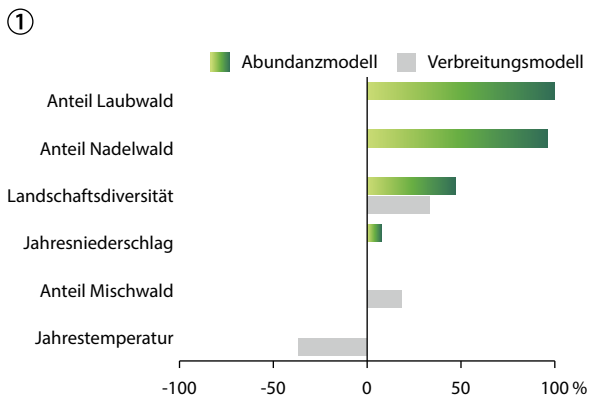
Habitat: Wälder und Parks

Klimaabhängigkeit: könnte von leicht geringerer Wintermortalität profitieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: deutliche jährliche Schwankungen, Abnahmen Anfang der 1990er Jahre und Zunahmen Anfang der 2000er Jahre; RL D (2007): –

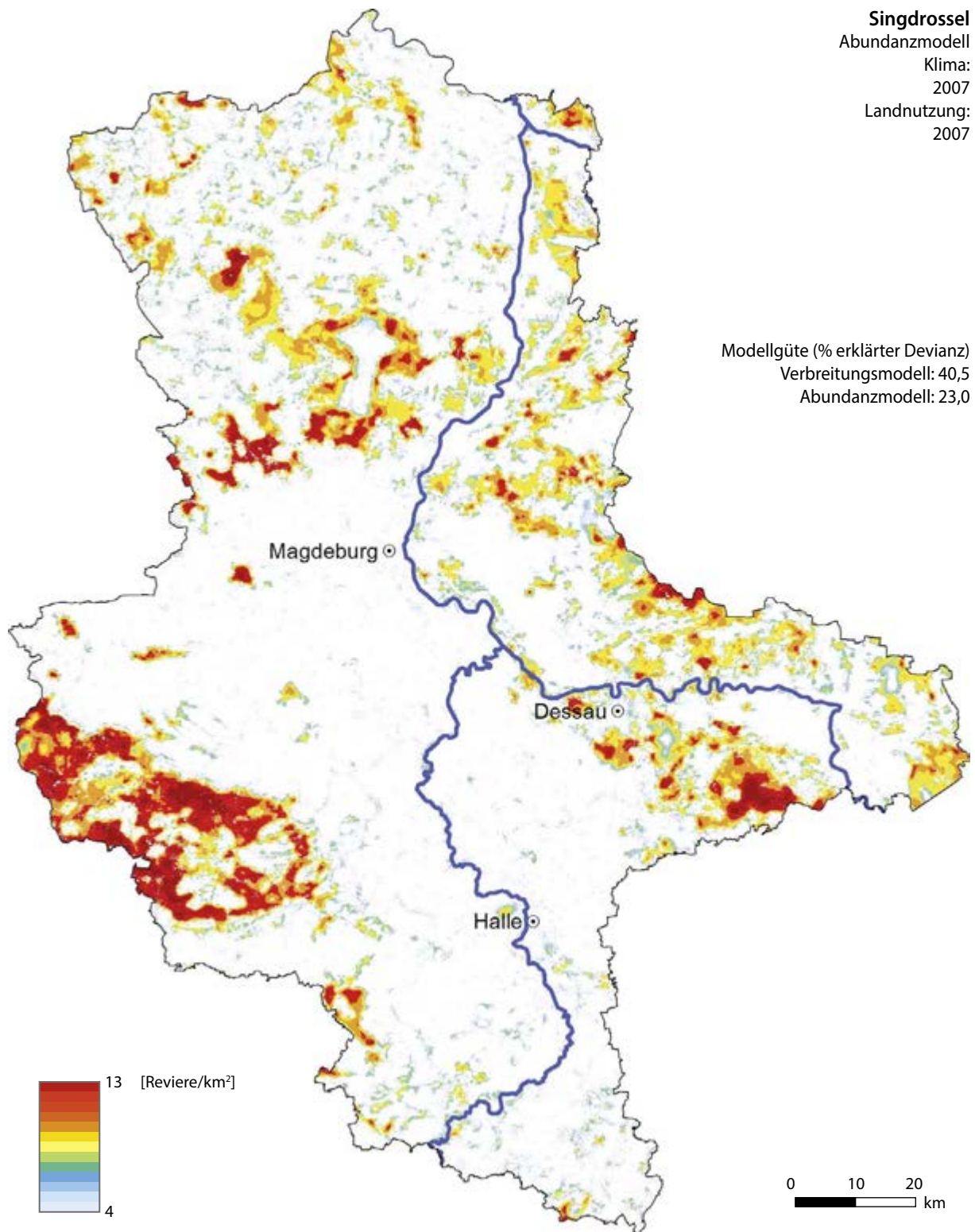
Gefährdungsfaktoren: trockene Frühjahre, langanhaltende schneereiche Winter, Jagd in Südeuropa



Bewertung der Modelle und Szenarien

Ein positiver Effekt wurde zwischen Abundanz der Singdrossel und Jahresniederschlag und ein negativer Effekt zwischen Vorkommen und Jahrestemperatur ermittelt (Abb.1). Dementsprechend wurden in den Klimaszenarien in Folge des sich abzeichnenden Temperaturanstiegs negative Auswirkungen auf die Brutpopulation prognostiziert (Abb.2). Da zwischen der Singdrosseldichte und dem Anteil von Nadelwald ein positiver Zusammenhang festgestellt wurde, wirkt sich der Waldumbau auf Kosten des Nadelwaldes in Kombination mit den Szenarien A1b und RCP 4,5 nicht positiv aus.

Nur im Szenario RCP 8,5 können die negativen Effekte durch den Klimawandel mit Hilfe einer Waldumwandlung bis in Höhenlagen von 300 m etwas gemildert werden. Im Gegensatz hierzu würde ein Waldumbau im Harz zwischen 500 und 800 m Höhe aufgrund der hohen Singdrosseldichten in den dortigen Nadelwäldern bei gleichzeitig starken klimatischen Veränderungen zu einer deutlichen Reduktion der Singdrosselpopulation und damit zu einer Verstärkung der Klimaeffekte führen. Um die komplexen Interaktionen der Singdrossel mit Klima- und Landnutzungswandel im Detail verstehen zu können, sind weitere Untersuchungen nötig.



Bereiche hoher Dichte: Wälder im Harz, etwas geringer in Altmark und Dübener Heide, im Fläming eher in höheren Lagen

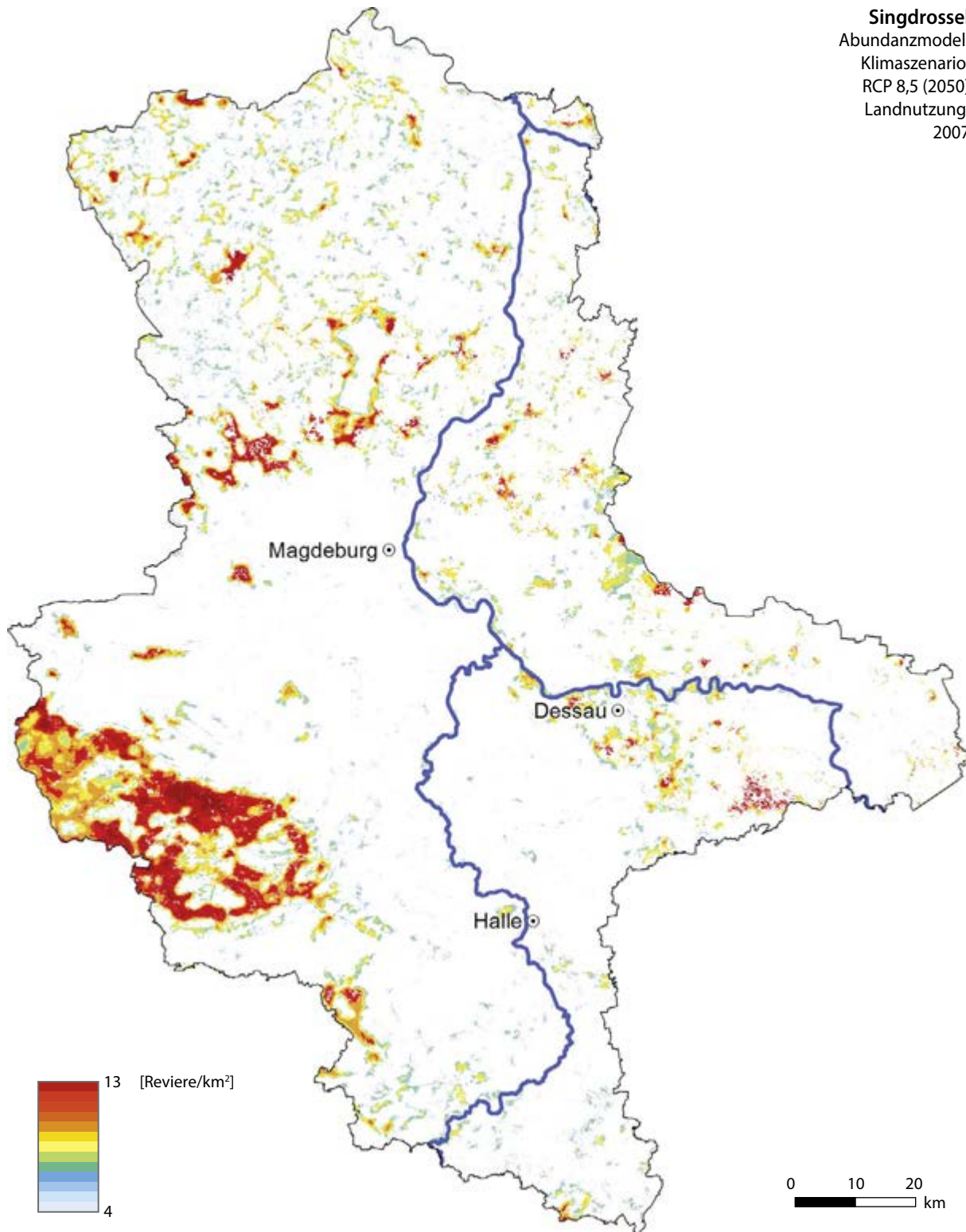
Bereiche niedriger Dichte: Feldflur und Siedlungsbereiche

Dichteunterschiede: Dichten im Harz und Dübener Heide aufgrund geeigneter Habitatstrukturen und des Klimas höher als in anderen Bereichen

Populationsgröße Modell: ca. 43.000 Reviere

Populationsschätzung: 50.000–100.000 Reviere

Singdrossel
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007

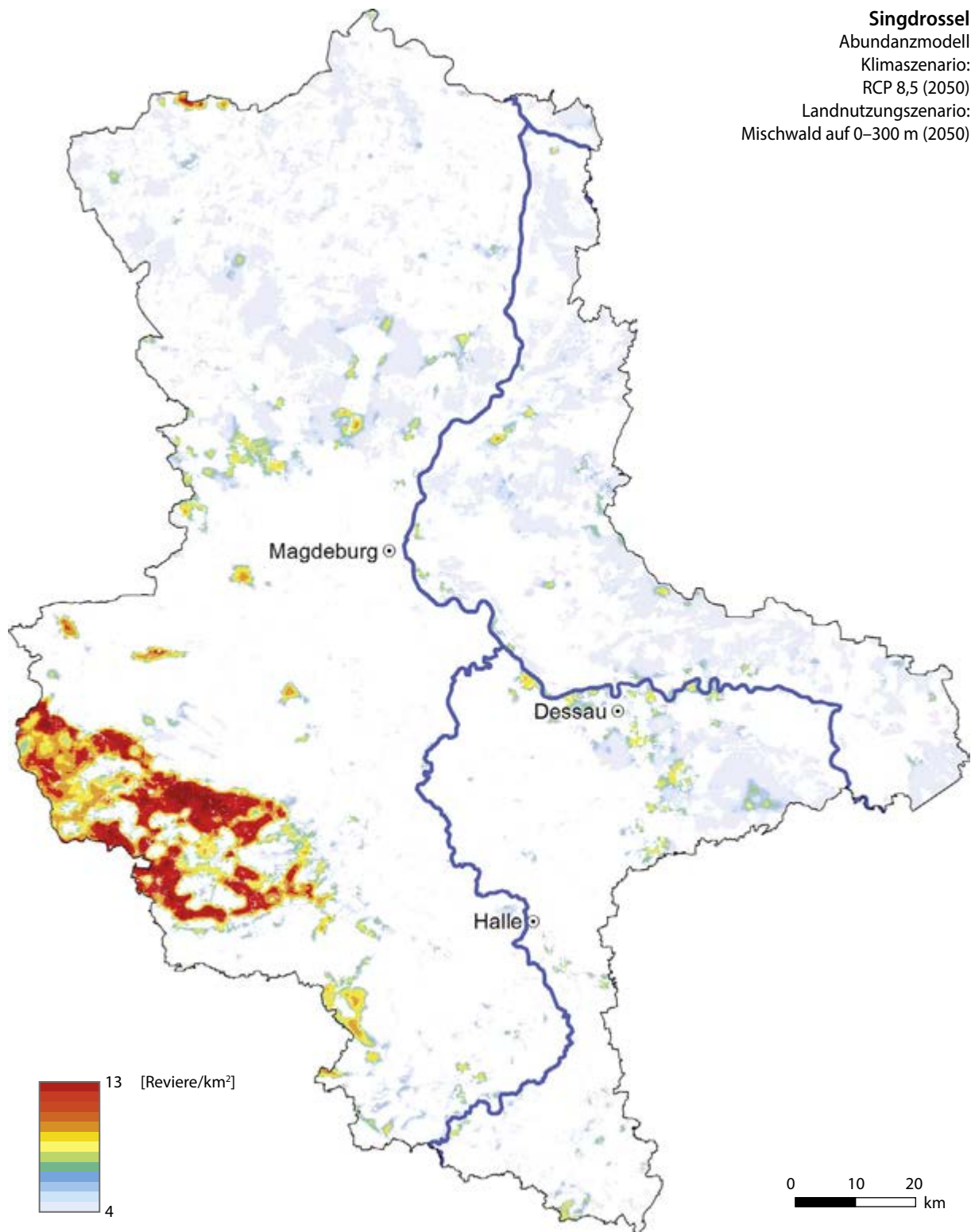


Räumliche Dichteänderung: konstante Dichten nur in den mittleren Lagen und Randlagen des Harzes, ansonsten beträchtliche Abnahme

Schwerpunkte der Zunahmen: keine zu erkennen

Schwerpunkte der Abnahmen: Dichteschwerpunkte im Hochharz ebenso von Abnahmen betroffen wie weite Teile des Nordens und Ostens Sachsen-Anhalts, wo Vorkommen stärker isoliert werden und ein regionales Verschwinden der Singdrossel vorhergesagt wird

Populationsgröße Modell: ca. 24.000 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: Reduktion der Dichten in bisherigen Schwerpunktgebieten, aber auch flächenhafte Ausbreitung der Art in Bereiche der Altmark und im Fläming, sowie in der Dübener Heide, die durch den Klimawandel bei gleichbleibender Landnutzung (s. Karte 2) aufgegeben werden

Populationsgröße Modell: ca. 25.000 Reviere

Fazit: Die Singdrosselpopulation nimmt durch Temperaturerhöhung ab. Die Einflüsse der Landnutzungsänderungen bei unterschiedlichen Klimaszenarien zeigen nichtlineare Zusammenhänge und Interaktionen, die genauer Untersuchung bedürfen.

Sommergoldhähnchen *Regulus ignicapilla*



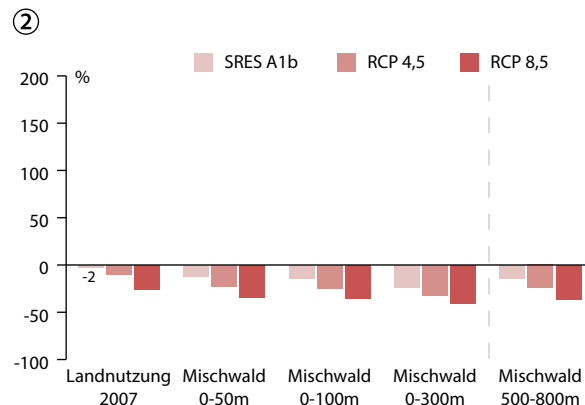
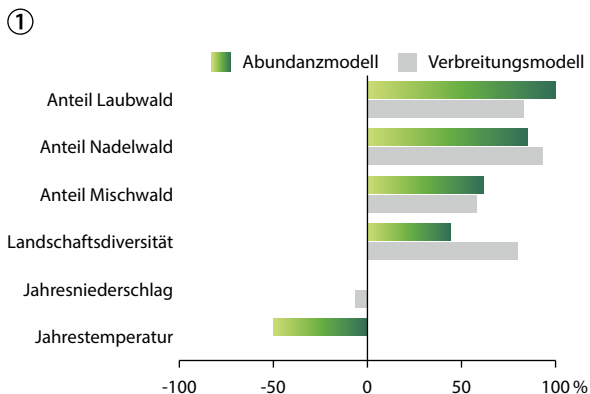
Habitat: reine Nadelwälder und Nadel-Laubmischwälder

Klimaabhängigkeit: wärmeliebender als Wintergoldhähnchen, allerdings wird von HUNTLEY et al. (2007) eine Arealabnahme prognostiziert

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: zunehmend; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: erhebliche Schwankungen, kein eindeutiger Trend erkennbar; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Waldschäden (Fichtensterben), Windwurf



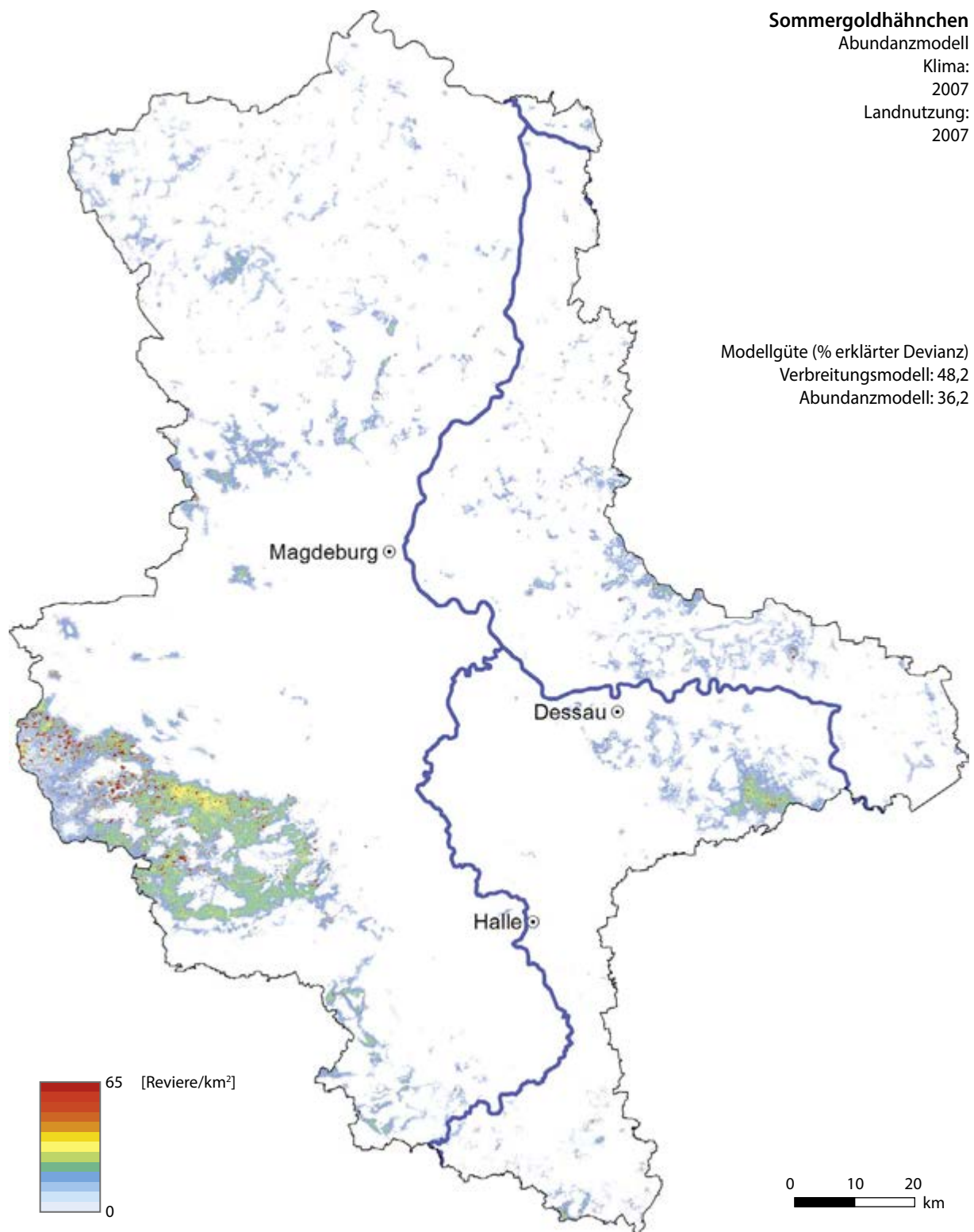
Bewertung der Modelle und Szenarien

Das Sommergoldhähnchen wird von einer Zunahme der Temperatur deutlich negativ beeinflusst (Abb. 1). Stärkere Niederschläge wirken sich hingegen nur leicht negativ aus, so dass insgesamt bei allen Klimaszenarien Abnahmen prognostiziert werden (Abb. 2).

Die Landnutzungsszenarien, in denen die Wirkung einer Abnahme von Nadelwald zugunsten von Mischwald untersucht wurde, wirken sich negativ auf die Brutpopulation aus, da die Art v. a. von hohen Nadel-

waldanteilen profitiert. Bei steigendem Mischwaldanteil wurde ein klar negativer Effekt prognostiziert.

Es resultieren Bestandsabnahmen um 40%. Das Sommergoldhähnchen gehört zu den klaren Klimaverlierern und würde zudem durch den Waldumbau deutliche Bestandseinbußen erleiden. Um dem entgegenzuwirken, könnte es hilfreich sein, regionale Schwerpunkt-vorkommen zu stützen und Waldumbaumaßnahmen in diesen Regionen auf die Habitatansprüche der Art anzupassen.



Bereiche hoher Dichte: v.a. im Harz und in der Umgebung von Heidegebieten mit Kiefernorkommen (Altmark, Dübener Heide)

Bereiche niedriger Dichte: in Agrarbereichen komplettes, in Siedlungen weitgehendes Fehlen

Dichteunterschiede: nach Informationen aus Kartierungen Börden vermutlich keine gänzlichen Bestandslücken

Populationsgröße Modell: ca. 37.000 Reviere

Populationsschätzung: 10.000–20.000 Reviere

Sommergoldhähnchen

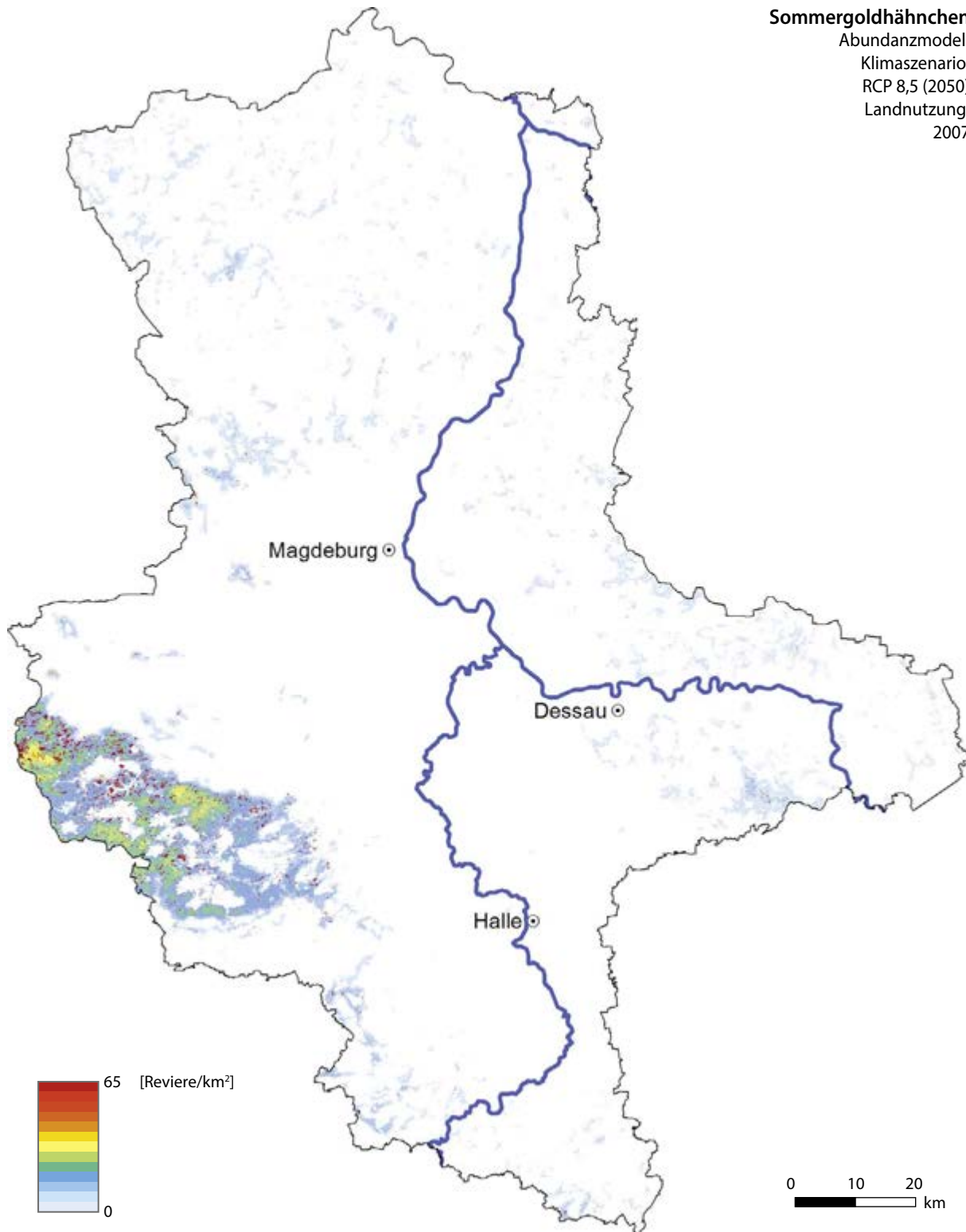
Abundanzmodell

Klimaszenario:

RCP 8,5 (2050)

Landnutzung:

2007

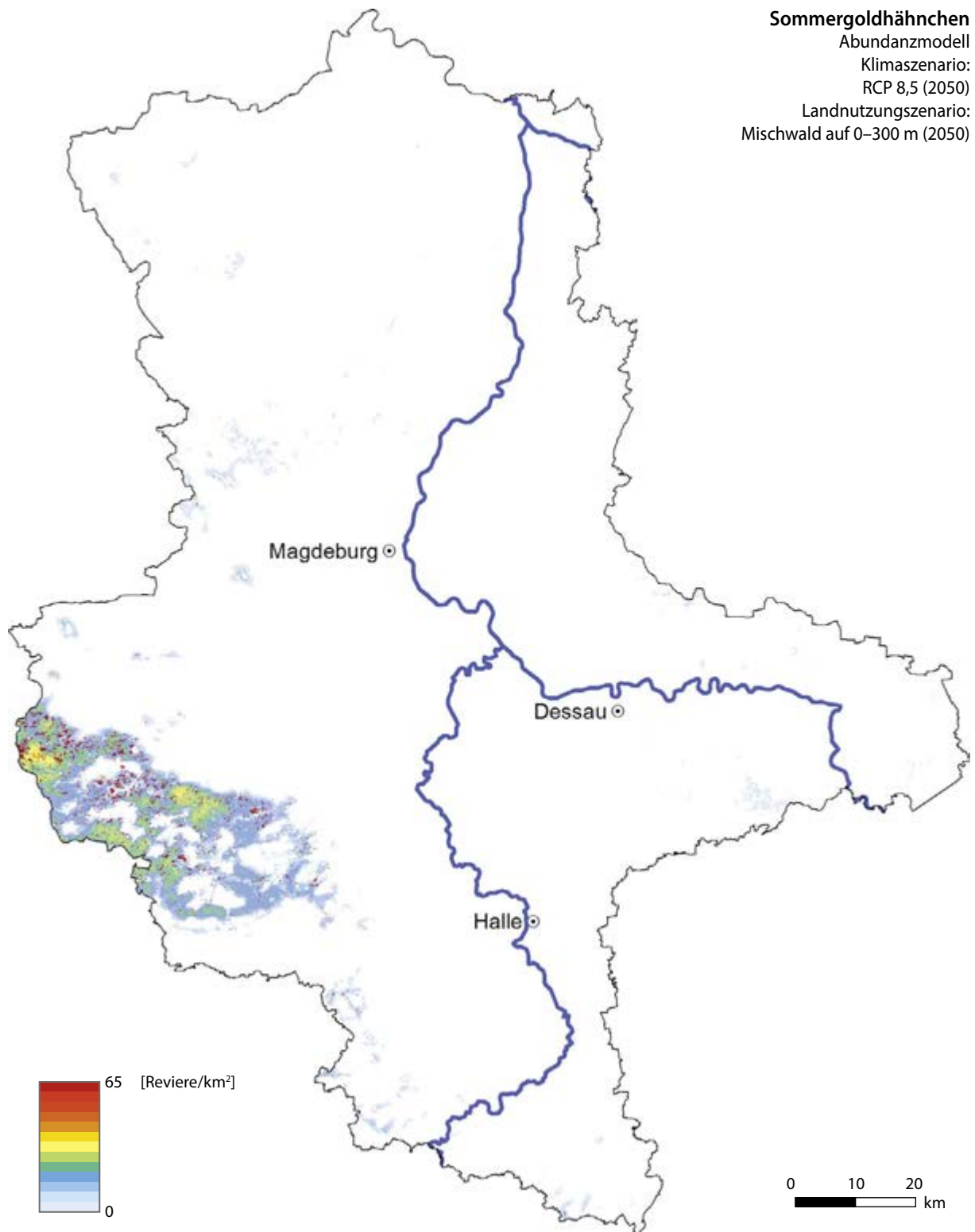


Räumliche Dichteänderung: landesweite Abnahmen, mit wenigen verbleibenden Schwerpunktorkommen

Schwerpunkte der Zunahmen: keine erkennbaren Zunahmen

Schwerpunkte der Abnahmen: Abnahme in ganz Sachsen-Anhalt mit Verbleib der Vorkommen im Harz und südöstlich Dessau als flächige Verbreitungsgebiete, ansonsten vielerorts Verschwinden oder Abnahme auf lokale Vorkommen und geringe Dichten

Populationsgröße Modell: ca. 27.500 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: Verschwinden eines Großteils der zuvor durch Klimaänderungen negativ beeinflussten Vorkommen durch Durchmischung der Wälder, Verbleib lediglich weniger lokaler Vorkommen (u. a. in der Altmark) sowie des Schwerpunktes im Harz

Populationsgröße Modell: ca. 21.700 Reviere

Fazit: Der Landnutzungswandel verstärkt die negativen klimatischen Einflüsse auf das Sommergoldhähnchen. Die Ergebnisse legen eine deutliche zukünftige Gefährdung der Art in Sachsen-Anhalt nahe.

Sumpfmeise *Parus palustris*



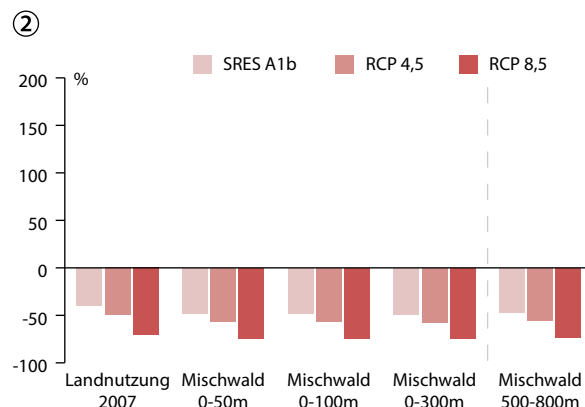
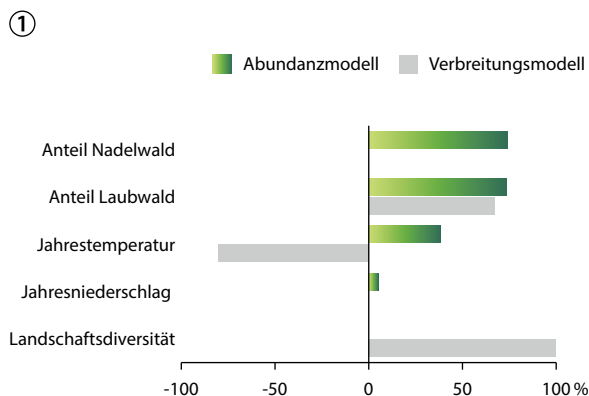
Habitat: Laubwälder, insbesondere Au- und Bruchwälder

Klimaabhängigkeit: könnte von etwas geringerer Wintermortalität profitieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: gering ausgeprägte Populationsschwankungen, Bestände stabil; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: fehlende Altholzbestände, extreme klimatische Bedingungen

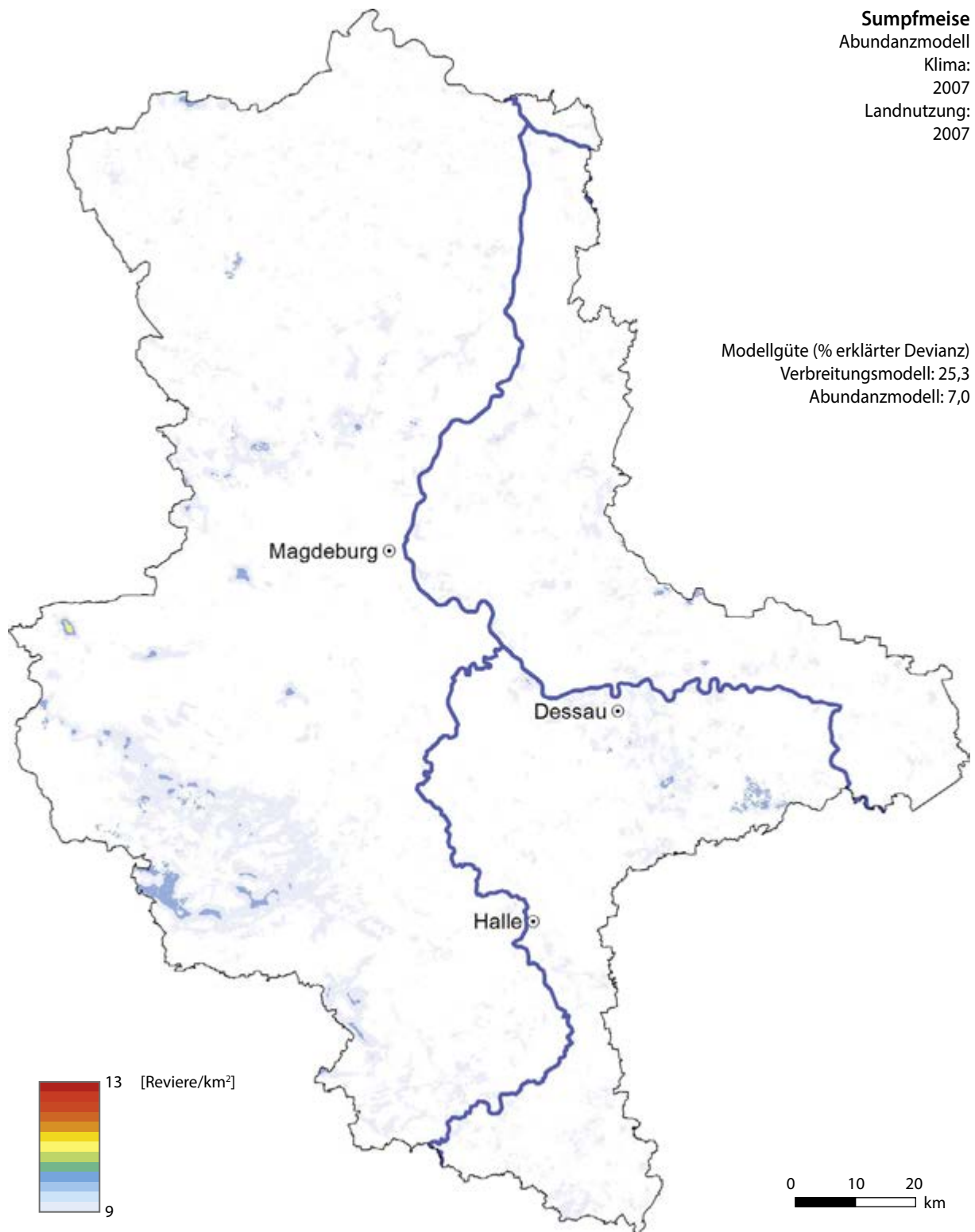


Bewertung der Modelle und Szenarien

Die Sumpfmeise tritt bevorzugt in Gebieten geringer Jahrestemperaturen auf und nimmt daher – trotz steigender Dichte bei Temperaturzunahme in Optimalgebieten – mit steigenden Temperaturen ab. Dieser Effekt ist so stark, dass eine Erhöhung der Mischwaldanteile nur geringe (negative) Auswirkungen hat (Abb. 2).

Die voraussichtlich starke Beeinträchtigung der Vorkommen in weiten Teilen Sachsens-Anhalts und das zu befürchtende Zusammenschrumpfen der Verbreitung auf Optimalbereiche im Harz verdeutlichen, dass einer Begrenzung des anthropogenen Klimawandels eine

große Bedeutung zukommt. Gerade bei den in Bezug auf Temperaturerhöhung moderateren Szenarien (A1b und RCP 4,5) besteht die Chance, durch regional angepassten Waldbau klimabedingte Beeinträchtigungen zu reduzieren. Eine in anderen Teilen Deutschlands zu beobachtende Urbanisierung der Art bietet evtl. zusätzlich die Möglichkeit, durch gezielte Stadtentwicklung (Förderung einer starken Durchgrünung, Schaffung struktureicher Habitatmosaiken) für die Sumpfmeise klimabedingte Veränderungen zu mildern.



Bereiche hoher Dichte: Harz, Helme-Unstrut-Niederung, Dübener Heide, Dessauer Elbtal, Hoher Fläming, Teile der Altmark, Flechtinger Höhenzug

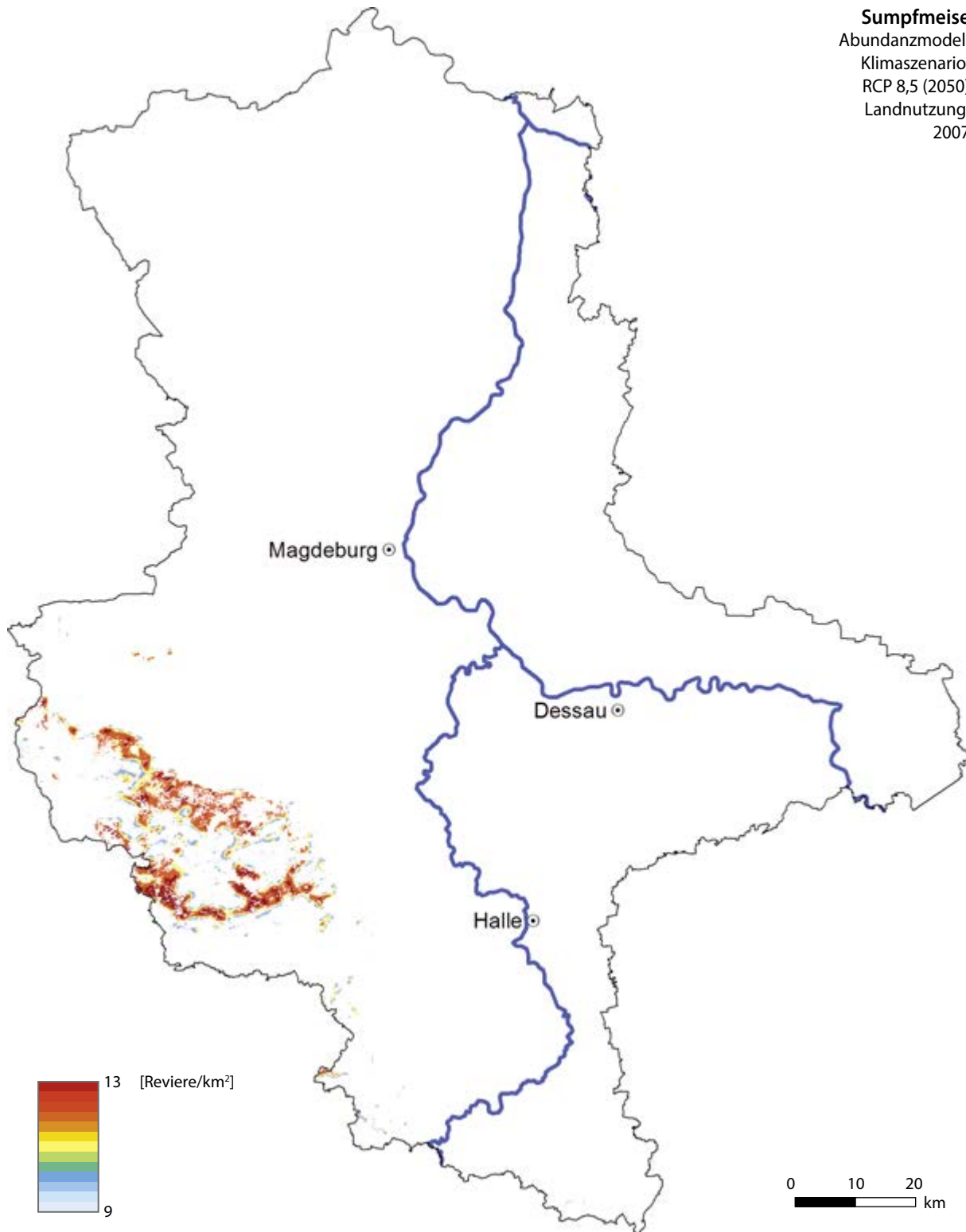
Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Siedlungen und in weiten Teilen des Agrarlandes

Dichteunterschiede: starke Dichteunterschiede, deutlich abgegrenzte Vorkommen, im ganzen Land verstreute Einzelvorkommen mit sehr geringer Dichte

Populationsgröße Modell: ca. 15.000 Reviere

Populationsschätzung: 8.000–15.000 Reviere

Sumpfmeise
Abundanzmodell
Klimaszenario:
RCP 8,5 (2050)
Landnutzung:
2007

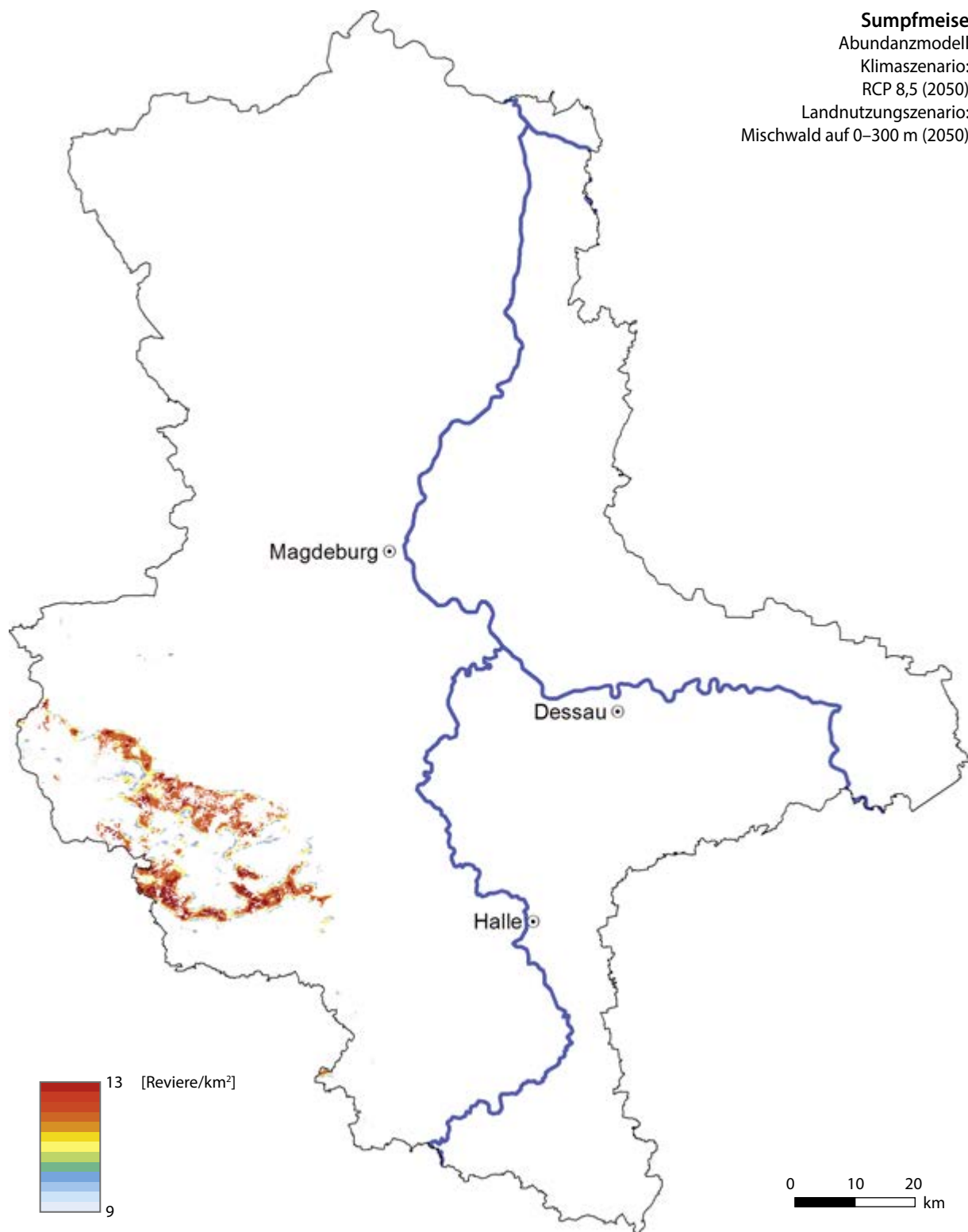


Räumliche Dichteänderung: landesweite Abnahmen, nur im Harz halten sich die Bestände

Schwerpunkte der Zunahmen: starke Zunahmen nur im Harz und in Bereichen des Harzvorlandes

Schwerpunkte der Abnahmen: Verschwinden aus den meisten Landesteilen, außerhalb des Harzes nur noch im Süden einzelne Reliktorkommen

Populationsgröße Modell: ca. 4.400 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: Reduktion des Nadelwaldanteils kann klimabedingte Veränderungen nicht kompensieren

Populationsgröße Modell: ca. 3.800 Reviere

Fazit: Die Sumpfmeise nimmt landesweit deutlich ab und verschwindet durch den Klimawandel aus weiten Teilen Sachsen-Anhalts, ihr Verbreitungsgebiet beschränkt sich laut der Prognosen dann nahezu ausschließlich auf die Harzregion.

Tannenmeise *Parus ater*



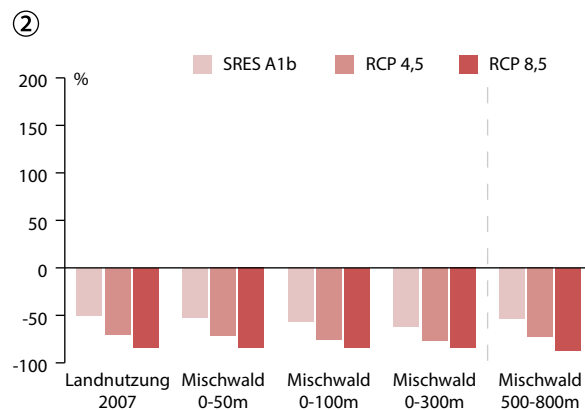
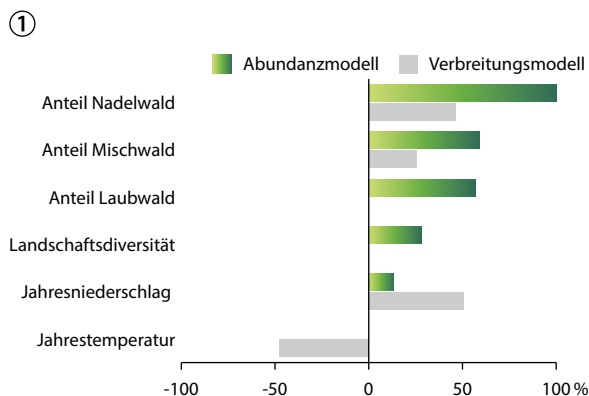
Habitat: Nadelwälder (v. a. Fichtenwälder)

Klimaabhängigkeit: könnte von etwas geringerer Wintermortalität profitieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: abnehmend; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: deutliche Zunahmen bis Mitte der 2000er Jahre, danach ebenso starke Rückgänge; insgesamt schwankende Bestandsentwicklung; RL D (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Waldschäden, Waldumbau, Diversifizierung und Durchmischung von Nadel-Stangenforsten

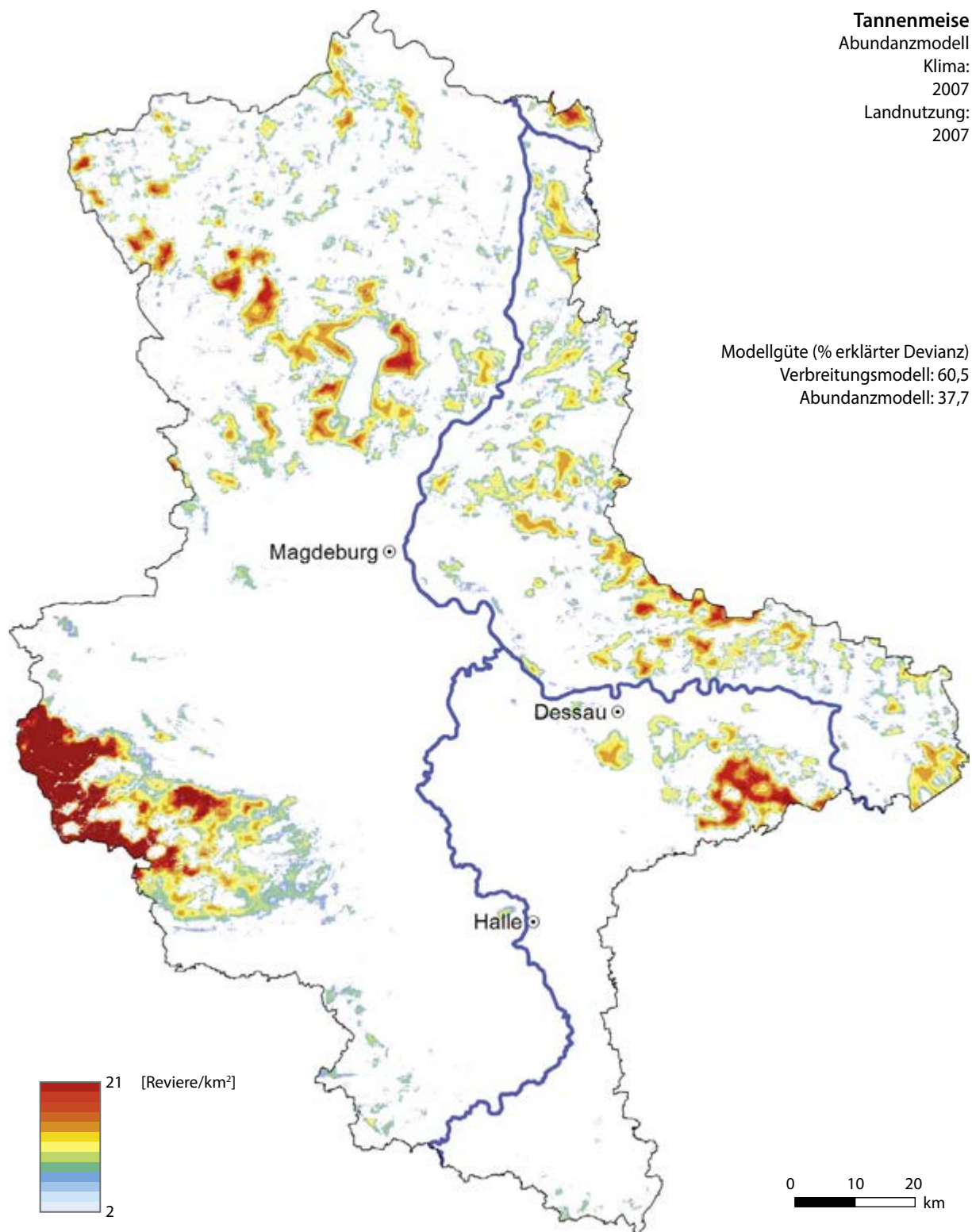


Bewertung der Modelle und Szenarien

Die Vorkommen der Tannenmeise zeigen einen deutlich negativen Zusammenhang mit der Jahrestemperatur und einen positiven Zusammenhang mit den Jahresniederschlägen (Abb. 1). Ebenso steigt die Tannenmeisedichte mit einer Zunahme der Jahresniederschläge an. Deshalb wurden bei Klimaerwärmung Bestandsverluste von bis zu 86 % prognostiziert (Abb. 2).

Hohe Anteile von Nadelwald in der Umgebung haben einen positiven Effekt auf die Dichte der Tan-

nenmeise. Dieser Effekt ist für Misch- und Laubwald deutlich geringer (Abb. 1). Aus diesem Grund wird bei einer Erhöhung der Mischwaldanteile auf Kosten des Nadelwaldes eine Populationsminderung prognostiziert. Im Szenario A1b halbieren sich die Bestände der Tannenmeise und das Verbreitungsgebiet schrumpft bis auf die Optimalhabitate im Harz. Für den Schutz der Tannenmeise sollte demnach zumindest in den obersten Lagen des Harzes eine komplette Umwandlung der Nadelwälder in Mischwälder unterbleiben.



Bereiche hoher Dichte: Harz, mit gradueller Abstufung von Hochharz bis Harzrand; außerhalb des Harzes

Schwerpunkte nur in Dübener Heide, Altmark und Hohem Fläming

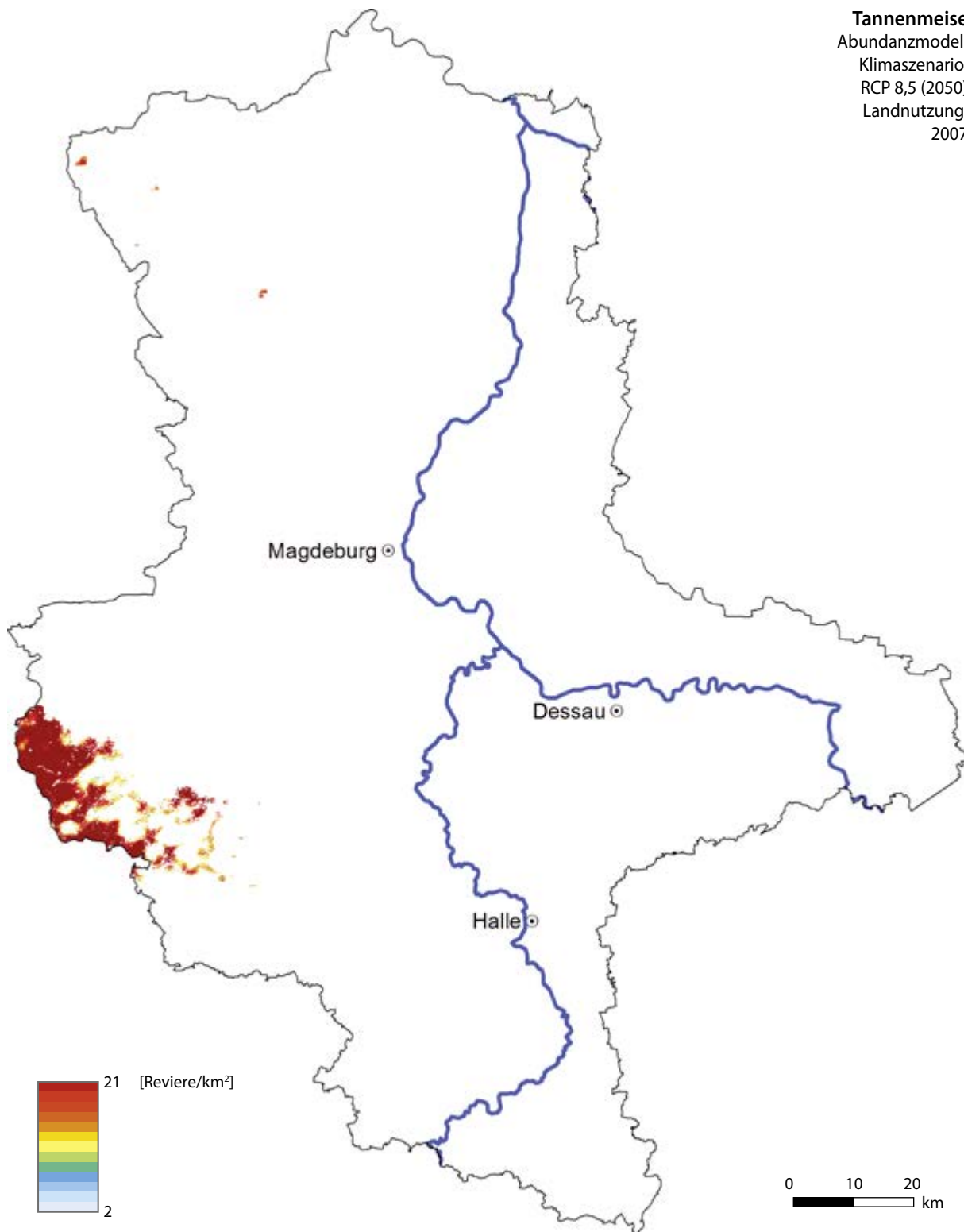
Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Siedlungen und Agrarlandschaft, selten in Mischwäldern

Dichteunterschiede: deutlicher Gradient zwischen Harz und -vorland, sowie restlichem Verbreitungsgebiet

Populationsgröße Modell: ca. 41.000 Reviere

Populationsschätzung: 30.000–50.000 Reviere

Tannenmeise
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007

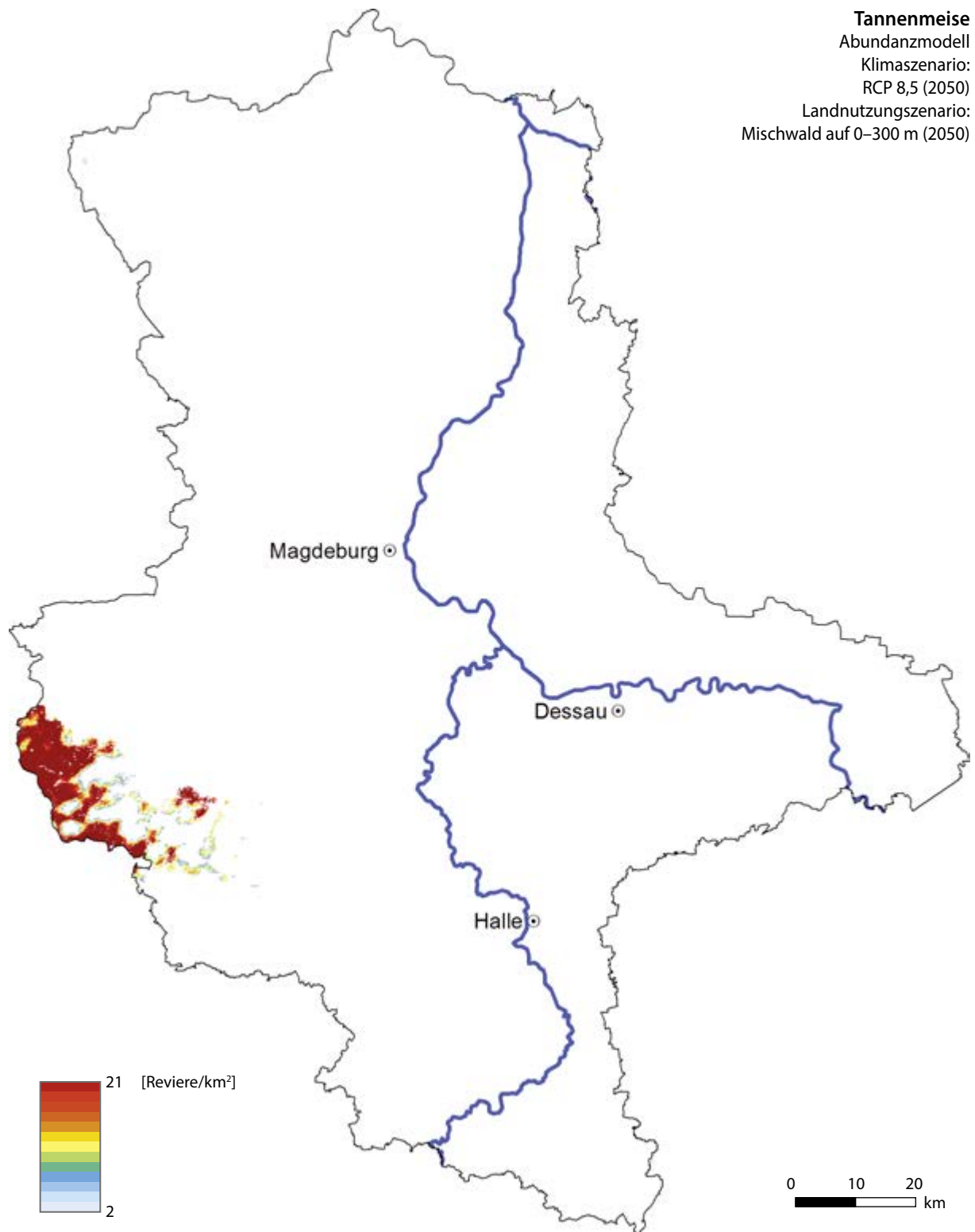


Räumliche Dichteänderung: deutliche Verringerung der Vorkommen, außerhalb des Harzes verbleiben nur isolierte Kleinstvorkommen in Teilen der Altmark

Schwerpunkte der Zunahmen: keine

Schwerpunkte der Abnahmen: keine besonderen Schwerpunkte, weite Landstriche werden geräumt

Populationsgröße Modell: ca. 6.400 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: geringe Änderungen im Vergleich zur Prognose, die sich auf Klimaänderung bei gleichbleibender Landnutzung beschränken, wenige Reliktorkommen in der Altmark verschwinden; Beschränkung auf Harz und -vorland, Verschwinden aus dem restlichen Sachsen-Anhalt

Populationsgröße Modell: ca. 6.300 Reviere

Fazit: Der Effekt der Klimaerwärmung auf die Tannenmeise ist so stark, dass Landnutzungsänderungen in Form des untersuchten Waldumbaus kaum einen Effekt zeigen.

Wintergoldhähnchen *Regulus regulus*



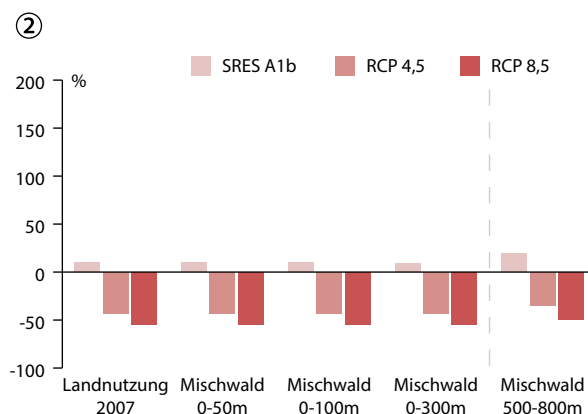
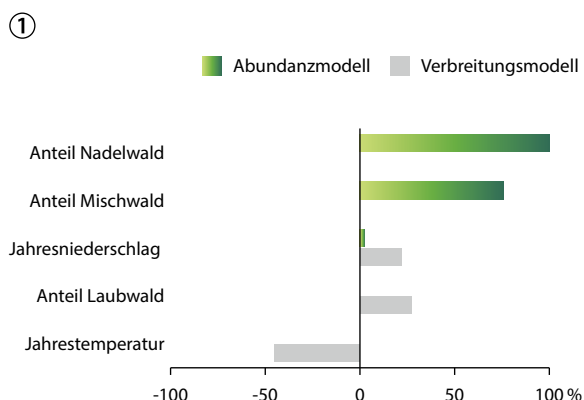
Habitat: Nadelwälder (v. a. Fichte und Tanne)

Klimaabhängigkeit: kältetoleranter als Sommergoldhähnchen, HUNTLEY et al. (2007) prognostizieren einen Arealrückgang

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: abnehmend; 12-Jahrestrend: abnehmend; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: Abnahmen mit Ausnahme kurzer Perioden bei denen die Beständen zunehmen; Mitte der 90er und 2000er Jahre bundesweite Abnahmen, wobei Fichtenfruktifikationen anscheinend eine größere Rolle spielen als Kältewinter (FLADE & SCHWARZ 2004); RL (2007): –

Gefährdungsfaktoren: Verluste auf dem Zug, Nahrungsmangel in Extremwintern

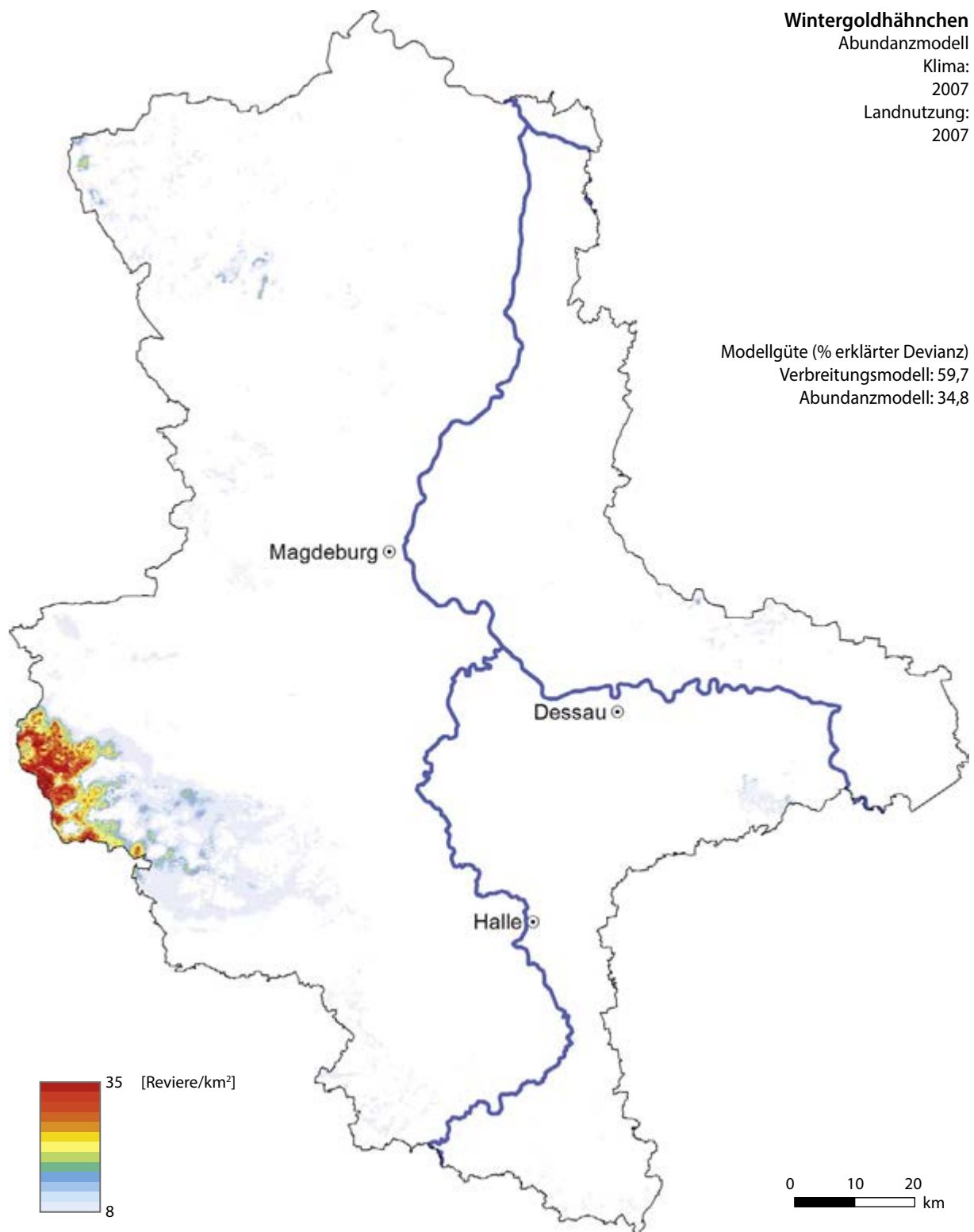


Bewertung der Modelle und Szenarien

Das Wintergoldhähnchen kommt bevorzugt in Gebieten mit niedrigeren Jahrestemperaturen vor. Hohe Jahresniederschläge wirken sich positiv auf Vorkommen und Dichte der Art aus (Abb. 1). Aus diesem Grund wird beim relativ feucht-warmen Szenario A1b ein Bestandszuwachs prognostiziert (Abb. 2). Im Gegensatz hierzu sind bei den trockeneren und wärmeren RCP-Szenarien starke Abnahmen bis zur Halbierung der Bestände zu erwarten. Die Erhöhung des Mischwaldanteils in Höhen bis zu 300m bleibt aufgrund der Tatsache, dass in der Verbreitungskarte für 2007 kaum und bei Klimaerwärmung keine Vorkommen außerhalb des Harzes prognostiziert wurden, ohne Wirkung auf die Wintergold-

hähnchenpopulation. Insgesamt schätzt das Modell die Populationsgröße im Vergleich zu bisherigen Schätzungen geringer ein. Geht man davon aus, dass es in der Altmark und im Fläming tatsächlich noch weitere Vorkommen gibt, würde sich ein Waldumbau in diesen Gebieten sicherlich stärker auswirken.

Starke Einflüsse klimatischer Veränderungen auf die Population des Wintergoldhähnchens lassen sich aus den Prognosen gut ableiten, während die möglichen Auswirkungen von Waldumbaumaßnahmen genauer untersucht werden müssten, um der möglichen klimabedingten Bestandsgefährdung des Wintergoldhähnchens effektiv entgegenwirken zu können.



Bereiche hoher Dichte: Nadelwälder im Harz mit Schwerpunkt im Hochharz

Bereiche niedriger Dichte: fehlt in Siedlungen und in der Feldflur; Dichten in reinen Kiefernwäldern gering, Art dort vielfach fehlend (z. B. in größeren Bereichen der Dübener Heide oder im Umkreis des TÜP Altmark)

Dichteunterschiede: Dichtegradient nur im Harz erkennbar, in übrigen Landesteilen lokal und eng begrenzt mit niedrigeren Dichten (in etwa wie am Harzrand)

Populationsgröße Modell: ca. 1.000 Reviere

Populationsschätzung: 10.000–20.000 Reviere

Wintergoldhähnchen

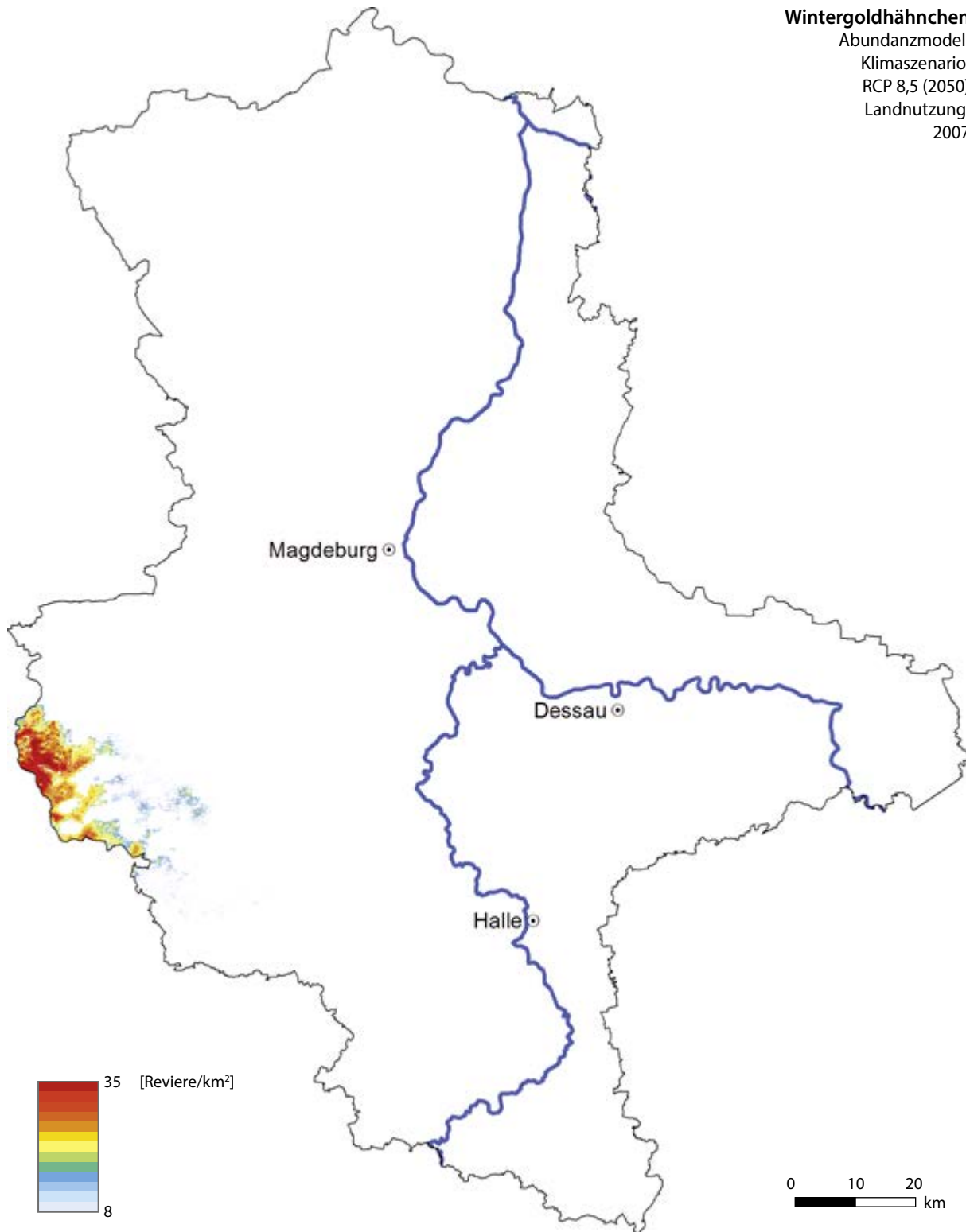
Abundanzmodell

Klimaszenario:

RCP 8,5 (2050)

Landnutzung:

2007



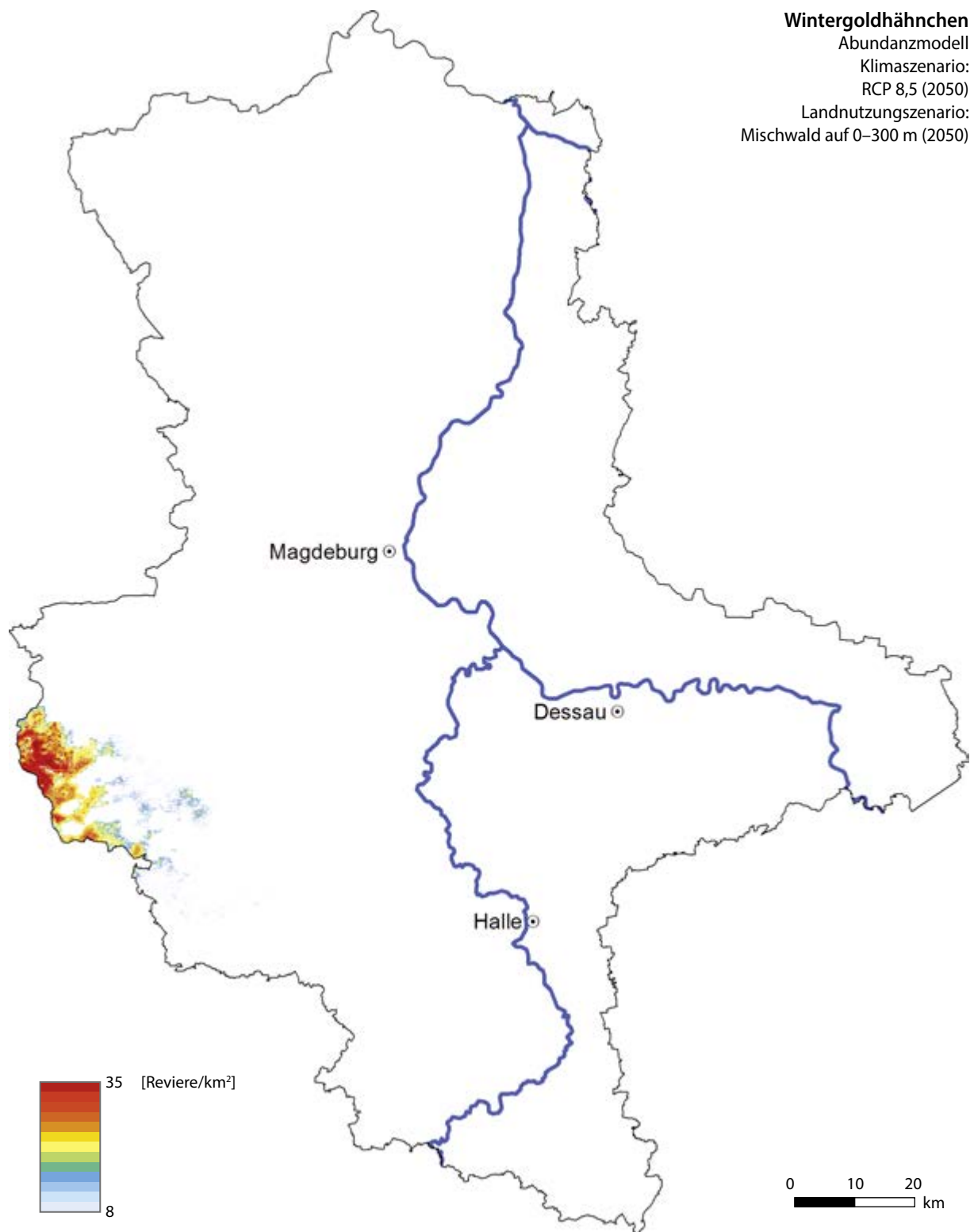
Räumliche Dichteänderung: Verbreitungsgebiet reduziert sich auf die Optimalhabitate im Hochharz,

Aufgabe der Vorkommen in übrigen Landesteilen

Schwerpunkte der Zunahmen: keine erkennbar

Schwerpunkte der Abnahmen: Verschwinden aus allen Gebieten außerhalb des Harzes

Populationsgröße Modell: ca. 300 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: Durchmischung der Nadelwaldbestände außerhalb des Harzes mit Laubbäumen ohne weitere negative Effekte, klimatische Effekte können nicht abgemildert werden

Populationsgröße Modell: ca. 300 Reviere

Fazit: Für die Population des Wintergoldhähnchens wird in Folge des Klimawandels eine starke Bestandsabnahme prognostiziert, ein einziges großes Vorkommen kann sich im Hochharz halten.

Zaunkönig *Troglodytes troglodytes*



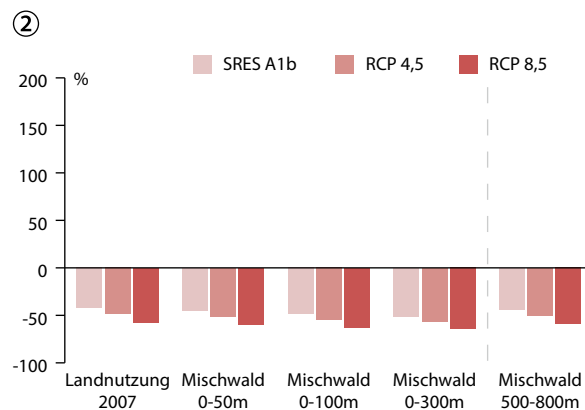
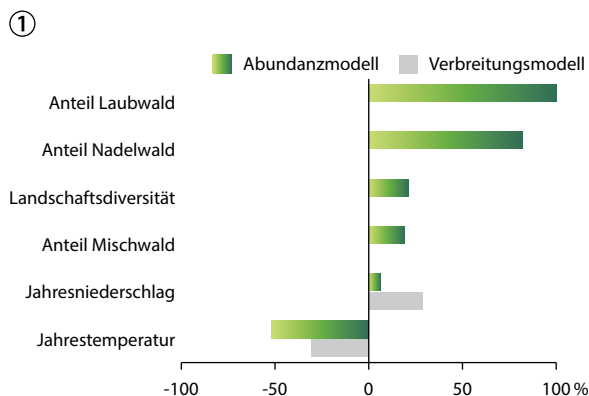
Habitat: Unterwuchsreiche, oft feuchte Wälder

Klimaabhängigkeit: könnte von geringerer Wintermortalität profitieren

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: abnehmend; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: sehr starke Bestandsfluktuationen in Abhängigkeit von der Härte des Winters, keine gerichtete Trendentwicklung; RL D (2007): –

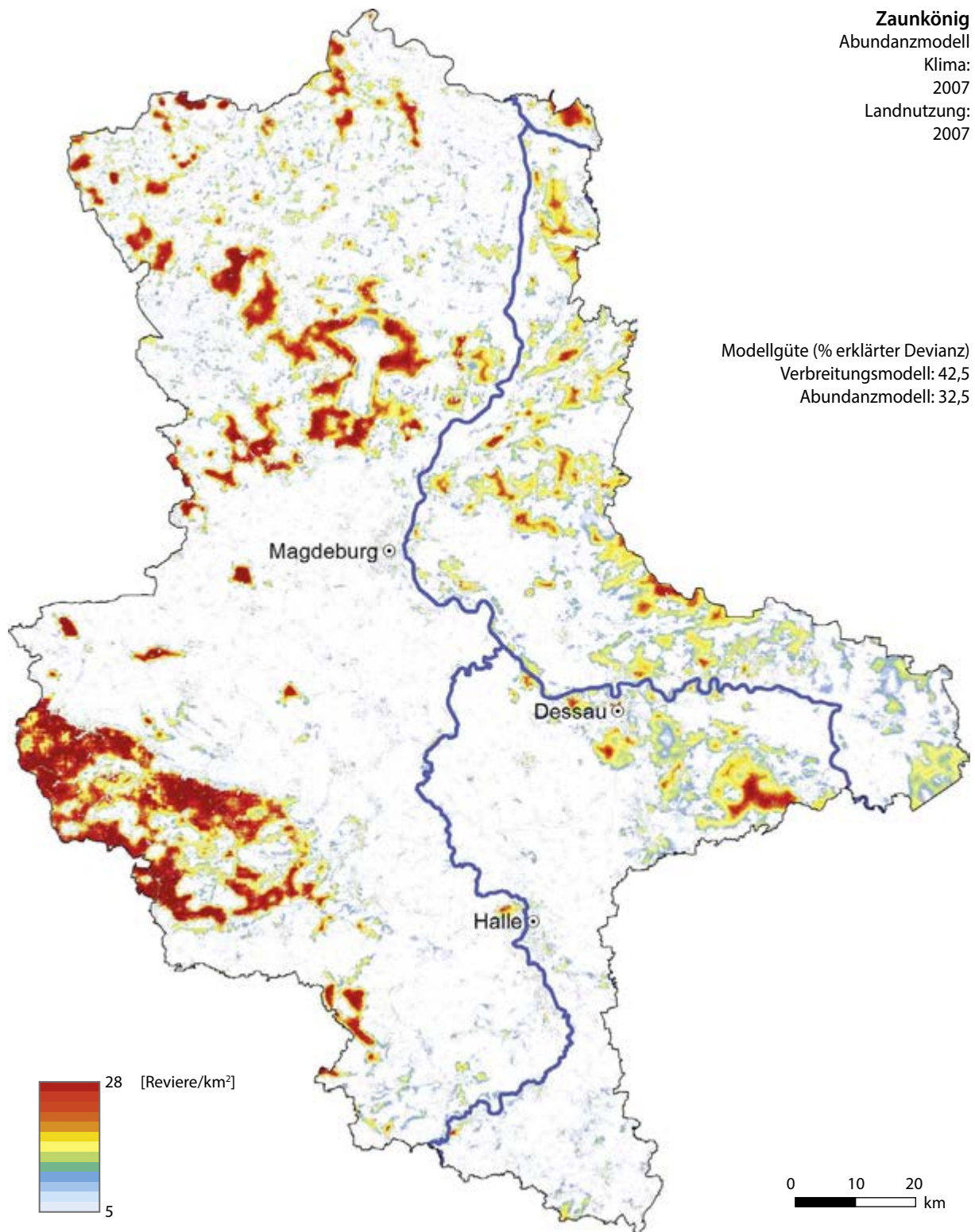
Gefährdungsfaktoren: Kältewinter, Prädation, Mangel an Unterholz, starke Holznutzung



Bewertung der Modelle und Szenarien

Im Modell zeigt sich insgesamt eine Bevorzugung kühlerer Klimate und ein deutlich geringerer positiver Einfluss des Niederschlages auf Vorkommen und Abundanz (Abb. 1). Das resultiert in allen Szenarien in einer prognostizierten deutlichen Abnahme der Bestände, teilweise könnten sich diese halbieren (Abb. 2). Dieses Ergebnis legt eine zukünftige Gefährdung der Zaunkönigbestände nahe. Die Erhöhung des Mischwaldanteils kann diesen Effekt lediglich regional minimieren. Die Folge wäre zwar kein regionales Aussterben des Zaunkönigs, aber eine merkliche Reduzierung der Dichten in den für das Jahr 2007 modellierten Schwerpunktgebieten Sachsens-Anhalts.

In den Prognosen, bei denen jahreszeitlich unterschiedliche Klimaveränderungen nicht berücksichtigt wurden, sondern lediglich die Veränderung der Jahresmitteltemperaturen zu den Brutbeständen in Bezug gesetzt wurde, fehlen mögliche positive Auswirkungen potenziell milder werdender Winter, die das Überleben des Zaunkönigs verbessern könnten. Neben Klimadaten für den Winter wären daher auch Wintervogelerfassungen sehr wichtig. Diese würden es ermöglichen, Bestandsentwicklung und Kältewinter besser in Bezug setzen zu können und damit aussagekräftigere Bestandsprognosen zu ermöglichen.



Bereiche hoher Dichte: Wälder

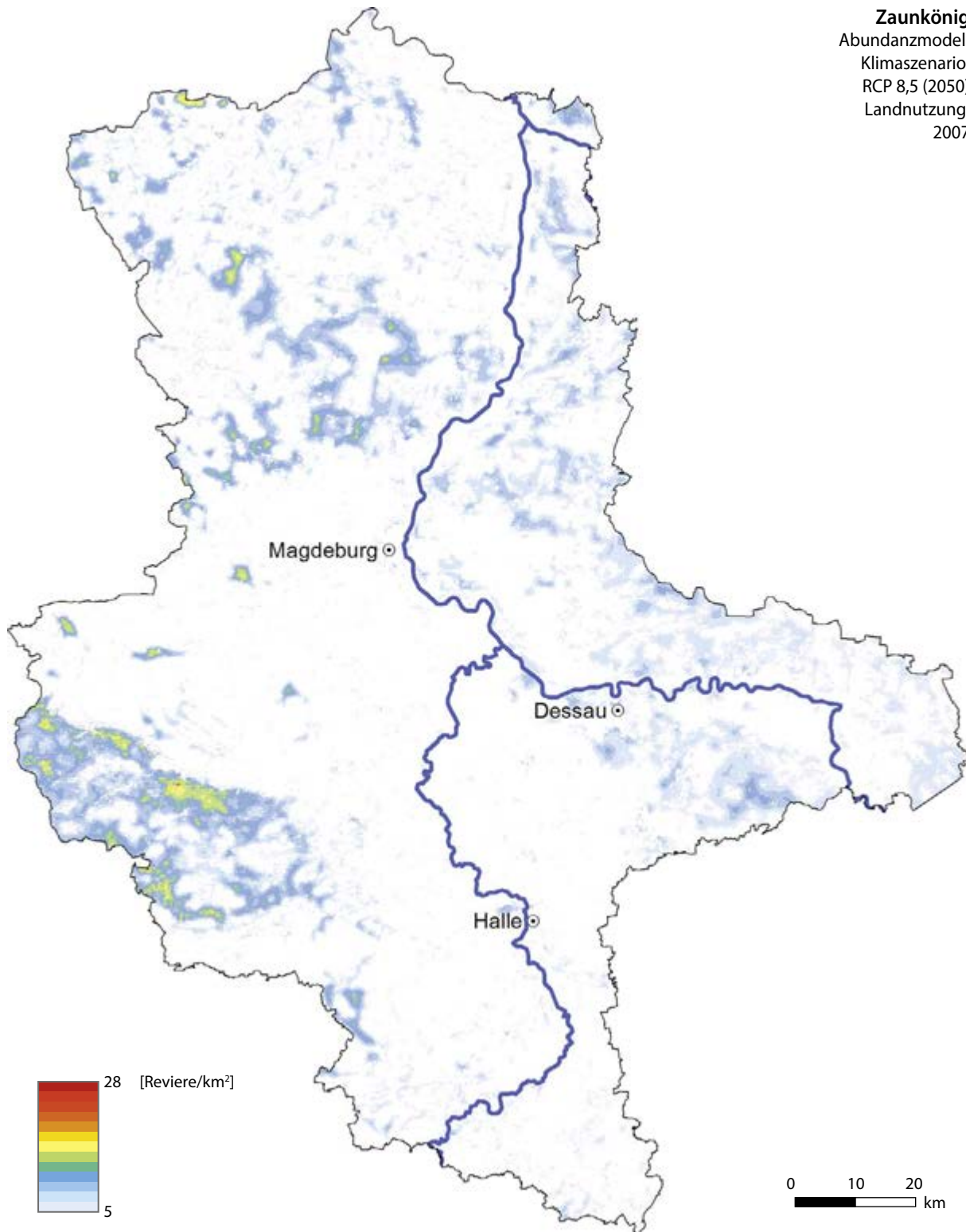
Bereiche niedriger Dichte: in Siedlungen seltener, im Agrarland nur vereinzelt

Dichteunterschiede: Dichteunterschiede zwischen Börden und Harz (nach Abgleich mit Kartierungsergebnissen)
 evtl. überschätzt, auch wenn die Art in Börden deutlich seltener ist

Populationsgröße Modell: ca. 84.000 Reviere

Populationsschätzung: 50.000–100.000 Reviere

Zaunkönig
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007

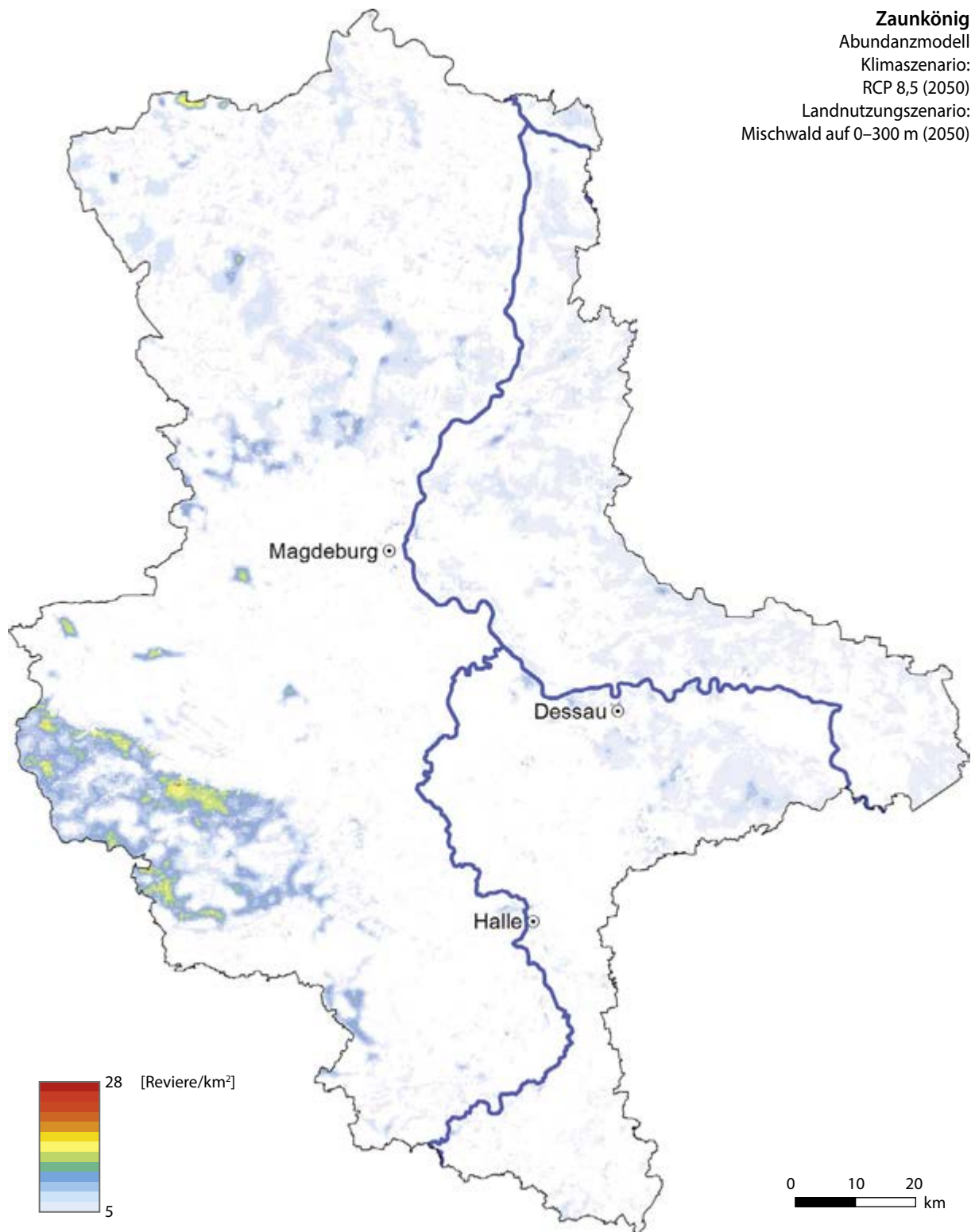


Räumliche Dichteänderung: landesweite Abnahmen mit regionalen Unterschieden

Schwerpunkte der Zunahmen: keine

Schwerpunkte der Abnahmen: überproportional starke Abnahme der Dichten im Harz, aber auch merkliche Abnahme in Altmark, Fläming und im Elbtal

Populationsgröße Modell: ca. 35.000 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: Ausdünnen der Vorkommen aufgrund der Zunahme des Mischwaldes im Norden und Osten, keine Bildung weiterer Verbreitungslücken

Populationsgröße Modell: ca. 30.000 Reviere

Fazit: Bestandsabnahmen überwiegen und die Zunahme der Mischwaldanteile wirkt sich negativ aus. Allerdings wird in den Szenarien (mangels Daten zu den Waldtypen) nicht berücksichtigt, dass der Zaunkönig von unterholzreichen Tannen- und Fichten-, aber weniger von offenen Kiefernwäldern profitiert.

Zilpzalp *Phylloscopus collybita*



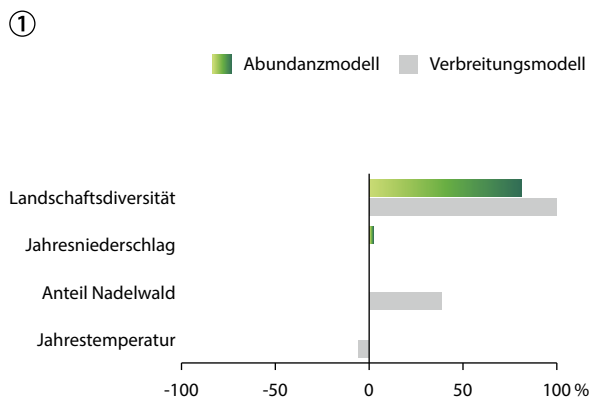
Habitat: Wälder, Gebüsche, Sukzessionsstadien

Klimaabhängigkeit: zunehmende Überwinterung durch mildere Winter

Bestandsentwicklung und Gefährdung in Sachsen-Anhalt: 25-Jahrestrend: stabil; 12-Jahres-Trend: stabil; RL ST (2004): –

Bestandsentwicklung (1992–2011) und Gefährdung in Deutschland: keine gerichtete Bestandsveränderung; Bestand schwankt in Deutschland und verschiedenen europäischen Ländern in synchron verlaufenden mehrjährigen Zyklen mit z.T. erheblichen Bestandsprüngen, was klimatische Einflüsse im Überwinterungsgebiet nahelegt; RL D (2007): –

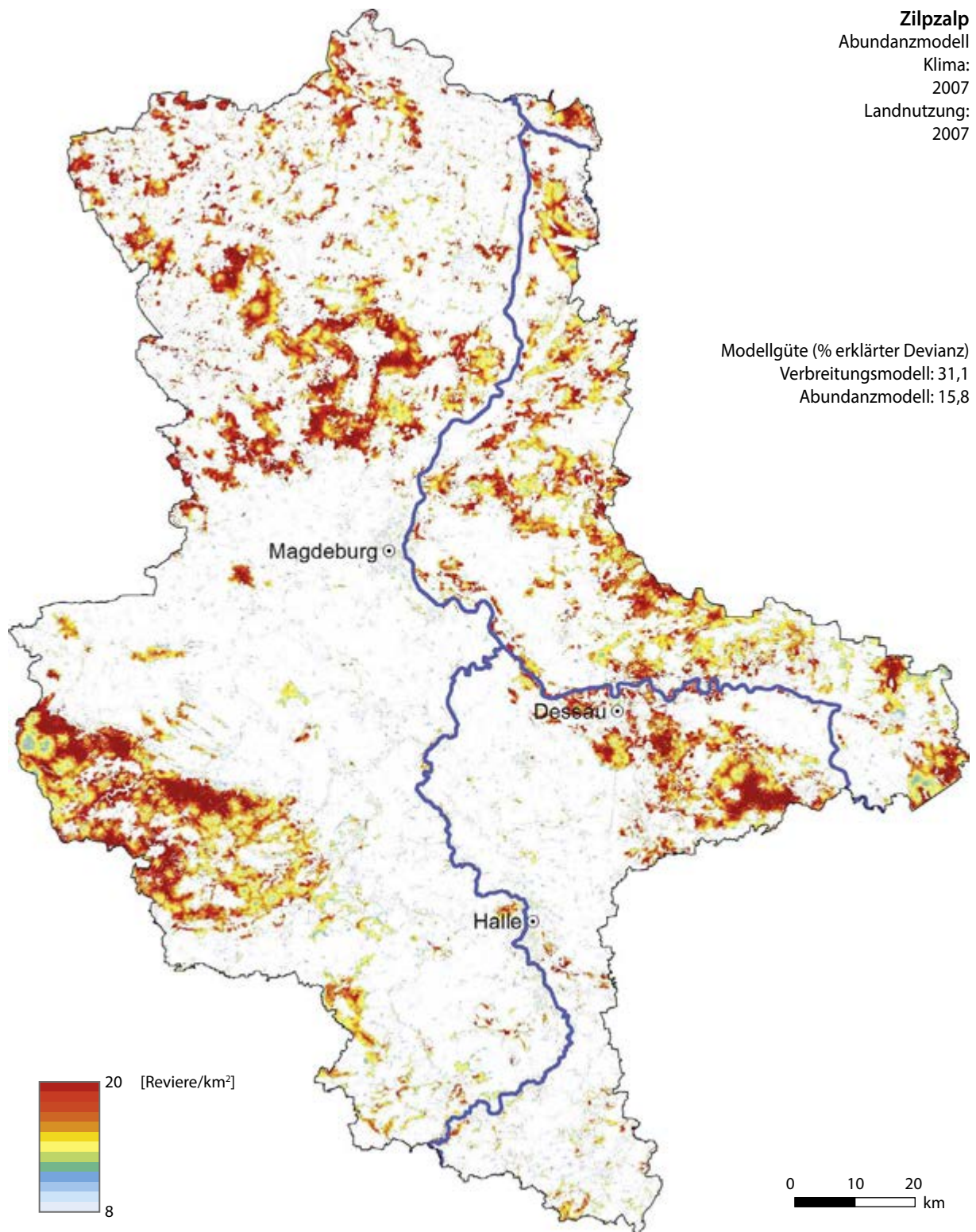
Gefährdungsfaktoren: Wintermortalität



Bewertung der Modelle und Szenarien

Die Modelle zeigen einen positiven Zusammenhang der Dichten des Zilpzalps mit dem Niederschlag, aber einen negativen Einfluss mit der Temperatur (Abb. 1). Letzterer führt bei stärkerer Erwärmung zu einer leichten Abnahme des Bestandes (Abb. 2). Im Modell spielt lediglich der Nadelwaldanteil eine Rolle für das Vorkommen. Eine hohe Landschaftsdiversität und ebenso,

wenn auch mit geringerer Effektstärke, der Anteil von Nadelwald in der Landschaft wirken sich positiv auf das Vorkommen des Zilpzalps aus. Daher wird bei Durchmischung der Nadelwälder mit Laubbäumen ein negativer Effekt vorhergesagt, der zu einer Abnahme führt, die jedoch im betrachteten Zeitraum keine bestandsgefährdenden Ausmaße annehmen dürfte.



Bereiche hoher Dichte: Wälder und Waldrand oder -übergangsbereiche, Einzelvorkommen in Tagebaugeländen

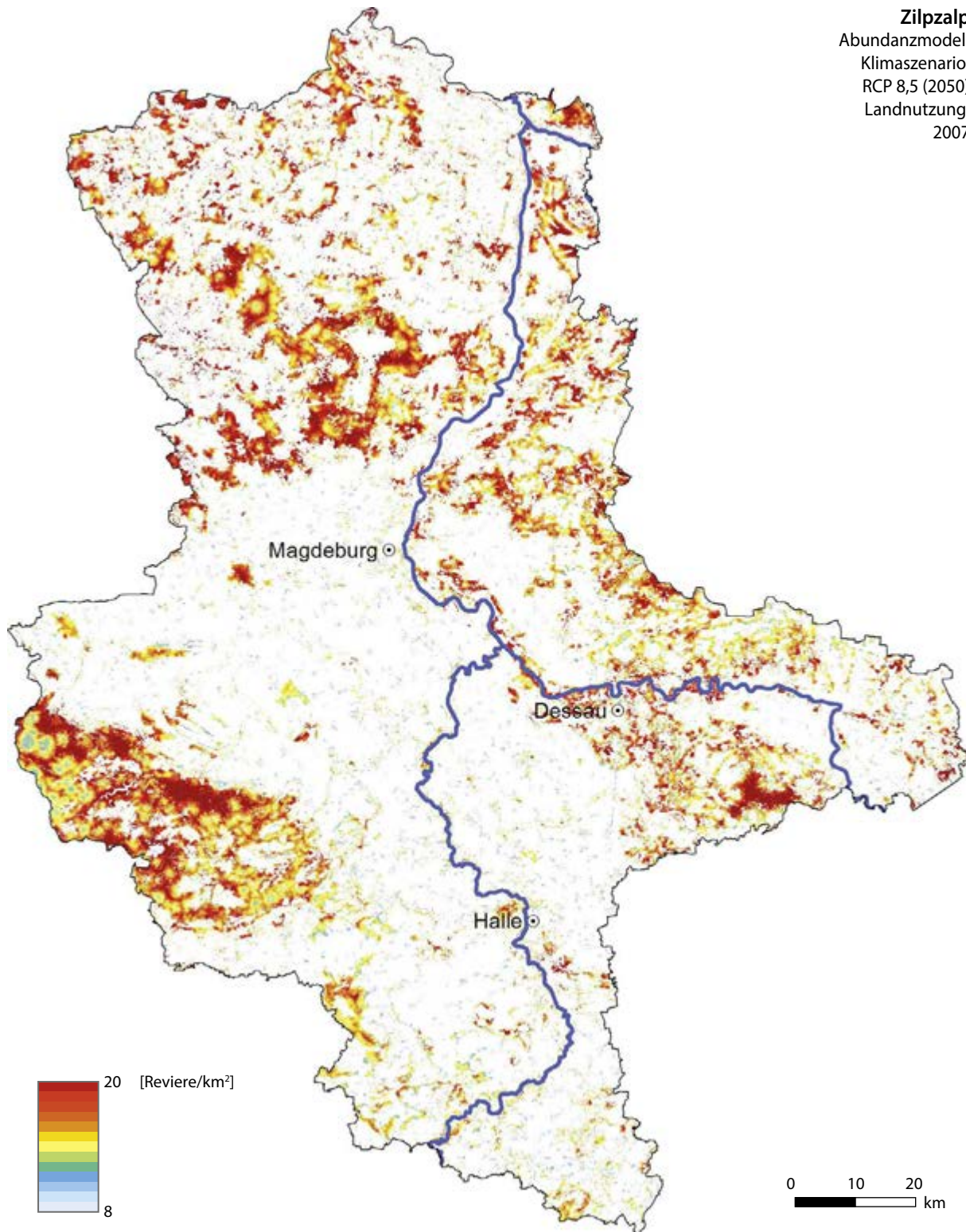
Bereiche niedriger Dichte: städtische Ballungsräume und Börden

Dichteunterschiede: gering

Populationsgröße Modell: ca. 83.000 Reviere

Populationsschätzung: 70.000–150.000 Reviere

Zilpzalp
 Abundanzmodell
 Klimaszenario:
 RCP 8,5 (2050)
 Landnutzung:
 2007

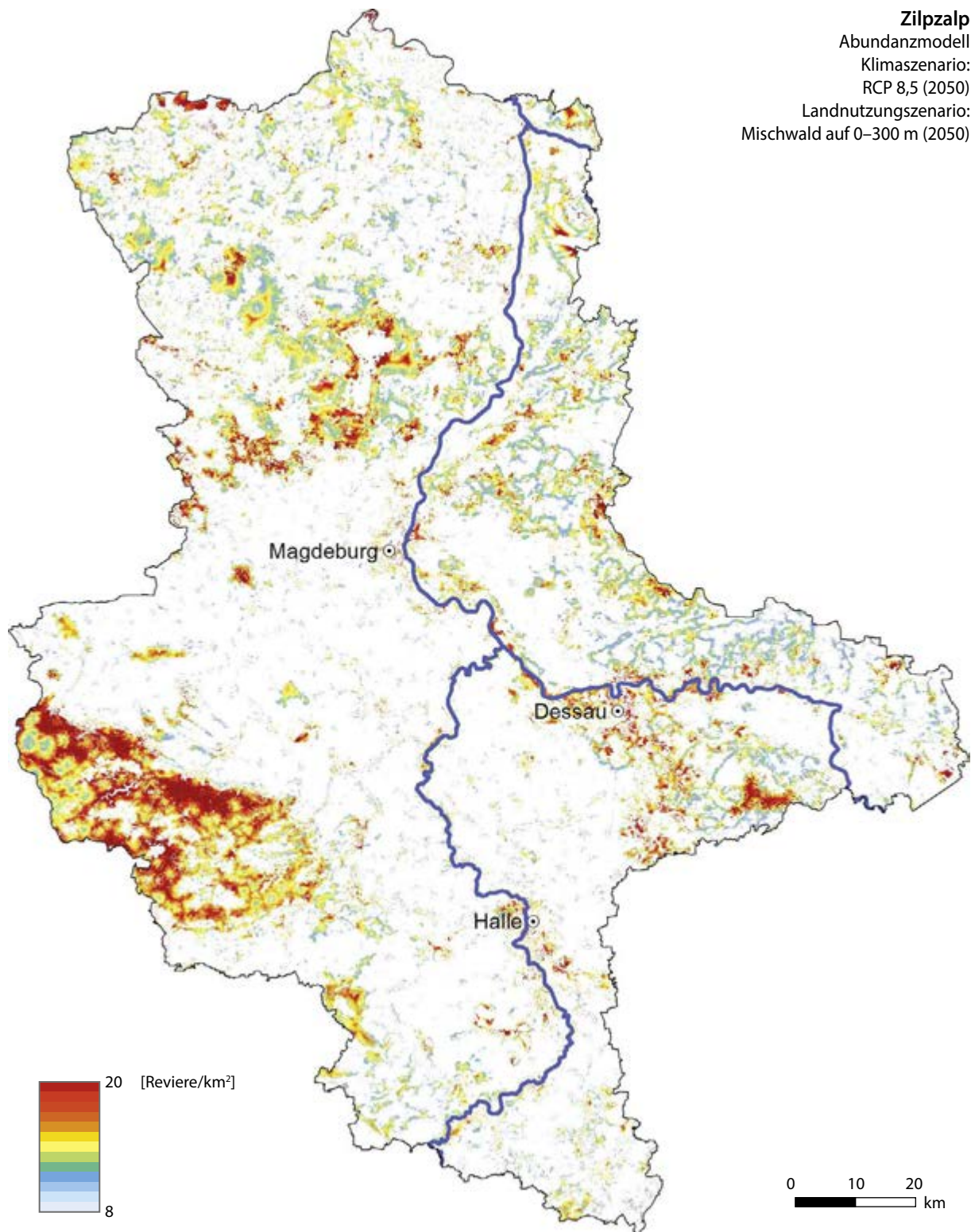


Räumliche Dichteänderung: graduelle Abnahmen, welche die räumliche Dichteverteilung kaum verändern

Schwerpunkte der Zunahmen: keine

Schwerpunkte der Abnahmen: lokale Rückgänge in Glücksburger, Annaberger und Dübener Heide

Populationsgröße Modell: ca. 75.000 Reviere



Erhöhung des Mischwaldanteils: laut Prognosen Abnahme der Dichten in den durchmischten Waldbereichen, vermehrt lückige Vorkommen in Fläming, Elbe-Havel-Winkel und der Dübener Heide

Populationsgröße Modell: ca. 64.000 Reviere

Fazit: Der Zilpzalp nimmt potenziell sowohl durch Klima- als auch durch Landnutzungsveränderungen ab und seine Vorkommen lichten sich insbesondere im Norden und Osten Sachsen-Anhalts.

4. Modellgüte und Plausibilität der Ergebnisse

4.1 Modellgüte

Die Güte des Modells zeigt eine große Bandbreite. Die erklärte Devianz reicht bei den Verbreitungsmodellen von 15,5 bis zu 64,8, der Median liegt bei 34,5. Bei den Abundanzmodellen ist sie im Allgemeinen geringer und liegt zwischen 7,0 und 60,2, der Median ist mit 32,2 niedriger als bei den Verbreitungsmodellen (Tab. 7).

Probleme der Modellierung

Insbesondere bei selteneren Arten lässt sich die Abhängigkeit von bestimmten Klima- und Landnutzungsparametern auf der räumlichen Ebene eines einzelnen Bundeslandes oft nur schwer bestimmen. Bei einigen Arten wird deshalb die Dichte in Optimalhabitaten mutmaßlich stark überschätzt oder es werden Vorkommen außerhalb der realen Verbreitungsgebiete prognostiziert. Nur wenn Informationen zu diesen

Arten über einen größeren geographischen Raum vorliegen, lassen sich räumliche Verbreitungsmuster und Dichteunterschiede dieser Arten genauer eingrenzen. So geben die Modelle die Klimaabhängigkeit der jeweiligen Arten zumeist grundsätzlich korrekt wieder, überschätzen aber, insbesondere wenn Mikrohabitate oder -klimata eine wichtige Rolle für das Vorkommen spielen, sowohl die Verbreitung als auch die Dichte der Arten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass

- zur Reduktion der Modellkomplexität lediglich gemittelte Klimawerte verwendet werden können und
- Landnutzungsdaten in vielen Fällen nicht auf spezialisierte Habitatsprüche einzelner Arten abgestimmt vorliegen.

Diese Probleme ließen sich nur mit Hilfe zusätzlicher Klima- und Landnutzungsdaten sowie durch den Einsatz speziell auf die jeweilige Art zugeschnittener Modelle beheben.

Bei vielen Arten zeigt sich, dass Vorkommen und Häufigkeit nicht in einem linearen Zusammenhang zum Klima stehen und es weiterer Forschungen bedarf, um Vorhersagen präzisieren zu können.

Tab. 7: Modellgüte in % erklärter Devianz.

Art	Modellgüte [% erklärter Devianz]	
	Verbreitungsmodell	Abundanzmodell
Amsel	17,4	60,2
Bachstelze	29,4	16,1
Baumpieper	29,4	20,0
Blaumeise	28,3	37,3
Buchfink	27,2	34,4
Buntspecht	40,8	29,4
Dorngrasmücke	32,0	16,9
Eichelhäher	28,9	43,1
Elster	45,6	20,8
Fasan	43,0	38,9
Feldlerche	64,8	31,9
Feldsperling	36,2	14,9
Fitis	25,2	33,6
Gartenbaumläufer	32,7	37,6
Gartengrasmücke	40,0	9,3
Girlitz	58,6	35,4
Goldammer	37,8	34,2
Haubenmeise	56,7	15,4
Hausrotschwanz	45,9	34,2
Haussperling	52,4	23,3
Heckenbraunelle	15,5	27,2
Heidelerche	24,0	37,4
Klappergrasmücke	28,4	26,4
Kleiber	54,9	28,2
Kohlmeise	30,4	42,2
Misteldrossel	40,6	7,5
Mönchsgrasmücke	25,2	25,5
Neuntöter	30,9	14,2
Ringeltaube	23,9	44,5
Rohrhammer	45,6	43,6
Rotkehlchen	46,2	43,0
Singdrossel	40,5	23,0
Sommergoldhähnchen	48,2	36,2
Star	26,2	12,1
Sumpfmeise	25,3	7,0
Tannenmeise	60,5	37,7
Wintergoldhähnchen	59,7	34,8
Zaunkönig	42,5	32,5
Zilpzalp	31,1	15,8

Modellergebnisse

Für viele Arten bestätigen die dargestellten Ergebnisse aus der Literatur bekannte Ansprüche an Klima und Habitat. Nur bei wenigen Arten werden diese nicht korrekt abgebildet. Das kann daraus resultieren, dass Arten auf kleinem Raum in sehr spezialisierten klimatischen Verhältnissen und Habitaten vorkommen. Insbesondere im Harz mit seinem vom Rest Sachsen-Anhalts getrennt zu betrachtenden Klima und den teilweise nur dort vorkommenden Habitattypen lassen sich Klima- und Landnutzungseffekte nicht immer voneinander trennen und korrelieren stark miteinander. Bei einigen der modellierten Waldvogelarten ergibt sich daraus die Schwierigkeit, die Präferenzen für Nadel-, Laub- und Mischwald im Modell korrekt voneinander abzugrenzen. Zudem sind in den zur Modellierung genutzten Landnutzungsdaten bestimmte Waldstrukturen oder -typen nicht differenziert, obwohl sie für einzelne Arten von Bedeutung sein können. Vor allem die fehlende Unterscheidung zwischen kiefern- und fichtendominierten Nadelwäldern erlaubt nicht immer eine genaue Eingrenzung der Vorkommensschwerpunkte spezialisierter Waldvogelarten.

Problematisch bei einigen Modellen ist, dass es nicht möglich war, Landnutzungsszenarien für sie zu entwickeln. Dies betrifft Arten der Siedlungen, aber auch der Waldlebensräume, für die in Zukunft bei fortschreitender Urbanisierung (wie sie in anderen Teilen Deutschlands zu beobachten ist) Siedlungen einen wichtigen Schwerpunktlebensraum darstellen könnten. Die Entwicklung der Bestände von Siedlungsarten wie Bachstelze, Elster, Haussperling, Hausrotschwanz und Girlitz, aber auch von (jetzigen oder ehemaligen) Waldarten wie Amsel, Buchfink, (Blaumeise), Fitis, Gartenbaumläufer, (Heckenbraunelle), Kohlmeise, Mönchsgrasmücke und Ringeltaube wird von städtischem Strukturwandel

in Zukunft sicher stark beeinflusst werden. Dies konnte nicht berücksichtigt werden, da Informationen zur Landnutzung innerhalb der Siedlungen sowie Prognosen über mögliche strukturelle Veränderungen in Siedlungen nicht in der erforderlichen Qualität vorlagen.

Neben Siedlungsarten konnten auch für stark habitatspezialisierte bzw. in Übergangshabitaten vorkommende Arten wie Baumpieper, Heidelerche oder Rohrammer anhand der vorliegenden Daten keine passenden Landnutzungsszenarien erstellt werden. Solche Arten sollten zum Gegenstand weitergehender Untersuchungen gemacht werden.

4.2 Vergleich der Ergebnisse in Sachsen-Anhalt mit der Gesamtsituation in Deutschland

Neben den Ergebnissen dieser Studie aus Sachsen-Anhalt liegen für 34 der 39 untersuchten Arten auch bundesweite Ergebnisse vor (GOTTSCALK et al. 2010). Bei dem Vergleich der prognostizierten prozentualen Populationsänderungen für den Zeitraum 2007-2050 ergeben sich für das Klimaszenario A1b an vielen Stellen übereinstimmende Ergebnisse, aber auch eine ganze Reihe von Unterschieden (Tab. 8).

Bei zehn Arten finden sich Unterschiede in der Reaktion auf Klimaerwärmung. In sechs der zehn Fälle ist die Reaktion auf Klimaerwärmung in ganz Deutschland negativ, in Sachsen-Anhalt jedoch positiv. Dies betrifft mit Amsel, Bachstelze, Baumpieper, Goldammer, Heckenbraunelle und Zilpzalp sowohl Offenland- wie auch auf Wald- oder Siedlungslebensräume angewiesene Arten.

Mit Gartenbaumläufer, Hausrotschwanz, Kleiber und Star zeigen vier Arten in Sachsen-Anhalt eine negative, deutschlandweit hingegen eine positive Reaktion auf Klimawandel.

Es ergibt sich demnach bei diesem Vergleich kein einheitliches Bild, und auch bei den Arten, bei denen in beiden Fällen gleichgerichtete Reaktionen vorhanden sind, ist deren Stärke nicht zwingend identisch. So gibt es jeweils eine Reihe von Arten, für die in Sachsen-Anhalt bei Verwendung des gleichen Klimaszenarios (hier: A1b) im Vergleich zu ganz Deutschland deutlich positivere oder aber deutlich negativere Bestandsveränderungen prognostiziert werden.

Insgesamt nehmen bei den Szenarien in Sachsen-Anhalt 21 Arten zu, während es in der bundesweiten Studie 15 Arten sind. In Deutschland hingegen nehmen 20 Arten ab, in Sachsen-Anhalt 18 Arten.

Diese Unterschiede lassen sich in verschiedene Aspekte aufgliedern. So nimmt der Großteil der Wald- sowie der kälteliebenden Arten oder solche die atlantische Klimata bevorzugen (z.B. Feldsperling, Garten- und Klappergrasmücke) in Sachsen-Anhalt potenziell stärker ab als bundesweit. Ganz im Gegensatz dazu nehmen einige Arten wie Baumpieper, Dorngrasmücke, Eichelhäher, Elster, Goldammer, Heckenbraunelle und Ringeltaube in Sachsen-Anhalt potenziell stärker zu als bundesweit.

Tab. 8: Vergleich der prognostizierten prozentualen Populationsänderungen 2007–2050 der 39 untersuchten Vogelarten für Sachsen-Anhalt und Deutschland für das Klimaszenario A1b bei gleichbleibender Landnutzung (GOTTSCALK et al. 2010).

Art	Populationsänderung [%]	
	Deutschland	Sachsen-Anhalt
Amsel	-3	+6,4
Bachstelze	-2,4	+1,5
Baumpieper	-18,9	+42,8
Blaumeise	+0,3	+46,7
Buchfink	-16,4	-18,2
Buntspecht	+22,1	+63,7
Dorngrasmücke	+52,6	+72,4
Eichelhäher	+49,6	+62,6
Elster	+26,6	+65,5
Fasan	+40,8	+20,2
Feldlerche	+29,9	+26,1
Feldsperling	-22,4	-87,8
Fitis	-41,7	-0,2
Gartenbaumläufer	+13,5	-42,8
Gartengrasmücke	-16,0	-80,5
Girlitz	-	+251,9
Goldammer	-5,4	+87,8
Haubenmeise	-9,8	-31,3
Hausrotschwanz	+12,2	-12,5
Haussperling	+5,6	+1,6
Heckenbraunelle	-2,4	+28,3
Heidelerche	-	+56,6
Klappergrasmücke	-87,2	-62,3
Kleiber	29	-4,5
Kohlmeise	+6,8	+4
Misteldrossel	-	0
Mönchsgasmücke	-5,1	-11,2
Neuntöter	-	+18,3
Ringeltaube	+19,1	+96,5
Rohrammer	+34,8	+20,3
Rotkehlchen	-1,2	-5
Singdrossel	-6,1	-13,3
Sommeregoldhähnchen	-1,3	-2,4
Star	+1,8	-3,9
Sumpfmehse	-4,8	-39,6
Tannenmeise	-29,4	-50,2
Wintergoldhähnchen	-	+9,6
Zaunkönig	-33	-42,2
Zilpzalp	-2,9	+2,1

In diesen Unterschieden spiegelt sich die deutliche Regionalisierung der Vorkommen bestimmter Arten ebenso wider, wie die Tatsache, dass Sachsen-Anhalt mit seinem deutschlandweit vergleichsweise trockenen und sommerwarmen Klima klimatische Extrembedingungen abbildet. Sachsen-Anhalt unterscheidet sich klimatisch von anderen Teilen Deutschlands und wird sich voraussichtlich auch im Zuge des Klimawandels deutlich anders entwickeln. Dies verdeutlicht, wie wichtig regionale Untersuchungen zu Klimawandel und -auswirkungen sind, da sich selbst bei weitverbreiteten und häufigen Arten z.T. deutliche regionale Unterschiede in Vorkommen und Dichte aber auch in möglichen Klimawandelauswirkungen zeigen.

5. Diskussion und Ausblick

In der „Strategie des Landes Sachsen-Anhalt zum Erhalt der Biologischen Vielfalt“ (LAND SACHSEN-ANHALT 2010) sind folgende Ziele formuliert:

- *Die Landesregierung von Sachsen-Anhalt tritt für die Erhaltung der natürlichen, naturnahen und durch menschliche Nutzung geprägten Lebensräume und der darin vorkommenden Arten im Sinne der Erhaltung der biologischen Vielfalt ein. Dazu sind die wildlebenden, heimischen Pflanzen und Tiere in langfristig gesicherten Populationen in ihren typischen Ökosystemen zu erhalten. Der günstige Erhaltungszustand für alle relevanten Schutzgüter gilt dabei als einzuhaltende Prämisse.*
- *Die Kulturlandschaft [Sachsen-Anhalts] gilt als funktionell und leistungsfähig, wenn die darin enthaltenen natürlichen und naturnahen Ökosysteme in ihrer Gesamtheit eine vielfältige Ausprägung und damit eine große Vielfalt typischer Arten aufweisen*
- *Nur eine natürliche biologische Vielfalt in funktionierenden Ökosystemen ist in der Lage, die bereits eintretenden signifikanten Klimaveränderungen abzumildern. Je langsamer die Änderungen eintreten, desto effizienter können natürliche Systeme darauf reagieren und ausgleichend wirken. Dazu ist es erforderlich, zum Schutz der funktionierenden Ökosysteme alle Maßnahmen zur Minderung des Klimawandels zu ergreifen.*
- *In betroffenen Gebieten [sind] flächenspezifische Anpassungen der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung an jeweils konkrete naturschutzfachliche Anforderungen vorzunehmen und an den Ansprüchen der gefährdeten Arten zu orientieren.*
- *Hangwälder und exponierte Felsformationen [sind] in ihrer Eigendynamik sowie die Rückführung der im 20. Jahrhundert angelegten Kiefernforsten in Trockenrasen und/oder ihre Umwandlung in naturnahe Eichen-Trockenwälder zu verfolgen.*

Im vorliegenden Projekt wurde mittels Modellrechnungen untersucht, wie sich die prognostizierte Klimaerwärmung auf Verbreitung und Häufigkeit einer Auswahl von Brutvogelarten auswirken wird. Da das Ausmaß der Klimaveränderung derzeit nicht sicher abgeschätzt werden kann, wurden die entsprechenden Modellierungen auf Basis von drei international anerkannten Szenarien (A1b, RCP 4,5 und RCP 8,5) erstellt, die stellvertretend für eine moderate, eine mittlere sowie ein starke Klimaerwärmung stehen (s. Kap. 2.2.3).

Darüber hinaus wurde untersucht, wie sich Maßnahmen zur Vermeidung von Klimafolgeschäden bzw. zur Verbesserung des Erhaltungszustandes der Artenvielfalt auf Verbreitung und Bestand der untersuchten Vogelarten auswirken könnten. Dabei standen beispielhaft zwei Maßnahmen im Fokus:

- die Anreicherung der Agrarlandschaft mit Hecken und Brachen als Maßnahme zum Schutz des Bodens (Vermeidung von Erosion und Wassermangel) sowie

- die Umwandlung von Nadelwäldern und -forsten in Laub-Nadel-Mischwälder zur Vermeidung oder Verminderung von Folgeschäden (z. B. Windwurf) durch extreme Wetterereignisse.

5.1 Auswirkung der Klimaerwärmung auf ausgewählte Vogelarten Sachsen-Anhalts: Prognose für 2050 bei gleichbleibender Landnutzung

Effekte des Klimawandels auf die Artenvielfalt können naturgemäß sehr unterschiedlich sein: Eine Reihe von Arten wird von der Klimaerwärmung profitieren, andere werden als Klimaverlierer Teile des Landes räumen oder seltener.

Deutschlandweit eines der bekanntesten Beispiele für Klimagewinner ist der Bienenfresser. Das größte zusammenhängende Vorkommen befindet sich im Nordostdeutschen Tiefland und erstreckt sich im Regenschatten des Harzes entlang der Saale und in ehemaligen Tagebaugebieten auf einer Länge von etwa 100 km bis in die Leipziger Tieflandsbucht. Nördlich anschließend bestehen weitere Vorkommen westlich der Elbe in der Magdeburger Börde bis an den Rand der Colbitz-Letzlinger Heide. 2009 betrug der Bestand allein in Sachsen-Anhalt 407 Brutpaare (FISCHER & DORNBUSCH 2010). Damit stellt Sachsen-Anhalt heute den weitaus größten Anteil am deutschen Gesamtbestand.

Zu den Klimaverlierern gehört der Gelbspötter. Das schnelle Schrumpfen seines Verbreitungsgebietes bzw. die weiträumige Aufgabe ehemals besiedelter Bereiche im Süden und Südwesten Deutschlands, das am südwestlichen Arealrand liegt, wird sowohl auf den Rückgang der Gesamtpopulation als auch auf großräumige Arealverschiebungen nach Nordosten – beide bedingt durch den Klimawandel – zurückgeführt.

In einer den Modellierungen vorangestellten Analyse (s. Kap. 3) wurde deshalb zunächst die Empfindlichkeit der Brutvogelarten Sachsen-Anhalts auf den Klimawandel mittels Literaturrecherche abgeschätzt. Als Kriterien wurden die ökologischen und biologischen Ansprüche der einzelnen Arten sowie die durch den Klimawandel prognostizierten Veränderungen ihrer Lebensräume herangezogen. Für 50 der insgesamt 126 untersuchten Arten ist danach mit einer Bestandsabnahme zu rechnen. Dem stehen 26 Arten mit einer erwarteten Bestandszunahme gegenüber. Für 50 Arten werden keine größeren Klimaauswirkungen erwartet. Die Zahl der negativ vom Klimawandel beeinflussten Arten sollte demnach diejenige der vom Klimawandel profitierenden Arten um etwa das Doppelte übersteigen. Dieses Verhältnis gilt näherungsweise auch für das reduzierte Artenspektrum, das den Modellierungen zugrunde liegt (22 Arten mit erwarteten Bestandsabnahmen, 9 Arten mit erwarteten Bestandszunahmen, 7 Arten ohne Einfluss des Klimawandels, für 2 der modellierten Arten konnte keine wissenschaftlich belastbare Bewertung vorgenommen werden).

Die im Projekt gerechneten Modelle bestätigen den Einfluss des Klimawandels auf Vorkommen und Verbreitung der untersuchten Vogelarten. Das Ausmaß der prognostizierten Auswirkungen ist allerdings stark von der künftigen Klimaentwicklung abhängig. Die Modellierungen zu den drei ausgewählten Klimaszenarien (A1b, RCP 4,5 und RCP 8,5) zeigen, dass die Zahl der Klimaverlierer steigt und die Zahl der Klimagewinner abnimmt, je größer die Klimaerwärmung ausfällt. Die von den Experten erwarteten Auswirkungen werden bei dem Extremszenario RCP 8,5 erreicht: 25 Arten mit prognostizierten Bestandsabnahmen stehen 14 Arten mit prognostizierten Bestandszunahmen gegenüber (1 Art ohne Einfluss des Klimawandels).

5.2 Anreicherung der Agrarlandschaft mit Hecken und Brachen zur Vermeidung von Klimafolgeschäden und zur Erhöhung der Artenvielfalt in Offenlandlebensräumen

Hecken und Ackerraine zur Schadenabwehr von Klimafolgen schützen vor Wind bzw. vermindern eine Boden-erosion und schaffen zugleich neuen Lebensraum für Artengemeinschaften, die auf vertikale Strukturen im offenen Kulturland angewiesen sind. Bestimmte Vogelarten nutzen dieses Lebensraumelement zum Schutz ihrer Nester (am beschatteten Boden wie auch im Gebüsch) oder als Sing- (Singvögel) und Ansitzwarten (vor allem Greifvögel und Eulen, Neuntöter).

Auch die Anlage von Brachen, die einer Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten Lebensraum und Nahrung bieten, wird als wichtige Maßnahme zur Förderung der Artenvielfalt angesehen. Wie inzwischen hinreichend belegt, hat beispielsweise der Wegfall solcher Flächen nach Aufhebung der EU-Flächenstilllegung (Marktordnungsbrachen) Bestandsverluste bei bedrohten Vogelarten entweder verstärkt, z.B. beim Rebhuhn, oder einen negativen Trend eingeleitet, z.B. Grauammer (DO-G & DDA 2012).

Sowohl Hecken als auch Brachen lassen sich deshalb als ökologische Vorrangflächen im Rahmen des „Greenings“ (Gemeinsame Agrarpolitik der EU; Förderperiode 2014–2020) anrechnen. Es ist deshalb davon auszugehen, dass der Anteil beider Landschaftselemente in der Agrarlandschaft in den kommenden Jahren steigen wird.

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde der Frage nachgegangen, in welchem Umfang ein sukzessiv steigender Anbau von Hecken und die Anlage von Brachen mögliche negative Folgen der Klimaerwärmung auf die Bestandentwicklung der ausgewählten Vogelarten des Offenlandes abmildern oder positive Folgen verstärken können.

Die Modellierungen bestätigen im Regelfall die Erwartung: Vor allem profitieren im Gebüsch brütende Arten bzw. allgemein vertikale Strukturen benötigende Arten von der Anreicherung der Landschaft mit Hecken. Auffällig ist, dass die gleichzeitige Anlage von Brachen nicht zu den erwartenden Zunahmen bodenbrütender, die offene Landschaft bevorzugender Arten führt. Auffällig ist auch, dass diese Maßnahmen für sich genommen die nega-

tiven Auswirkungen des Klimawandels bei den Klimaverlierern unter der Mehrzahl der Vogelarten zwar mildern aber nicht auffangen können.

5.3 Umbau von Nadelwäldern in Laub-Nadel-Mischwäldern

Bei Waldumbaumaßnahmen sollen die unterschiedlichen Funktionen der Wälder Sachsen-Anhalts berücksichtigt werden. So sind neben der Sicherung der Vitalität und Widerstandsfähigkeit gegen Hitze, Trockenstress und Windwurf, sowie den wirtschaftlichen Interessen bei der Holzvermarktung auch Erholungsaspekte und insbesondere der Schutz natürlicher Prozesse und Lebensgemeinschaften zu berücksichtigen.

Im Rahmen dieses Vorhabens wurden die Auswirkungen des Waldumbaus auf ausgewählte Vogelarten in verschiedenen Szenarien modelliert, die die schrittweise Umwandlung von Kiefernforsten in Laub-Nadel-Mischwälder vorsehen. Dieser wird als Übergangsstadium auf dem angestrebten Weg zur Umwandlung in naturnahe Eichen-Trockenwälder (s. Biodiversitätsstrategie des Landes Sachsen-Anhalt) angenommen.

Wichtigstes Ergebnis ist, dass diese aus gesamtökologischer Sicht unbestritten sinnvolle Maßnahme zu erheblichen Bestandseinbußen bei besonders im Nadelwald hohe Siedlungsdichten erreichenden Vogelarten führen wird. Dies gilt auch für bestimmte Bereiche im Harz, für den die Auswirkungen der Umwandlung standortfremder Fichtenforste in Laub-Nadel-Mischwald auf die Vogelwelt modelliert wurden. Sollten die Waldumbaumaßnahmen im modellierten Umfang durchgeführt werden, so bieten die höheren Lagen für Vogelarten der Nadelwälder als auch für Vogelarten nass-kalter Laub- oder Mischwälder den einzigen weiträumigeren Rückzugsraum in Sachsen-Anhalt. Für den Harz sollten bestehende Management-Konzepte deshalb dahingehend überprüft werden, ob dieser die Schutzfunktion für sich potenziell in die Hochlagen zurückziehende Arten erfüllen kann. Insgesamt ist festzustellen, dass unter den gegebenen Zielsetzungen der Biodiversitätsstrategie des Landes Sachsen-Anhalts stärkere Verluste bei Vogelarten der Nadelwälder zu erwarten und akzeptieren sind.

5.4 Monitoring klimabedingter Veränderungen der Vogelwelt

Nach der Biodiversitätsstrategie des Landes Sachsen-Anhalt sind

- *landesweite Erfassungen der Bestandssituation der Pflanzen- und Tierwelt sowohl qualitativ als auch quantitativ voranzutreiben, wobei eine Berücksichtigung der bestehenden potenziellen Gefährdungen erfolgt, sowie*
- *geeignete, fachlich fundierte Monitoringsysteme unter besonderer Berücksichtigung der Biodiversitätsindikatoren für das Land Sachsen-Anhalt aufzubauen, die eine Einschätzung der vorkommenden Arten, ihrer Bestandssituation und -veränderung sowie ggf. ihrer genetischen Diversität zeitnah und präzise möglich machen.*

In der vorliegenden Untersuchung werden etwa ein Fünftel der in Sachsen-Anhalt vorkommenden Brutvogelarten abgehandelt. Vor allem für viele mittelhäufige oder auch einzelne sehr seltene Arten mit speziellen Habitatsprüchen war die Datenbasis nicht ausreichend, um zu wissenschaftlich belastbaren Ergebnissen und fundierten Aussagen zu gelangen. Darunter befanden sich auch Arten der Roten Liste gefährdeter Vogelarten Sachsen-Anhalts.

Um zukünftig Prognosen für weitere Arten erstellen und/oder die Bestandsentwicklungen der einzelnen Arten besser überwachen und beurteilen zu können, ist es sinnvoll, bestehende Programme des Vogelmonitorings personell, organisatorisch und finanziell abzusichern und auszubauen.

Das *Monitoring häufiger Brutvögel* (SUDFELDT et al. 2012), das auf Landesebene von der Staatlichen Vogelschutzwarte Sachsen-Anhalts koordiniert wird, bietet dafür eine gute Datenbasis und einen im bundesweiten Vergleich etwas über dem Durchschnitt liegenden Abdeckungsgrad der 1 km² großen Probeflächen von 69 % (bundesweit: 61 %). Dennoch sollten die Anstrengungen verstärkt werden, möglichst alle Probeflächen der vom Statistischen Bundesamt gezogenen Stichprobe regelmäßig zu kartieren. Nur dann können für die meisten häufigen Brutvogelarten statistisch belastbare, lebensraumspezifische Aussagen zur Bestandsentwicklung getroffen werden.

Für die meisten mittelhäufigen Vogelarten war die Datenlage nicht ausreichend, um Modellierungen auf Basis der in Kap. 2 beschriebenen Methoden durchzuführen. Abhilfe schaffen könnte hier der zügige Ausbau des *Monitorings seltener Brutvögel*, für das auf Bundesebene bereits Rahmenvorgaben erarbeitet wurden (SUDFELDT et al. 2012), an denen sich ein landesweites Konzept orientieren könnte. Zum Artenspektrum gehören neben den mittelhäufigen Arten auch seltene Horstbrüter, Koloniebrüter, feuchtgebietsgebundene Arten oder auch solche mit großen Revieren.

Bisher ist es nur möglich, die Bestände zur Brutzeit zu betrachten. Lediglich das *Monitoring rastender Wasservögel* ermöglicht Einblicke in die Bestandssituation außerhalb der Brutzeit. Auch für in Sachsen-Anhalt brütende Nicht-Wasservögel wären Erhebungen zur Entwicklung der Überwinterungsbestände sehr nützlich, um Auswirkungen veränderter Winterbedingungen auf die Fitness der Vögel und damit auf den Bruterfolg abschätzen zu können. Eine ganze Reihe von Vogelarten dürfte von milderem und/oder kürzeren Wintern profitieren.

Die Veränderungen von Artarealen wärme- und kälteliebender Arten geben Hinweise auf die Stärke der Klimawandeleinflüsse auf Vögel und ermöglichen eine räumliche Zuordnung. Verschiebungen von Artarealen werden durch regelmäßig aktualisierte Brutvogelatanten festgestellt und bieten in Verbindung mit detaillierten Daten zur Veränderung von Klima und Landnutzung die Möglichkeit, die Aussagekraft der hier präsentierten Verbreitungs- und Abundanzmodelle zu testen und die Modelle anhand solcher Abgleiche anzupassen und zu verbessern.

Des Weiteren wäre die Bereitstellung detaillierter Landnutzungsdaten notwendig, um Art-Habitat-Beziehungen realistisch darzustellen. Insbesondere fehlen oftmals großflächige Informationen zur Differenzierung verschiedener Waldgesellschaften, die für Habitatspezialisten von entscheidender Bedeutung sein können.

5.5. Anregungen zu weitergehendem Forschungsbedarf

Unsere Kenntnisse über Zusammenhänge zwischen sich ändernden Klimaparametern und brutbiologischen Parametern oder auch sich ändernden Nahrungsbeziehungen, die durch den Klimawandel induziert werden, sind nur rudimentär. Dafür ist es unerlässlich, das bestehende Vogelmonitoring um die Aufnahme von brutbiologischen Parametern sinnvoll zu erweitern.

Informationen über statistische Zusammenhänge zwischen bestimmten Vogelarten, klimatischen und Landnutzungsverhältnissen können zudem genutzt werden, Änderungen in der Eignung bestimmter Gebiete für das Vorkommen einzelner Arten über die Zeit zu betrachten (*Climate Suitability Trend*, GREEN et al. 2008). Der Ansatz bietet die Möglichkeit, die Eignung bestimmter Gebiete für bestimmte Arten zu ermitteln und gegenüber Klima- und Landnutzungswandel besonders vulnerable Regionen zu identifizieren. Ergebnisse solcher Forschungen können dazu genutzt werden, um Schutzgebietskulissen zu optimieren und einen möglichst klimaresistenten Biotopverbund aufzubauen.

Verschiebungen der Häufigkeiten wärme- und kälteliebender Arten lassen sich auf Basis aggregierter Indikatoren messen. Einer der wichtigsten, gegenwärtig auch auf Bundesebene diskutierten Indikatoren ist der *Community Temperature Index* (DEVICTOR et al. 2008). Dieser weist jeder Art einen Temperaturwert zu, welcher der mittleren Temperatur innerhalb ihres europäischen Verbreitungsgebietes entspricht, der sog. *Species Temperature Index*. Die Indexwerte einzelner Arten werden dann – gewichtet nach ihrer relativen Häufigkeit innerhalb einer lokalen, regionalen oder landesweiten Artengemeinschaft – miteinander zu einem aggregierten Indexwert verrechnet, dem *Community Temperature Index*. Die Höhe dieses Temperaturwertes erlaubt Aussagen darüber, wie wärmeliebend eine Artengemeinschaft ist. Seine zeitliche Veränderung ermöglicht es, zu beurteilen, ob innerhalb der jeweiligen Artengemeinschaft der Anteil wärme- oder kälteliebender Arten ansteigt. Dieser Ansatz erlaubt einerseits die Identifizierung besonders stark von Klimawandel betroffener Regionen, aber auch das Messen der Geschwindigkeit der Klimawandelanpassung von Artengemeinschaften, z.B. Avizönosen.

Eine Schwierigkeit bei der Vorhersage potenzieller Auswirkungen besteht immer noch darin, Interaktionen von Klima- und Landnutzungswandel korrekt abzubilden. Hierfür werden einerseits genauere Daten zu Landnutzungsveränderungen, aber auch bessere Szenarien für mögliche zukünftige Auswirkungen des Klimawandels auf Landnutzungsmuster benötigt.

Die tatsächlichen Einflüsse des Klima- und Landnutzungswandels lassen sich in ihrer relativen Bedeutung durch Verknüpfung verschiedener Informationen aus Monitoringprogrammen darstellen. So gibt es neben dem *Community Temperature Index*, der klimabedingte Verschiebungen der Häufigkeiten in Vogelartengemeinschaften misst, auch einen *Community Specialization Index* (KAMPICHLER et al. 2012), der anzeigt, wie sich die relativen Anteile in Bezug auf ihre Habitate generalistischer und spezialisierter Arten verändern. Diese Informationen miteinander zu verknüpfen und auch in die Entwicklung von Szenarien und Zukunftsprognosen zu integrieren, wird eine Aufgabe der näheren Zukunft sein.

Nicht zuletzt werfen die Ergebnisse dieses Projektes auch weitere Fragen auf, z.B. nach der Veränderung von Habitatpräferenzen bei Vogelarten unter dem Einfluss des Klimawandels. Bei einigen Vogelarten sind Anpassungsmechanismen durch Habitatwechsel bekannt. Solche Anpassungsprozesse haben gerade Arten der Siedlungen vollzogen. Die Vorhersage der Modelle, dass es auch in Sachsen-Anhalt unter Klimawandeleinfluss zur Urbanisierung bestimmter (Wald-) Vogelarten kommen könnte, wirft Fragen nach den genauen Anpassungsmechanismen auf. Ein besseres Verständnis dieser Mechanismen könnte Bemühungen zum Erhalt gefährdeter und/oder klimasensibler Arten unterstützen.

6. Literaturverzeichnis

- AHOLA, M.P., T. LAAKSONEN, T. EEVA & E. LEHIKONEN (2007): Climate change can alter competitive relationships between resident and migratory birds. *Journal of Animal Ecology* 76: 1045–1052.
- ANDERSON, D.R., K.P. BURNHAM & W.L. THOMPSON (2000): Null hypothesis testing: problems, prevalence, and an alternative. *Journal of Wildlife Management* 64: 912–923.
- BAMMEL, K., A. FALLERT-MÜLLER, U. KILIAN & S. KLONK (2009): Der Brockhaus Wetter und Klima: Phänomene, Vorhersage, Klimawandel. Brockhaus in der Wissenmedia. Mannheim, Leipzig.
- BARBET-MASSIN, M., W. THUILLER & F. JIGUET (2010): How much do we overestimate future local extinction rates when restricting the range of occurrence data in climate suitability models? *Ecography* 33: 878–886.
- BARBET-MASSIN, M., W. THUILLER & F. JIGUET (2011): The fate of European breeding birds under climate, land-use and dispersal scenario. *Global Change Biology* 18: 881–890.
- BATÁRY, P., T. MATTHIESEN & T. TSCHARNTKE (2010): Landscape-moderated importance of hedges in conservation farming bird diversity of organic vs. conventional croplands and grasslands. *Biol. Conserv.* 143: 2020–2027.
- BAUER, H.-G., E. BEZZEL & W. FIEDLER (2005): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. 2., vollständig überarbeitete Auflage. Wiebelsheim, Aula-Verlag.
- BEHRENS, M., T. FARTMANN & N. HÖLZEL (2009): Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Biologische Vielfalt: Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen. Zusammenfassung. Westfälische Wilhelms-Universität, Institut für Landschaftsökologie, Münster.
- BfN, BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2004): Naturschutzberatung für die Landwirtschaft. BfN Skripten 119.
- BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_biolog_vielfalt_strategie_bf.pdf (zuletzt abgerufen am 02.09.2014).
- BOTH, C. & M.E. VISSER (2001): Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature* 41: 296–298.
- BOTH, C., S. BOUWHUIS, C.M. LESSELLS & M.E. VISSER (2006): Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. *Nature* 441: 81–83.
- BOTH, C., M. VAN ASCH, R.G. BIJLSMA, A.B. VAN DEN BURG & M.E. VISSER (2009): Climate change and unequal phenological changes across four trophic levels: constraints or adaptations? *Journal of Animal Ecology* 78: 73–83.
- BOYCE, M.S., P.R. VERNIER, S.E. NIELSON & F.K.A. SCHMIEGELOW (2002): Evaluating resource selection functions. *Ecological Modelling* 157: 281–300.
- BRAUNISCH, V., J. COPPES, R. ARLETTAZ, R. SUCHANT, H. SCHMID & K. BOLLMANN (2013): Selecting from correlated climate variables: a major source of uncertainty for predicting species distributions under climate change. *Ecography* 36: 971–983.
- BROMMER, J.E., A. LEHIKONEN & J. VALKAMA (2012): The breeding ranges of central European and Arctic bird species move poleward. *PloS one* 7: e43648.
- BURNHAM, K.P. & D.R. ANDERSON (2002): Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. 2nd edition. Springer, New York.
- CHAMBERLAIN, D.E., A.M. WILSON, S.J. BROWN & J.A. VICKERY (1999): Effects of habitat type and management on the abundance of Skylarks in the breeding season. *J. Appl. Ecol.* 36: 856–870.
- DEVICTOR, V., R. JULLIARD, D. COUVET & F. JIGUET (2008): Birds are tracking climate warming, but not fast enough. *Proc. R. Soc. B.*, 275: 2743–2748.
- DLR, DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT (2010): CORINE Land Cover 2006. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Oberpfaffenhofen.
- DO-G & DDA, DEUTSCHE ORNITHOLOGEN-GESELLSCHAFT & DACHVERBAND DEUTSCHER AVIFAUNISTEN (2011): Positionspapier zur aktuellen Bestandssituation der Vögel in der Agrarlandschaft. http://www.dda-web.de/downloads/texts/positionspapier_agrarvoegel_dda_dog.pdf (zuletzt abgerufen am 02.09.2014).
- DONALD, P.F., G. PISANO, M.D. RAYMENT & D.J. PAIN (2002): The Common Agricultural Policy, EU enlargement and the conservation of Europe's farmland birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 89: 167–182.
- DONALD, P.F., F.J. SANDERSON, I.J. BURFIELD & F.P.J. VAN BOMMEL (2006): Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990–2000. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 116: 189–196.
- DORMANN, C.F., O. PURSCHKE, J.R. GARCÍA MÁRQUEZ, S. LAUTENBACH & B. SCHRÖDER (2008): Components of uncertainty in species distribution analysis: a case study of the great grey shrike. *Ecology* 89: 3371–3386.
- DORNBUSCH, G., K. GEDEON, K. GEORGE, R. GNIELKA & B. NICOLAI (2004): Rote Liste der Vögel (Aves) des Landes Sachsen-Anhalt. 2. Fassung. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 39: 138–143.
- DORNBUSCH, G., S. FISCHER, K. GEORGE, B. NICOLAI & A. PSCHORN (2007): Bestände der Brutvögel Sachsen-Anhalts – Stand 2005. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt. Halle, Sonderheft 2/2007: 121–125.
- DRÖSCHMEISTER, R. (2012): Indikator Artenvielfalt und Landschaftsqualität. In: SUDFELDT, C., F. BAIRLEIN, R. DRÖSCHMEISTER, C. KÖNIG, T. LANGGEMACH & J. WAHL: Vögel in Deutschland – 2012. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.
- DWD, DEUTSCHER WETTERDIENST (2010): CDC: Das Klimadatenzentrum des Deutschen Wetterdienstes. <http://cdc.dwd.de/catalogue/srv/de/main.home> (zuletzt abgerufen am 02.09.2014).
- ENGLER, R., A. GUIBAN & L. RECHSTEINER (2004): An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. *J. Appl. Ecol.* 41: 263–274.
- ESCH, T., V. HIMMLER, G. SCHORCHT, M. THIEL, T. WEHRMANN, F. BACHOFER, C. CONRAD, M. SCHMIDT & S. DECH (2009): Large-area assessment of impervious surface based on integrated analysis of single-date Landsat-7 ima-

- ges and geospatial vector data. *Remote Sensing of Environment* 113: 1678–1690.
- ESRI (2013): ArcGIS Desktop. Release 10.1. Redlands, CA. Environmental Systems Research Institute.
- ESSL, F. & W. RABITSCH (2013): Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa. Springer Spektrum, New York.
- FIEDLER, W. (2009): Bird Ecology as an Indicator of Climate and Global Change. In: LETCHER, T.M.: *Climate Change: Observed impacts on Planet Earth*. Elsevier: 181–195.
- FIELDING, A.H. & P.F. HAWORTH (1995): Testing the generality of bird-habitat models. *Conservation Biology* 9: 1466–1481.
- FIELDING, A.H. & J.F. BELL (1997): A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation* 24: 38–49.
- FLADE, M. & J. SCHWARZ (2004): Ergebnisse des DDA-Monitoringprogramms, Teil II: Bestandsentwicklung von Waldvögeln in Deutschland 1989–2003. *Vogelwelt* 125: 177–213.
- FLADE, M. (2012): Von der Energiewende zum Biodiversitätsdesaster – Zur Lage des Vogelschutzes in Deutschland. *Vogelwelt* 133: 149–158.
- FLADE, M. & J. SCHWARZ (2013): Bestandsentwicklung von Vogelarten der Agrarlandschaft in Deutschland 1991–2010 und Schlüsselfaktoren. Tagungsband Fachgespräch „Agrarvögel – ökologische Bewertungsgrundlage für Biodiversitätsziele in Ackerbaugebieten“, 01.–2. März 2013, Kleinmachnow. Julius-Kühn-Archiv 442.
- FORSMAN, J. T. & M. MÖNKKÖNEN (2003): The role of climate in limiting European resident bird populations. *Journal of Biogeography* 30: 55–70.
- FRANKLIN, J. (2009): *Mapping Species Distributions – Spatial Inference and Prediction*. Cambridge University Press, San Diego State University.
- GEDEON, K., A. MITSCHKE & C. SUDFELDT (2004): Atlas Deutscher Brutvogelarten – Dessauer Tagung gab Startschuss für 2005. *Vogelwelt* 125: 123–135.
- GERSTENGARBE, F.-W. (2009): ST_A1B_M0760: PIK-STAR II A1B medium realization run 2007–2060. World Data Center for Climate. www.dkrz.de/WDCC/ui/Compact.jsp?acronym=ST_A1B_M0760 (zuletzt abgerufen am 02.12.2013).
- GILROY, J.J., G.Q.A. ANDERSON, P.V. GRICE, J.A. VICKERY, I. BRAY, P.N. WATTS & W. SUTHERLAND (2008): Could soil degradation contribute to farmland bird declines? Links between soil penetrability and the abundance of yellow wagtails *Motacilla flava* in arable fields. *Biol. Conserv.* 141(12): 3116–3126.
- GORRESEN, P.M., G.P. McMILLAN, R.J. CAMP & T.K. PRATT (2009): A spatial model of bird abundance as adjusted for detection probability. *Ecography* 32: 291–298.
- GOTTSCHALK, T.K., M. BERTLING, V. WOLTERS & J. BIERMANN (2008): A new MW algorithm to speed up landscape index calculation of high resolution maps. In: SCHIEWE, J. & U. MICHEL: *Geoinformatics paves the Highway to Digital Earth*. Institut für Geoinformatik und Fernerkundung, University of Osnabrück, Osnabrück: 29–32.
- GOTTSCHALK, T.K. & F. HUETTMANN (2010): Comparison of Distance Sampling and Territory Mapping methods in four different habitats. *Journal of Ornithology* 152: 421–429.
- GOTTSCHALK, T.K., G. KABA, B. MÜLLER, T.E. REINERS & C. SUDFELDT (2010): Verbreitungsanalyse von Vogelarten und Analyse des Einflusses des Klimawandels. Abschlussbericht (unveröffentlicht). Gießen, F+E-Vorhaben im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (FKZ 3508 82 0300), 24 S.
- GOTTSCHALK, T.K., T.E. REINERS, K. EKSCHMITT & C. SUDFELDT (2012): Bird species distribution changes within German Special Protection Areas. In: G. ELLWANGER, A. SSYMANK & C. PAULSCH (Hrsg.): *Natura 2000 and Climate Change – a Challenge*. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 118: 95–110.
- GREEN, R.E., Y. COLLINGHAM, S.G. WILLIS, R.D. GREGORY, K.W. SMITH & B. HUNTLEY (2008): Performance of climate envelope models in retrodicting recent changes in bird population size from observed climatic change. *Biology Letters* 4(5): 599–602.
- HAGEMEIJER, E. & M. BLAIR (1997): *The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their distribution and abundance*. T. & A.D. Poyser, London.
- HARRISON, P.A., D.P. VANHINSBERG, R.J. FULLER & P.M. BERRY (2003): Modelling climate change impacts on the distribution of breeding birds in Britain and Ireland. *Journal for Nature Conservation* 11: 31–42.
- HEIKKINEN, R.K., M. LUOTO, R. VIRKKALA, R.G. PEARSON & J.H. KÖRBER (2007): Biotic interactions improve prediction of boreal bird distributions at macro-scales. *Global Ecology and Biogeography* 16: 754–763.
- HIJMAN, R.J., E. CAMERON, J.L. PARRA, P.G. JONES & A. JARVIS (2005): Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 25: 1965–1978 http://www.worldclim.org/cmip5_30s (zuletzt abgerufen am 20.11.2013).
- HILBERT, D.W., M. BRADFORD, T. PARKER & D.A. WESTCOTT (2004): Golden bowerbird (*Prionodura newtonia*) habitat in past, present and future climates: predicted extinction of a vertebrate in tropical highlands due to global warming. *Biol. Conserv.* 116: 367–377.
- HOSMER, D.W. & S. LEMESHOW (2000): *Applied Logistic Regression*. 2nd edition. John Wiley & Sons, New York.
- HUNTLEY, B., R.E. GREEN, Y.C. COLLINGHAM & S.G. WILLIS (2007): *A Climatic Atlas of European Breeding Birds*. Lynx Edicions, Barcelona.
- HÜPPOP, O. & K. HÜPPOP (2003): North Atlantic Oscillation and timing of spring migration in birds. *Proc. R. Soc. B* 270: 233–240.
- HÜPPOP, K., O. HÜPPOP & F. BAIRLEIN (2008): Veränderungen von Zugzeiten. *Falke* 55: 294–299.
- IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007a): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. In: S. SOLOMON, D. QIN, M. MANNING, Z. CHEN, M. MARQUIS, K. AVERYT, M.M.B. TIGNOR & H.L. MILLER (Hrsg.): *Working Group I contribution on the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Technical Summary and Chapter 10 (Global Climate Projections).
- IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007b): *Climate Change 2007: Mitigation*. In: B. METZ, O.R. DAVIDSON, P.R. BOSCH, R. DAVE, L.A. MEYER (Hrsg.): *Working Group III contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Technical Summary, chapters 3 (Issues related to mitigation in the long term context) and 11 (Mitigation from a cross sectoral perspective).

- IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007c): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. In: M.L. PARRY, O.F. CANZIANI, J.P. VAN DER LINDEN & C.E. HANSON (Hrsg.): Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC.
- JONAS, M., T. STAEGER & C.-D. SCHÖNWIESE (2005): Berechnung der Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen – Schwerpunkt Deutschland. Umweltbundesamt, Forschungsbericht 201 41 254. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/berechnung-wahrscheinlichkeiten-fuer-eintreten-von> (zuletzt abgerufen am 02.09.2014).
- JONES, T. & W. CRESWELL (2010): The phenology mismatch hypothesis: Are declines of migrant birds linked to uneven climate change? *Journal of Animal Ecology* 79: 98–108.
- KAMPICHLER, C., C.A.M. VAN TURNHOUT, V. DEVICTOR & H.P. VAN DER JEUGD (2012): Large-Scale Changes in Community Composition: Determining Land Use and Climate Change Signals. *PLoS ONE* 7(4): e35272. doi:10.1371/journal.pone.0035272
- KASTELEC, D. & K. KOŠMELJ (2002): Spatial Interpolation of Mean Yearly Precipitation using Universal Kriging. *Developments in Statistics* 149–162.
- KÖNIG, H. & G. SANTORA (2007): Landesweites Brutvogelmonitoring. Vögel als Indikatoren des Biodiversitätsmonitorings in Nordrhein-Westfalen. *Natur in NRW* 32: 21–26.
- KROPP, J., O. ROITHMEIER, F. HATTERMANN, C. RACHIMOW, A. LÜTTGER, F. WECHSUNG, P. LASCH, E.S. CHRISTIANSEN, C. REYER, F. SUCKOW, M. GUTSCH, A. HOLSTEN, T. KARTSCHALL, M. WODINSKI, Y. HAUF, T. CONRADT, H. ÖSTERLE, C. WALTHER, T. LISSNER, N. LUX, V. TEKKE, S. RITCHIE, J. KOSSAK, M. KLAUS, L. COSTA, T. VETTER & M. KLOSE (2009): Klimawandel in Sachsen-Anhalt - Verletzlichkeiten gegenüber den Folgen des Klimawandels. Abschlussbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK).
- KÜHNE, S., M. MOHN & H. HAHNKE (2013): Förderung von Vögeln der Agrarlandschaft durch die Neuanlage von Brut- und Nahrungshabitaten. Tagungsband Fachgespräch „Agrarvögel – ökologische Bewertungsgrundlage für Biodiversitätsziele in Ackerbaugebieten“, 01.–2. März 2013, Kleinmachnow. *Julius-Kühn-Archiv* 442.
- LAND SACHSEN-ANHALT (2010): Strategie des Landes Sachsen-Anhalt zur Anpassung an den Klimawandel und dazugehöriger Aktionsplan, Teil I Strategie.
- LAND SACHSEN-ANHALT (2012): Waldzustandsbericht 2012.
- LAND SACHSEN-ANHALT (2013): Aktualisierung der Strategie des Landes Sachsen-Anhalt zur Anpassung an den Klimawandel.
- LAND SACHSEN-ANHALT (2014): Leitlinie zur Erhaltung und weiteren nachhaltigen Entwicklung des Waldes im Land Sachsen-Anhalt – Leitlinie Wald 2014.
- LAU, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2012): Vogelmonitoring in Sachsen-Anhalt 2011. Ber. Landesamt Umweltsch. Sachsen-Anhalt 1/2012.
- LAU, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2013a): Die Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt, Kurzfassungen der Studien 2009 und 2012. Ber. Landesamt Umweltsch. Sachsen-Anhalt 2/2013.
- LAU, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2013b): Vulnerabilitätsstudie 2009. Ber. Landesamt Umweltsch. Sachsen-Anhalt 3/2013.
- LAU, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2013c): Klimafolgenstudie 2012, Klimadiagnose und Klimaprojektion, Extremereignisse. Ber. Landesamt Umweltsch. Sachsen-Anhalt 4/2013.
- LAU, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2013d): Klimafolgenstudie 2012, Wasser. Ber. Landesamt Umweltsch. Sachsen-Anhalt 5/2013.
- LAU, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2013e): Klimafolgenstudie 2012: Naturschutz. Ber. Landesamt Umweltsch. Sachsen-Anhalt 6/2013.
- LAU, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2013f): Klimafolgenstudie 2012: Landwirtschaft. Ber. Landesamt Umweltsch. Sachsen-Anhalt 7/2013.
- LAU, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2013g): Klimafolgenstudie 2012: Forstwirtschaft. Ber. Landesamt Umweltsch. Sachsen-Anhalt 8/2013.
- LAU, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2013h): Klimafolgenstudie 2012: Anpassungsmaßnahmen. Ber. Landesamt Umweltsch. Sachsen-Anhalt 9/2013.
- LEMOINE, N., H.G. BAUER, M. PEINTINGER & K. BÖHNING-GAESE (2007a): Effects of climate and land-use change on species abundance in a central European bird community. *Cons. Biol.* 21: 495–503.
- LEMOINE, N., H.-C. SCHAEFER & K. BÖHNING-GAESE (2007b): Species richness of migratory birds is influenced by global climate change. *Global Ecology and Biogeography* 16: 55–64.
- MANLY, B.F.J., L.L. McDONALD, D.L. THOMAS, T.L. McDONALD & W.P. ERICKSON (2002): Resource Selection by Animals: Statistical Design and Analysis for Field Studies, 2nd edn. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- McCULLAGH, P. & J.A. NELDER (1989): Generalized Linear Models. Chapman & Hall, London.
- McRAE, B.H., N.H. SCHUMAKER, R.B. MCKANE, R.T. BUSING, A.M. SOLOMON & C.A. BURDICK (2008): A multi-model framework for simulating wildlife population response to land-use and climate change. *Ecological Modelling* 19: 77–91.
- MLU, MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT (2010): Strategie des Landes Sachsen-Anhalt zum Erhalt der biologischen Vielfalt.
- MLU, MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT (2014): Leitlinie Wald 2014.
- MOSS, R., M. BABIKER, S. BRINKMAN, E. CALVO, T. CARTER, J. EDMONDS, I. ELGIZOULI, S. EMORI, L. ERDA, K. HIBBARD, R. JONES, M. KAINUMA, J. KELLEHER, J.F. LAMARQUE, M. MANNING, B. MATTHEWS, J. MEEHL, L. MEYER, J. MITCHELL, N. NAKICENOVIC, B. O'NEILL, R. PICHs, K. RIAHI, S. ROSE, P. RUNCi, R. STOUFFER, D. VAN VUUREN, J. WEYANT, J. WILBANKS, J. YPERSELE & M. ZUREK (2008): Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts and Response Strategies. Technical Summary. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.
- MOSS, R., J.A. EDMONDS, K.A. HIBBARD, M.R. MANNING, S.K. ROSE & D.P. VAN VUUREN (2010): The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature* 463(7282): 747–756.
- MÜHLE, H. (2001): Die mitteldeutsche Agrarlandschaft – wie gehen wir damit um? *Peckiana* Band 1: 61–68.
- NAKICENOVIC, N. & R. SWART (2001): Emissions Scenarios – A Special Report of Working Group III of the

- Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- ORLOWSKY, B., F.W. GERSTENGARBE & P. WERNER (2008): A resampling scheme for 348 regional climate simulations and its performance compared to a dynamical RCM. *Theoretical and Applied Climatology* 92: 209–223.
- PEARCE, J. & S. FERRIER (2000): An evaluation of alternative algorithms for fitting species distribution models using logistic regression. *Ecological Modelling* 128: 127–147.
- PEARSON, R. G., T.P. DAWSON & C. LIU (2004): Modelling species distributions in Britain: a hierarchical integration of climate and land-cover data. *Ecography* 27: 285–298.
- PECBMS (2013): Population Trends of Common European Breeding Birds 2013. CSO, Prague.
- PETERSON, A.T. (2003): Projected climate change effects on rocky mountain and great plains birds: generalities of biodiversity consequences. *Global Change Biology* 9: 647–655.
- POMPE, S., J. HANSBACH, F. BADECK, S. KLOTZ, W. THUILLER & I. KÜHN (2008): Climate and land use change impacts on plant distributions in Germany. *Biology Letters* 4: 564–567.
- POTTS, J.M. & J. ELITH (2006): Comparing species abundance models. *Ecological Modelling* 199: 153–163.
- PRESTON, K.L., J.T. ROTENBERRY, R.A. REDAK & M.F. ALLEN (2008): Habitat shifts of endangered species under altered climate conditions: importance of biotic interactions. *Global Change Biology* 14: 2501–2515.
- PRINCÉ, K., R. LORILLIÈRE, M. BARBET-MASSIN & F. JIGUET (2013): Predicting the fate of French bird communities under agriculture and climate change scenarios. *Environmental Science & Policy* 33: 120–132.
- PROPLANTA (2011): Nachrichten – Agrarwirtschaft vom 08.12.2011: Sachsen-Anhalt mit hohem Anteil von Agrarflächen. http://www.proplanta.de/Agrar-Nachrichten/Agrarwirtschaft/Sachsen-Anhalt-mit-hohem-Anteil-von-Agrarflaechen_article1323347782.html (zuletzt abgerufen am 02.09.2014).
- PULIDO, F. & P. BERTHOLD (2004): Microevolutionary response to climatic change. *Advances in Ecological Research* 35: 151–183.
- REGIONALE PEFC-ARBEITSGRUPPE SACHSEN-ANHALT E.V. (2011): Zertifizierung nachhaltiger Waldbewirtschaftung nach den Kriterien des PEFC. III. Regionaler Waldbericht Sachsen-Anhalt.
- RIAH, K., S. RAO, V. KREY, C. CHO, V. CHIRKOV, G. FISCHER, G. KINDERMANN, N. NAKICENOVIC & P. RAFAJ (2011): RCP 8.5 — A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions. *Climatic Change* 109 (1-2): 33–57.
- RICHTER, M. & U. GENTZEN (2011): Ist der Boden noch zu retten? – Auswirkung des Klimawandels auf Boden-erosionsprozesse am Beispiel Ostdeutschlands. Tagungsbeitrag zur Erosionstagung am 19.02.2011 der Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- RHEINWALD, G. (1993): Atlas der Verbreitung und Häufigkeit der Brutvögel Deutschlands – Kartierung um 1985.
- ROLSHAUSEN, G., K.A. HOBSON & H.M. SCHAEFER (2010): Spring arrival along a migratory divide of sympatric blackcaps (*Sylvia atricapilla*). *Oecologia* 162: 175–183.
- SAUERBREI, R., K. EKSCHMITT, V. WOLTERS & T.K. GOTTSCHALK (2014): Increased energy maize production reduces farmland bird diversity. *Global Change Biology Bioenergy* 6: 265–274.
- SCHRÖDER, B. & B. REINEKING (2004a): Validierung von Habitatmodellen. In: C.F. DORMANN, T. BLASCHKE, A. LAUSCH, B. SCHRÖDER & D. SÖNDGERATH (Hrsg.): *Habitatmodelle – Methodik, Anwendung, Nutzen*. Tagungsband zum Workshop vom 8.–10. Oktober 2003 am UFZ Leipzig.
- SCHRÖDER, B. & B. REINEKING (2004b): Modellierung der Art-Habitat-Beziehung – ein Überblick über die Verfahren der Habitatmodellierung. In: C. F. DORMANN, T. BLASCHKE, A. LAUSCH, B. SCHRÖDER & D. SÖNDGERATH (Hrsg.): *Habitatmodelle Methodik, Anwendung, Nutzen, Workshop vom 8.–10. Oktober 2003 am UFZ Leipzig*: 5–25.
- SETTELE, J., O. KUDRNA, A. HARPKE, I. KÜHN, C. VAN SWAAY, R. VEROVNIK, M. WARREN, M. WIEMERS, J. HANSBACH, T. HICKLER, E. KÜHN, I. VAN HALDER, K. VELING, A. VliegNHART, I. WYNHOFF & O. SCHWEIGER (2008): *Climatic Risk Atlas of European Butterflies*. Pensoft, Sofia, Moscow.
- SÖDERSTRÖM, B. & T. PÄRT (2000): Influence of Landscape Scale on Farmland Birds Breeding in Semi-Natural Pastures. *Conservation Biology* 14: 522–533.
- SOMMER, M. (2012): Moorverbreitung in Deutschland (Auswertungen auf Basis der Geologischen Übersichtskarte 1:200.000, BGR). Institut für Bodenlandschaftsforschung, ZALF, Münchenberg.
- SPEKAT, A., F.-W. GERSTENGARBE, F. KREIENKAMP & P.C. WERNER (2006): Fortschreibung der Klimaszenarien für Nordrhein-Westfalen. Studie im Auftrag der LÖBF NRW (Werkvertrag 2-53700-501035) http://www.lanuv.nrw.de/klima/pdf/NRW_2006.pdf (zuletzt abgerufen am 02.09.2014).
- STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT (2010): Pressemitteilung vom 22.04.2010: <http://www.stala.sachsen-anhalt.de/Internet/Home/Veroeffentlichungen/Pressemitteilungen/2010/04/49.html> (zuletzt abgerufen am 02.09.2014).
- SÜDBECK, P., H.-G. BAUER, M. BOSCHERT, P. BOYE & W. KNIEF (2007): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands – 4. Fassung. *Ber. Vogelschutz* 44: 23–81.
- SUDFELDT, C., R. DRÖSCHMEISTER, T. LANGGEMACH & J. WAHL (2010): *Vögel in Deutschland – 2010*. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.
- SUDFELDT, C., F. BAIRLEIN, R. DRÖSCHMEISTER, C. KÖNIG, T. LANGGEMACH & J. WAHL (2012a): *Vögel in Deutschland – 2012*. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.
- SUDFELDT, C., R. DRÖSCHMEISTER, J. WAHL, K. BERLIN, T.K. GOTTSCHALK, C. GRÜNEBERG, A. MITSCHKE & S. TRAUTMANN (2012b): *Vogelmonitoring in Deutschland*. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 119.
- SYNES, N.W. & P.E. OSBORNE (2011): Choice of predictor variables as a source of uncertainty in continental-scale species distribution modelling under climate change. *Global Ecology and Biogeography* 20: 904–914.
- THIELE, V., A. LUTTMANN, K. LIEBE EDLE VON KREUTZNER, B. DEGEN, A. BERLIN, A. LIPINSKI, J. NIEDERSTRASSER, R. KOCH & J. VON DEM BUSSCHE (2013): Durchführung einer Untersuchung zu den Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt. Teilbericht 1.4.: Wirkungen des Klimawandels auf europäisch geschützte Arten und Lebensräume. In: LAU, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Hrsg.): *Klimafolgenstudie 2012: Naturschutz*. Ber. Landesamt Umweltsch. Sachsen-Anhalt 6/2013.

- THOMAS, C.D. & J.J. LENNON (1999): Birds extend their breeding ranges northwards. *Nature* 399: 213.
- THOMAS, C.D., A. CAMERON, R.E. GREEN, M. BAKKENES, L. BEAUMONT, Y. COLLINGHAM, B.F.N. ERASMUS, M.F. DE SIQUEIRA, A. GRAINGER, L. HANNAH, L. HUGHES, B. HUNTLEY, A.S. VAN JAARSVELD, G.F. MIDGLEY, L. MILES, M.A. ORTEGA-HUERTA, A.T. PETERSON, O.L. PHILLIPS & S.E. WILLIAMS (2004): Extinction Risks from Climate Change. *Nature* 427: 145–148.
- THOMAS, L., S.T. BUCKLAND, E. REXSTAD, J.L. LAAKE, S. STRINDBERG, S.L. HEDLEY, J.R.B. BISHOP & T.A. MARQUES (2010): Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47: 5–14.
- THOMSON, A.M., K.V. CALVIN, S.J. SMITH, G.P. KYLE, A. VOLKE, P. PATEL, S. DELGADO-ARIAS, B. BOND-LAMBERTY, M.A. WISE, L.E. CLARKE & J.A. EDMONDS (2011): RCP 4.5: a pathway for stabilization of radiative forcing by 2100. *Climatic Change* 109 (1-2): 77–94.
- THUILLER, W., M.B. ARAUJO & S. LAVOREL (2004): Do we need land-cover data to model species distributions in Europe? *Journal of Biogeography* 31: 353–361.
- THUILLER, W., B. LAFOURCADE, R. ENGLER & M.B. ARAUJO (2009): BIOMOD – a platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography* 32: 369–373.
- TOTTRUP, A.P., R.H.G. KLAASSEN, M.W. KRISTENSEN, R. STRANDBERG, Y. VARDANIS, A. LINDSTROM, C. RAHBK, T. ALERSTAM & K. THORUP (2012): Drought in Africa Caused Delayed Arrival of European Songbirds *Science* 338: 1307.
- TRAUTMANN, S., I. LAUBE, M. SCHWAGER & K. BÖHNING-GAESE (2013): Sind Vögel vom Klimawandel gefährdet? Modellierung des Einflusses des Klimawandels auf Vögel. In: VOHLAND, K., F. BADECK, K. BÖHNING-GAESE, G. ELLWANGER, J. HANSBACH, P.L. IBISCH, S. KLOTZ, S. KREFT, I. KÜHN, E. SCHRÖDER, S. TRAUTMANN & W. CRAMER (Hrsg.): Schutzgebiete Deutschland im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 129.
- UBA, UMWELTBUNDESAMT (2006): Künftige Klimaänderungen in Deutschland – Regionale Projektionen für das 21. Jahrhundert. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kuenftige-klimaaenderungen-in-deutschland-regionale> (zuletzt abgerufen am 02.09.2014).
- VAN BUSKIRK, J., R.S. MULVIHILL & R.C. LEBERMAN (2009): Variable shifts in spring and autumn migration phenology in North American songbirds associated with climate change. *Global Change Biology* 15: 760–771.
- VAN VUUREN, D.P., J. EDMONDS, M. KAINUMA, K. RIAHI, A. THOMSON, K. HIBBARD, G.C. HURTT, T. KRAM, V. KREY, J.F. LAMARQUE, T. MASUI, M. MEINSHAUSEN, N. NAKICENOVIC, S.J. SMITH & S.K. ROSE (2011): The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change* 109: 5–31.
- VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER BUNDESLÄNDER & BKG (2009): Digitales Geländemodell für Deutschland (DGM-D).
- VISSE, M.E., A.C. PERDECK, J.H. VAN BALEN & C. BOTH (2009): Climate change leads to decreasing bird migration distances. *Global Change Biol.* 15: 1859–1865.
- VON DEM BUSSCHE, J., R. SPAAR, H. SCHMID & B. SCHRÖDER (2008): Modelling the recent and potential future spatial distribution of the Ring Ouzel (*Turdus torquatus*) and Blackbird (*T. merula*) in Switzerland. *Journal of Ornithology* 149: 529–544.
- WINSTANLEY, D., R. SPENCER & K. WILLIAMSON (1974): Where have all the Whitethroats gone? *Bird Study* 21: 1–14.

7. Dank

Wir möchten uns herzlich bei den Fotografinnen und Fotografen bedanken, die zum Gelingen des Berichts beigetragen haben.

Artfotos:

J. Gerlach/focus-on-wildlife.de: Heckenbraunelle
H. Glader: Buntspecht, Feldlerche
E. Greiner/erichgreiner.de: Star
A. Halley/axelhalley.de: Singdrossel, Wintergoldhähnchen
A. Heiland/motivedernatur.de: Misteldrossel
P. Hering/voegel-auf-foehr.de: Baumpieper, Hausrotschwanz, Klappergrasmücke, Rohrammer
T. Hinsche/naturfotografie-hinsche.de: Eichelhäher, Sommergoldhähnchen
R. Kistowski/wunderbare-erde.de: Blaumeise, Feldsperling, Ringeltaube
J. Kramer/fokusnatur.de: Fitis
R. Martin/visual-nature.de: Haussperling
C. Moning/green-lens.de: Gartenbaumläufer
G. Niehaus: Gartengrasmücke

L. Ritzel: Bachstelze, Neuntöter, Mönchsgrasmücke
C. Robiller/naturlichter.de: Tannenmeise
R. Rößner/birdpictures.de: Amsel, Elster, Fasan, Goldammer, Haubenmeise, Heidelerche, Kohlmeise, Rotkehlchen (S. 52), Sumpfmeise, Zaunkönig
M. Schäff/living-nature.eu: Dorngrasmücke, Girlitz, Rotkehlchen (S. 55)
F. Schauf/frankschaufphotography.com: Buchfink
I. Waschkes/pbase.com/ingotkfr: Kleiber, Zilpzalp

Habitatfotos:

Gras-Ober: Heckenbraunelle
F. Leo & T. Pröhl/fokus-natur.de: Elster, Gartengrasmücke, Klappergrasmücke, Mönchsgrasmücke, Ringeltaube
J. Moder: Buchfink
C. Robiller/naturlichter.de: Kohlmeise

Die übrigen Habitatfotos stammen aus dem Archiv des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt.

Adressen der Autoren

Dr. Thomas Gottschalk

Sophia Franke

Ulrike Märkel

Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Schadenweilerhof
D-72108 Rottenburg am Neckar



Telefon: 07472 / 951249

Telefax: 09 7472 / 951-200

E-Mail: gottschalk@hs-rottenburg.de

Sven Trautmann

Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V.
An den Speichern 6
D-48157 Münster



Telefon: 0251 / 2101400

Telefax: 0251 / 21014029

E-Mail: sven.trautmann@dda-web.de

Impressum

ISSN 0941-7281

Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt – Heft 7/2014:

Einfluss von Klima und Landnutzung auf die Verbreitung ausgewählter Brutvogelarten des Landes Sachsen-Anhalt

Herausgeber und Bezug: Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt
PF 200 841
06009 Halle (Saale)
Sitz: Reideburger Str. 47, 06116 Halle (Saale)
Tel.: (0345) 5704-0
E-Mail: poststelle@lau.mlu.sachsen-anhalt.de

Redaktion: Dr. Kai Gedeon
Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt
Staatliche Vogelschutzwarte

Satz und Layout: Norina Blumenkamp
Abraham-Lincoln-Str. 5
55122 Mainz

Druck: Strube Druck & Medien OHG
Stimmerswiesen 3
34587 Felsberg

Titelfotos: Südharz (S. Ellermann)
Feldsperling (M. Schäf)

Kartendarstellung mit Genehmigung des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt.
Geobasisdaten © GeoBasis-DE / LVermGeo LSA / 010312

Gefördert mit Mitteln aus dem Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums. ELER-Projekt: 323011000068 – Analyse des Einflusses klimabedingter Landnutzungsänderungen auf Verbreitung und Häufigkeit gefährdeter und geschützter Vogelarten Sachsens-Anhalts.

Diese Schrift darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern während des Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlkampfveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben politischer Informationen oder Werbemittel. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Schrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte.

September 2014

