

KLIMAFOLGENMONITORING SACHSEN

Arealveränderungen klimasensitiver Arten

Kennnummer: I-N2 **Indikatorart:** Impact (Klimafolgen)
Umweltmedium: Biodiversität / Naturschutz **Stand:** Mai 2012

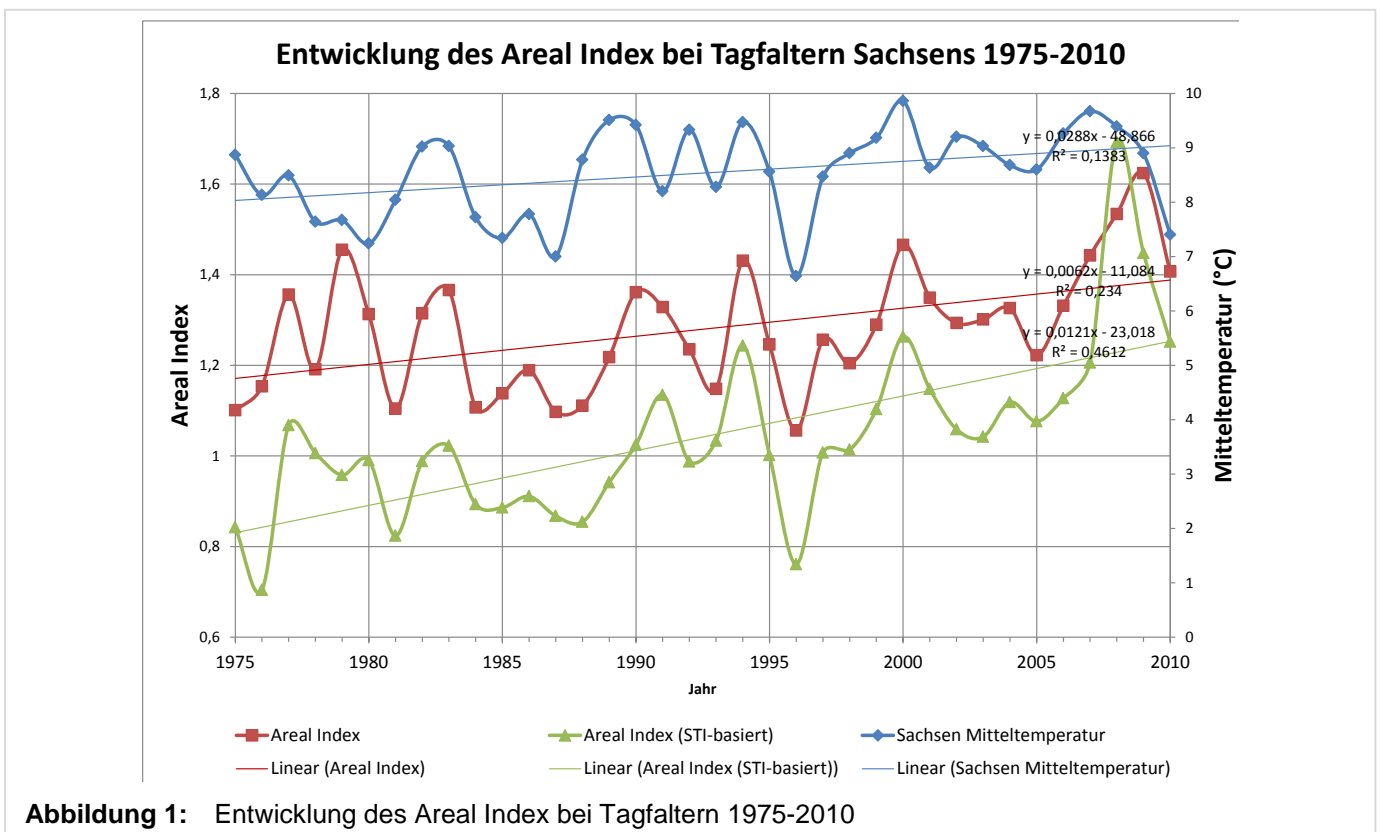
Klimabedingte Verschiebungen von Arealgrenzen lassen sich mit Hilfe des Areal Index (AI) abbilden, der die Änderungen der Grenzen von artenspezifischen Verbreitungsgebieten untersucht. Der Index zeigt deutliche Korrelationen zwischen den Jahresmitteltemperaturen und Ausbreitungsgebieten für den Zeitraum 1975 bis 2010.

1. Definition

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

2. Datenquelle

Für Tagfalter wird die Artdatenbank MultiBaseCS Rolf Reinhardt (ca. 100.000 Datensätze, ausreichende Daten für 1975-2010) verwendet. Grundlage für Analysen der Libellen ist die zentrale Artdatenbank des LfULG (ca. 65.000 Datensätze, ausreichende Daten für 1991-2010).



3. Berechnung

Der Areal Index (AI) ist ein Maß für das Verhältnis der Areale wärmeadaptierter zu kälteadaptierten Arten einer Artengruppe in einer Region. Zur Berechnung werden die Summen der besiedelten Rasterzellen (z. B. Messtischblätter) aller wärmeadaptierten und kälteadaptierten Arten getrennt berechnet und daraus ein Quotient gebildet. Mit wärmeadaptierten Arten sind diejenigen Arten gemeint, die in Sachsen aufgrund ihrer höheren Temperaturansprüche eine Verbreitungsgrenze besitzen, beispielsweise (sub-) mediterrane Faunenelemente, die in Sachsen auf wärmebegünstigte Standorte der Tieflagen beschränkt sind. Demgegenüber handelt es sich bei den kälteadaptierten Arten um boreale oder montane Elemente, die in Sachsen meist nur Gebirgslagen und Moorgebiete besiedeln. Die Auswahl und Zuordnung klimasensitiver Arten erfolgt anhand ihrer europäischen Verbreitungsareale (Methode 1). Hierbei werden nur Arten berücksichtigt, die in Mitteleuropa ihre nördliche oder südliche Verbreitungsgrenze besitzen. Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in Nordeuropa oder in den Gebirgen bilden die Gruppe der „nördlichen“ Arten, diejenigen mit Verbreitungsschwerpunkt in Südeuropa die der „südlichen“ Arten. Nicht klar zuordenbare Arten (beispielsweise solche mit atlantischem oder kontinentalem Verbreitungsschwerpunkt) werden in der Analyse nach Methode 1 nicht berücksichtigt.

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

Der Areal Index stellt eine Neuentwicklung dar und wurde bereits für sächsische Tagfalter und Libellen getestet. Dieser Index kann nur für Artengruppen verwendet werden, in denen es (auf Sachsen bezogen) sowohl wärmeadaptierte als auch kälteadaptierte Arten gibt. Wichtig ist eine möglichst gute räumliche Abdeckung des Landes Sachsen. Der große Vorteil dieses Index ist seine Robustheit gegenüber Schwankungen in der Datenmenge und seine Unabhängigkeit von Abundanzangaben. Dies ermöglicht die Auswertung langer Zeitperioden, zumal Daten bei unzureichender Datenlage auch zu mehrjährigen Zeitintervallen zusammengefasst werden können. Damit ist dieser Indikator

insbesondere für die Auswertung von Datenbanken geeignet (z. B. Zentrale Artdatenbank des LfULG), die u. a. zum Zweck der Erstellung von Verbreitungsatlantiken generiert werden, wogegen Daten aus Monitoring-Programmen nur bei einer guten räumlichen Abdeckung geeignet sind. Wie der CTI ist auch der AI empfindlich gegenüber starken sporadischen Migrationsereignissen, so dass solche Arten u. U. aus der Analyse entfernt werden müssen.

Die Veränderung des AI entlang einer Zeitachse erfolgt mittels linearen Regressionsmodellen. Für die Berechnung lassen sich zwei Methoden anwenden:

Methode 1 – manuelle Selektion:

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

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

Methode 2 – Gewichtung mittels STI:

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

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

4. Klimasensitivität und Bewertung

Veränderungen von Arealgrenzen durch Klimaveränderung sind bei verschiedenen Organismengruppen (z. B. Vögel, Tagfalter, Libellen, Gefäßpflanzen) bereits gut dokumentiert, insbesondere am Nordrand ihrer Verbreitung (z. B. in Großbritannien und Finnland), sowie entlang von Höhengradienten (Grabherr et al. 1994; Parmesan et al. 1999; Thomas and Lennon 1999; Warren et al. 2001; Hill et al. 2002; Konvicka et al. 2003; Brommer 2004; Thomas et al. 2006). Die Auswertung der sächsischen Tagfalterdaten hat zudem eine deutliche Korrelation des AI mit der Jahresmitteltemperatur erwiesen.

Eine Verbindung besteht insbesondere mit dem Indikator I-N1 (Änderung der Artenvielfalt und Zusammensetzung).

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

Erläuterungen zu Abbildung 1:

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

5. Hinweise

Für die korrekte Anwendung des AI ist eine vergleichbare räumliche Abdeckung in der Erfassungsintensität zwischen den verglichenen Zeitperioden entscheidend. Wenn sich beispielsweise das Verhältnis der Erfassungsintensität von Bergland zu Tiefland zwischen zwei Erfassungsperioden ändert, kommt es zu verfälschten AI-Werten. Bei periodischen Erhebungen (z. B. alle 3-6 Jahre wie beim FFH-Monitoring) können die Daten problemlos zu entsprechenden Perioden zusammengefasst werden, um die Streuung der AI-Werte zu verringern. Allerdings reduziert sich dadurch die zeitliche Auflösung bei der Auswertung entsprechend. Für Berechnungsmethode 2 – Gewichtung mittels STI finden sich bezüglich der Anforderungen an die Datensets Hinweise im Kennblatt des Indikators I-N1 (siehe dort). Monitoringdaten sind insbesondere bei geringer räumlicher Abdeckung zur Berechnung des AI weniger geeignet.

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

6. Literatur

- Brommer JE (2004) The range margins of northern birds shift polewards. *Ann Zool Fennici* 41:391-397
- Grabherr G, Gottfried M, Pauli H (1994) Climate Effects on Mountain Plants. *Nature* 369 (6480):448-448
- Hill JK, Thomas CD, Fox R, Telfer MG, Willis SG, Asher J, Huntley B (2002) Responses of butterflies to twentieth century climate warming: implications for future ranges. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 269 (1505):2163-2171
- Konvicka M, Maradova M, Benes J, Fric Z, Kepka P (2003) Uphill shifts in distribution of butterflies in the Czech Republic: effects of changing climate detected on a regional scale. *Glob Ecol Biogeogr* 12 (5):403-410. doi:10.1046/j.1466-822X.2003.00053.x
- Parmesan C, Ryrholm N, Stefanescu C, Hill JK, Thomas CD, Descimon H, Huntley B, Kaila L, Kullberg J, Tammaru T, Tennent WJ, Thomas JA, Warren M (1999) Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature* 399 (6736):579-583
- Thomas CD, Franco AMA, Hill JK (2006) Range retractions and extinction in the face of climate warming. *Trends Ecol Evol* 21 (8):415-416. doi:DOI 10.1016/j.tree.2006.05.012
- Thomas CD, Lennon JJ (1999) Birds extend their ranges northwards. *Nature* 399 (6733):213
- Warren MS, Hill JK, Thomas JA, Asher J, Fox R, Huntley B, Roy DB, Telfer MG, Jeffcoate F, Harding P, Jeffcoate G, Willis FG, Greatorex-Davies JN, Moss D, Thomas CD (2001) Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. *Nature* 414:65-69