

Zum Wert der Erfassung von Sangesbeginns- und Erstbeobachtungs-Daten der Vögel

KLAUS-DIETER FEIGE

Abstract: Many ornithologists watch the birds return home and start singing in a year. A critical analysis of the data obtained shows that it is affected by many factors. Even various statistical methods cannot compensate for these disruptive factors. These are not qualitatively sufficient to prove the impact of climate change on bird life. The methodological errors of the recordings are quantified using models. In the evaluation of mass data, however, there is a chance to at least verify relative changes within an observation year in relation to weather data, geographic coordinates and altitudes.

Keywords: phenology, arrival date, spring migration, climate change, initial observation, methodology, statistics, criticism, sense and nonsense

1. Einführung

Meist schon kurz nach Weihnachten werden viele Ornithologen langsam unruhig. Wenngleich auch noch nicht so richtig zu merken, werden die Tage doch nach und nach endlich wieder länger! Die Vogelkundler wissen, bald kommen die Vögel aus den Winterquartieren zurück oder beginnen mit ihrem Gesang und den Brutaktivitäten. Die Vorfreude auf diesen alljährlichen Reigen ermächtigt sich nun auch der Ornithologen – und das schon seit mindestens 250 Jahren.

Die Biologen stellten nun bei ihren Beobachtungen der erwachenden Aktivitäten der Vögel bei den meisten Arten eine alljährlich annähernd konstante Zeitfolge des Aktivitätsbeginns fest. Auch die Reihenfolge der Ankunft schien von Jahr zu Jahr annähernd gleich. Dies zu überprüfen und zu bestätigen, sammeln viele Ornithologen alljährlich die Daten dieser Erstbeobachtungen und Sangesbeginns-Ereignisse – und manchmal werten sie diese sogar emsig aus (BARRETT 2002, BRUNS 1949, BRUNS & MEINRAD 1968, FISCHER 2002 u. v. a.). In verschiedenen Veröffentlichungen werden Listen der Extremwerte und der mittleren Aktivitätsdaten diverser Vogelarten dargestellt.

Manchmal wurden aus den Serien solcher Werte sogar Vermutungen über die Ursachen von immer früheren Daten oder anzunehmende Witterungsabhängigkeiten vorgenommen (KAISER 1974, KINTZEL 1971). Eine besonders aktuelle Frage ist die nach den Ursachen von möglichen Trends der phänologischen Phänomene. So wird oft versucht mit den Erstbeobachtungs- und Sangesbeginnsdaten den Klimawandel zu beweisen – also aus der Wirkung die Ursache zu belegen. Dabei ist aber oft schon für den Mechanismus der Ursache-Wirkung-Kausalität schwer genug zu erklären (MÄDLÖW 2001, PEINTINGER & SCHUSTER 2005, REICHHOLF 2005, SCHMIDT 2005 u. a.).

Nur wenige Autoren haben aber den Sinn dieses Datensammelns hinterfragt. GNIELKA (1971) kritisierte die geringe Aussagekraft des Sammelns einzelner Erstbeobachtungswerte und schlug ein Verfahren vor, bei dem während einer Jahresperiode für eine Art in einem konstanten Beobachtungsgebiet gleich mehrere aufeinanderfolgende Zählergebnisse erfasst werden sollten. Die Methode wird jedoch maximal von Phänologie-Spezialisten genutzt. Der ehrenamtliche „Normal“-Ornithologe ist damit meist überfordert. Sein Interesse an der Heimkehr oder dem Sangesbeginn einer Art endet in der Regel schon nach der ersten oder spätestens zweiten oder dritten Registrierung der Art und wendet sich dann der nächsten Spezies zu.

GNIELKA (1971) kritisierte in seiner methodenkritischen Arbeit bereits empirisch, dass scheinbare frühere Ankunftsdaten auch auf eine zunehmende Zahl von Beobachtern zurückzu-

führen ist. Nur wenig später unterstellte GNIELKA (1972) zudem, dass „die mittlere Erstankunft und die mittlere Letztbeobachtung von der Beobachtungaktivität, von der Größe des kontrollierten Gebietes und von der Häufigkeit der Art abhängig sind und sich nicht als statistische Kenngrößen eignen.“

Aber ist dies tatsächlich so? Es ist daher notwendig die gängige Methodik der Erhebung von Erstbeobachtungen oder Sangesbeginnsdaten einer vertieften kritischen Prüfung zu unterziehen. Ausgehend von einer qualitativen Faktoren-Analyse soll anhand von Modellbetrachtungen eine Quantifizierung der Wirkung einzelner Beobachtungsfaktoren auf mehr oder weniger langjährige Datenserien erfolgen.

Offenbar trauen etliche Autoren nicht immer den Einzeldaten der Gewährsleute. Um dieser Unsicherheit zu entgegen, wurden in der Auswertung die Daten möglichst mehrerer Ornithologen zusammengefasst. Hierfür wurden dann auch verschieden komplexe, statistische Auswertungsverfahren entwickelt. Eine Interpretation der verschiedenen Indizes unterblieb jedoch meist. So blieb und bleibt viel Spielraum für vermeintlich richtige Interpretationen.

2. Allgemeine Problemstellung und Faktoren

Ein Beobachter (oder eine Gruppe von Beobachtern) kontrolliert in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen ein Beobachtungsgebiet (oder Teile davon) und stellt während dieser Beobachtungsgänge fest, ob eine bestimmte Vogelart eine jahreszeitlich bedingte Verhaltensweise erstmalig anzeigt (Erstbeobachtung).

Bei diesen Verhaltensweisen kann es sich wahlweise um die Rückkehr aus dem Winterquartier, den Sangesbeginn oder ein anderes Balzverhalten handeln. Auch die Erstbeobachtung des Durchzuges oder des Rastens auf dem Frühjahrs- oder Herbstzug ist als Beobachtungsgegenstand denkbar.

Die individuellen Beobachtungsumstände als auch die jeweiligen Umwelt- oder Witterungsbedingungen bei den Exkursionen können variieren. Die Vogelart besitzt in der Regel eine inhomogene Struktur (z. B. durch unterschiedliches Verhalten der Geschlechter, Altersgruppen, Teilpopulationen...).

Die Erstbeobachtungsdaten werden durch den oder die Beobachter oft über mehrere Jahre gesammelt und mit anderen Beobachtern direkt oder über die Literatur ausgetauscht.

Selbst wenn man annimmt, dass die Ankunft der Vögel oder deren Aktivitätsbeginn bei konstanter Population durch bestimmte Modelle dargestellt werden können, hängt die Ermittlung der tatsächlichen Erstbeobachtung immer noch von diversen (Stör-)Faktoren ab. Sie lassen sich dabei hinsichtlich der Verursachung entweder den Vögeln selbst oder den Beobachtern zuordnen. Eine weitere Gruppe von Faktoren wirkt mittelbar entweder auf die Beobachter oder die Vögel ein und soll deshalb zur Gruppe der Umweltfaktoren zusammengefasst werden.

2.1 Beobachter-Faktoren

Unter **Beobachter-Faktoren** verstehe ich alle Faktoren, die durch die Lebensumstände, die geistige und körperliche Konstitution des Beobachters als auch die Zusammenarbeit mit anderen Beobachtern verursacht werden.

Logischerweise ist das Merkmal **Beobachtungsaktivität** von herausragender Bedeutung. Wer erst am Ende der Ankunftsperiode auf Exkursion geht, wird sicher die spätesten Erstbeobachtungen haben. Aber auch der Abstand der Tage zwischen den jeweiligen Beobachtungsgängen (Beobachtungsfrequenz) wirkt sich plausibler Weise auf das zu erwartende Ergebnis aus.

Die **Beobachtungsfrequenz** verändert sich so vielfach mit den Lebensumständen. Viele Beobachter können berufsbedingt nur an den Wochenenden aktiv sein. Dies hat zu dem kuriosen Ergebnis geführt, dass laut Statistiken die meisten Vögel scheinbar an Wochenenden aus ihren

Winterquartieren zurückkehren. Aber auch eine schlechte Witterung oder berufliche bzw. familiäre Belastungen wirken sich auf die menschliche Bereitschaft aus, die Beobachtungsgänge durchzuführen – oder auch nicht. So kann der eigene Chef oder der Lebenspartner durchaus einen gewissen Einfluss auf die Ergebnisse der Erstbeobachtung haben.

Die Beobachtungsaktivität kann sich auch durch Veränderungen im Lebenslauf plötzlich erheblich verändern. Krankheit oder das Erreichen des Rentenalters können die Beobachtungsfrequenz dauerhaft und erheblich beeinflussen.

Während die Beobachtungsfrequenz de facto die einzelnen Tage eines Jahres in solche ohne und solche mit einer realen Beobachtungschance unterteilt, kann das **Wahrnehmungsvermögen** an den Beobachtungstagen selbst auch erheblich schwanken. Hierbei ist erneut nach tagesabhängigen und bleibenden Veränderungen zu unterscheiden.

Zu diesen Einflussfaktoren gehört dann auch die jeweilige **Beobachtungsmethodik**. Sie setzt sich aus der variierenden Wegstrecke, der veränderten Beobachtungsdauer und Tageszeiten im Beobachtungsgebiet, den technischen Hilfsmitteln zur Beobachtung als auch beobachterbedingten Störungen bei diesen Beobachtungen zusammen. Wer z. B. aus dem fahrenden Auto heraus sein Gebiet kontrolliert, wird wegen des Motorengeräuschs einzelne Arten mit geringerer Wahrscheinlichkeit registrieren, denn zu Fuß.

Schon mit einem Feldstecher vergrößert sich der Umkreis der Bestimmbarkeit vieler Arten erheblich. Zu den technischen Hilfsmitteln könnte auch der Einsatz von Klangattrappen gezählt werden. Streng genommen sind selbst Zufallsbeobachtungen neben den systematischen Beobachtungsgängen auswertungsmethodisch kritisch zu sehen.

Natürlich ist der Beobachter im Gelände selbst ein **Störfaktor** bei der Beobachtung. Sein Verhalten im Gelände hat durch die Wirkung auf das Beobachtungsobjekt in der Regel einen Einfluss auf die Beobachtungswahrscheinlichkeit (z. B. durch Verstummen oder unauffällige Flucht der Vögel). Bei mehreren gemeinsam agierenden Beobachtern verstärkt sich die methodisch bedingte Störwirkung und wird oft auch nicht durch die höhere kollektive Aufmerksamkeit kompensiert. Im Laufe eines Beobachter-Lebens kann sich jedoch erfreulicherweise, aufgrund von hinzugekommenen Erfahrungen, der Grad der Störungen verringern.

Verändert sich z. B. im Laufe des Lebens die Tageszeit, an der man seine Exkursionen beginnt, in Richtung „später Vormittag“ (was menschlich durchaus verständlich ist), so entgehen einem bestimmt die frühaktiven Arten, die man vor Jahren noch wahrgenommen hat. Kürzere Exkursionsdauer führt analog zu einer verringerten Beobachtungswahrscheinlichkeit der jeweiligen Art.

Ein weitgehend durch biologische Alterungsprozesse bedingter Faktor ist die sinnliche **Wahrnehmungsfähigkeit** des Beobachters. Hier muss der schrittweise, altersbedingte Verlust des Seh- und auch des Hörvermögens angesiedelt werden.

Was aber ist der Rückgang der Sinnesleistungen im Verhältnis zu fehlenden Arten-Kenntnissen. Bestimmungsfehler können einerseits dazu führen, dass eine Art übersehen wird. Analog besteht ein methodischer Fehler darin, dass eine Art als erstbeobachtet bezeichnet wird, die noch gar nicht anwesend ist. Man denke an spottende Arten, die die Anwesenheit anderer Spezies simulieren (Star und Pirol). Und ich mag gar nicht über absichtliche „Falschangaben“ aufgrund eines besonderen Ehrgeizes nachdenken.

Im weitesten Sinne ist auch der **Wohnort** ein beobachtungsmethodischer Faktor. Die oft günstigen kleinklimatischen Bedingungen und das größere Nahrungsangebot der Städte lassen die hier lebenden Arten oft früher aktiv werden als im freien Gelände. Wer also z. B. vorrangig im städtischen Milieu Sangesbeginnsdaten sammelt, wird zu ganz anderen Ergebnissen als sein Kollege auf dem Dorf. So kann ein Umzug durchaus die Statistik des Beobachters erheblich beeinflussen.

Ein bisher vernachlässigter methodischer Faktor findet sich auch in der **Weitergabe der Daten** bei der Zusammenarbeit mit anderen Beobachtern. Schreib- bzw. Übermittlungsfehler im plausiblen Bereich bleiben in der Regel unerkannt – sind aber wohl eher selten.

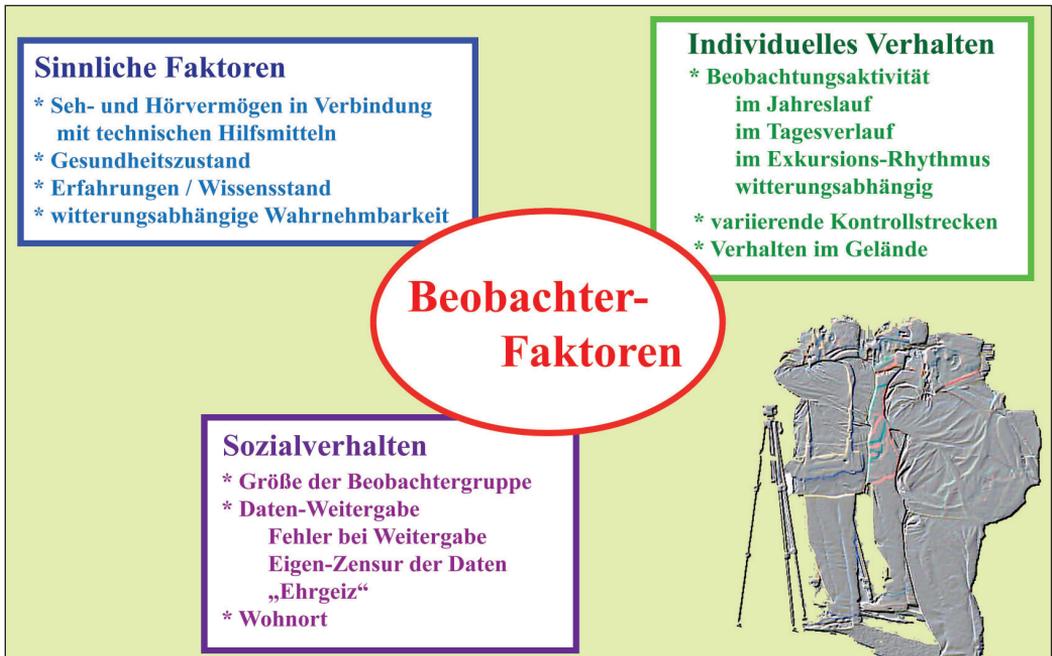


Abb. 1 Beobachter-Faktoren.

Kritischer ist jedoch die aktive Streichung von Daten durch den Beobachter zu bewerten. Wer seine Erstbeobachtungen ausmustert und für ungeeignet hält, weil andere Beobachter die Art schon viel früher gesehen oder gehört haben, stützt die tatsächliche Verteilung der Erstbeobachtungsdaten und verfälscht den Mittelwert der Daten auf „früher“. Diese **Zensur** der eigenen Daten kann auch beim Vergleich mit dem langjährigen Mittelwert des beobachteten Aktivitätsbeginns der Art erfolgen. Der Beobachter glaubt an seine eigene Fehlbarkeit und verschweigt seine anscheinend zu späte (oder zu frühe?) Beobachtungswerte.

All das ist biologisch bedingt oder liegt in der Psyche der Beobachter. Letztendlich bedeutet dies aber, dass der subjektive Beobachter ein erheblicher Schwachpunkt für ein objektiven Datenerhebung und -bewertung ist.

2.2 Avifauna-Faktoren

Natürlich bleiben auch bei den Vögeln selbst die Chancen ihrer Wahrnehmbarkeit nicht konstant. Das hat mehrere Ursachen.

Von Jahr zu Jahr kann so die **Gesamtgröße der Population** variieren und auch der **Verlauf** der Rückkehr oder des **Aktivitätsbeginns** in verschiedenen Parametern schwanken. Insbesondere die Größe einer lokalen Teilpopulation einer Art in einem Kontrollgebiet macht mit den Veränderungen des Lebensraumes eine Entwicklung mit.

Erheblicher noch können die Veränderungen des Ankunfts- oder Erstaktivitätsverlaufs durch **externe Störungen** sein. Hier wirken sich besonders die verschiedenen Witterungsfaktoren nicht nur auf den Beobachter aus. Kälteperioden, längere Regenphasen oder niedrige Temperaturen



Abb. 2 Avifaunistische Faktoren.

können zur Abschwächung oder Stagnation der Erstaktivitätsentwicklung führen bzw. bei Zugkehr sogar in zeitweilige Bestandsverkleinerung umschlagen.

Nicht unerheblich ist hierbei auch die Vermischung der Heimkehr oder des Aktivitätsbeginns der heimischen und der nur durchziehenden Teilpopulationen der Art. So können Durchzügler bereits weit vor den ortsansässigen Vögeln im Gebiet auftauchen. Vielfach liegt so der im Kontrollgebiet anzutreffende Bestand zeitweilig sogar weit über den eigentlichen Brutvorkommen (Kranich, Kiebitz, Wacholderdrossel...).

Bei den modellhaften Überlegungen sind wir von der Heimkehr in ein überschaubares, aber zunächst leeres Untersuchungsgebiet ausgegangen. In den Überlegungen waren Durchzügler eigentlich nicht vorgesehen. Diese haben in der Regel jedoch andere Beobachtungswahrscheinlichkeiten $p_j(t)$ den die Brutvögel und können so auch die jeweils anwesenden Individuenzahlen $N_j(t)$ weit über die Brutpopulation hinaus übersteigern. Die anwesenden Kiebitze im Frühjahr sind von den wenigen verbleibenden Brutpaaren in der Regel nicht zu unterscheiden. So wird noch unklarer, was wir hier messen oder dann berechnen.

Durch **Witterungsfaktoren** als auch durch **Prädatoren** können des Weiteren auch Bestandsverluste durch den Tod von Individuen auftreten oder im ungünstigsten Fall sogar zum Verschwinden der Art im Kontrollgebiet führen.

Alle bisher benannten Faktoren bezogen sich auf die zu einem bestimmten Zeitpunkt im Beobachtungsgebiet verfügbaren (und lebenden) Individuen der Art. Das sagt aber noch nichts über die **Variabilität der Wahrnehmbarkeit** dieser Tiere selbst aus.

Der erfahrene Ornithologe weiß, dass sich bei bestimmten Arten in manchen Jahren schon Individuen im Beobachtungsgebiet befinden, die noch nicht zu singen begonnen haben. Mit Einsetzen

der Sangesaktivität werden dann urplötzlich aus den fast zufällig beobachteten Einzelvögeln viele singende Männchen. Und es bleibt der Verdacht, dass diese auch schon vor dem Sangesbeginn im Gebiet weilten.

Für die unterschiedlichen Wahrnehmbarkeitsstufen zählen sowohl geschlechtsspezifische Merkmale (oft sind weibliche Individuen unauffälliger gezeichnet und so auch schlechter zu beobachten) als auch durch Verhaltensänderungen bedingte Erscheinungsbilder der Art. Dabei ist wohl das Singen oder Balzen der Vögel die gravierendste Verhaltensänderung im Frühjahr. Manche Arten wechseln mit Aktivitätsbeginn auch den Aufenthaltsraum. So werden z. B. nach der Ankunft im Kontrollgebiet wegen des besseren Nahrungsangebots zunächst andere Habitate aufgesucht als einige Zeit später für die Brut. Rauch- aber auch Mehlschwalben trifft man z. B. oft zunächst über den Gewässern und dann erst in den Siedlungsbereichen. Dies führt selbst bei konstantem Beobachtungsverhalten unausweichlich zu unterschiedlichen **Beobachtungswahrscheinlichkeiten**.

Selbst bei insgesamt von Jahr zu Jahr konstanten Teilpopulationsgrößen kann die Verteilung der Aufenthaltsplätze oder -zentren innerhalb des Kontrollgebiets schwanken. In Wechselwirkung mit der nicht gleichwertigen Kontrolle aller Punkte des Beobachtungsgebietes hat dies bei konstanten Aktivitätsformen de facto eine unterschiedliche Beobachtungswahrscheinlichkeit jedes Einzeltieres zur Folge.

2.3 Umwelt-Faktoren

Bei der Betrachtung der Beobachter- als auch der Populations-Faktoren konnten als Ursache für die Variabilität der Beobachtungswahrscheinlichkeit verschiedentlich Umweltfaktoren benannt werden. Diese hängen ihrerseits von anderen Faktoren ab oder haben mit diesen Wechselwirkungen.

Alterungsprozesse von Gehölzen bzw. ganzer Habitatstrukturen führen gerade in der Jugendphase zu erheblichen Bestandsveränderungen. Die Population verändert sich oft mit den Phasen



Abb. 3 Umwelt-Faktoren.

der Habitatveränderung und besitzt dann im Untersuchungsgebiet Wachstum, Stagnation und Absterben der Teilpopulation im Beobachtungsraum. In Mitteleuropa gehen nur noch wenige Biotope in einen stabilen Zustand über.

Witterungsverlauf oder das Kleinklima im Beobachtungsgebiet haben einen direkten Einfluss auf das **Nahrungsangebot** für die Art. Die Wahrnehmbarkeit wird aber mittelbar auch durch die Witterungsverläufe hinsichtlich des Grades der Belaubung der Bäume oder der Vegetationshöhe verändert.

Hier setzt auch die **Klimawandel**-These an. Dabei wird die langfristige Verlagerung des „klassischen“ Witterungsverlaufs im Frühjahr als Ursache für eine Verlagerung der Erst- und Sangesbeginnsdaten angenommen.

Habitat-Verluste (Rodungen, Feuer, Überschwemmungen) während der Aktivitätsentwicklung oder Heimkehr wirken sich entweder auf die Populationsgröße oder auf das Verhalten der Individuen aus. Das gilt für Störungen generell.

Sie können selbst noch so vorsichtig als Beobachter agieren, jeder Jogger oder eine streunende Katze können als Störungen ihre Beobachtungschancen gegen Null führen.

Diese Störfaktoren können auch andere Arten (**Prädatoren, Konkurrenten**) oder Individuen der eigenen Art sein. Bei manchen Arten wechselt bei Anwesenheit eines Konkurrenten oder potenziellen Brutpartners das Verhalten der revierbesitzenden Individuen (z. B. beim Pirol). „Liebe“ macht hier manchmal blind und stumm.

In einem bestimmten Umfang wirkt sich die Änderung der **Kontrollgebietsgröße** als auch der Wechsel der **Kontrollwege** auf die Beobachtungswahrscheinlichkeiten aus, egal ob innerhalb einer Saison oder über verschiedene Jahre verteilt.

Drüber hinaus wirken Umwelt-Faktoren nicht nur lokal auf das kontrollierte Phänomen. So können Ereignisse auf dem **Zugweg** oder im **Winterquartier** einerseits den Ankunftsverlauf aber auch die Populationsparameter verändern.

2.4 Wechselwirkungen und Kausalitäten

Und als wenn die Wirkung der einzelnen Faktoren noch nicht reicht, so treten auch noch Wechselwirkungen zwischen den Faktoren auf. Dass das Klima tendenziell einen Einfluss auf den Witter-

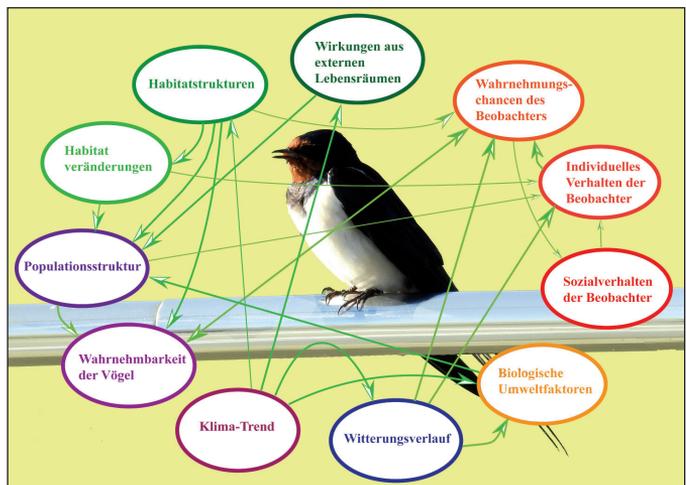


Abb. 4 Wechselwirkungen und Einflüsse der Faktoren.

rungsverlauf hat, ist inzwischen ja allgemein akzeptiert. Und das Wetter hat dann wiederum einen Einfluss auf unser Verhalten als Beobachter und auch auf die Faktoren „Wahrnehmbarkeit der Vögel“ und die „Wahrnehmungschancen als Beobachter“.

Oft wissen wir um die Wechselwirkung ohne ihren Mechanismus schon zu kennen (z. B. biologische Faktoren auf die Populationsstruktur). Das so einfache Problem der Jahres-Erstbeobachtungen und Sangesbeginns-Erfassungen wird durch ein Netz von Wirkstrukturen überdeckt. Darin kann man sich schon ganz ordentlich verfangen (Abb. 4).

Und dann: Jede Art ist anders. Aufgrund des Geflechts verschiedener Faktoren können so Arten scheinbar vor einer anderen Art erscheinen, obwohl diese unbemerkt früher im Gebiet erscheint.

Alles in allem unterliegt die Methodik der Ermittlung von Erst- und Sangesbeginnsdaten einem umfangreichen Konvolut von Einflussfaktoren. Das Ergebnis wirkt so wie ein weicher Datenbrei, der im ersten Moment schwerlich formbar scheint und es auch ist.

3. Mathematische Modellierung

Wenn man all diese Unwägbarkeiten hinterfragt, stellt sich schon die Frage, was man da mit einer Erstbeobachtung wirklich festgestellt hat. Angesichts einer derartigen Mannigfaltigkeit an objektiven und subjektiven Faktoren, die die Beobachtungsergebnisse beeinflussen könne, bleibt es fraglich, ob es überhaupt Sinn macht, diese Daten als Grundlage für eine wissenschaftliche Auswertung zu erheben. Vielleicht verbleiben ja zur Not noch ein paar Arten, die für diese Datenerfassung geeignet sind, weil die signifikanten Faktoren weniger stark wirksam sind? Man könnte an den Weißstorch oder den Hausrotschwanz denken. Nur um welches Maß eignen sich diese Arten mehr als andere?

In neueren Zeiten macht der Begriff „**Schwarmintelligenz**“ von sich reden. Diese „Macht der Masse an Daten zur Lösung von Problemen“ soll so die Fehler des einzelnen Beobachters aufheben oder zumindest verringern.

Nur aber was, wenn der ganze Schwarm die gleichen Unschärfen erzeugt oder von den gleichen Faktoren verwirrt wird. STRESEMANN (1948) glaubte, dass dieser Fehler bei allen Arten annähernd gleich ist und 3-4 Tage Verspätung beträgt. Eine solche mittlere Fehlerhomogenität wäre wünschenswert.

Das sind nun aber wiederum lediglich Thesen. Mathematische Simulationen und eine beispielhafte Analyse von gesammelten phänomenologischen Daten aus Mecklenburg-Vorpommern sollen diese Behauptungen qualifizieren und nach möglichen Abhilfen suchen - wenn es sie denn gibt.

Das Ganze setzt aber zunächst eine dem Ornithologen meist unangenehme mathematisch-statistische Betrachtung der Auswertungsalgorithmen (Modellierung) voraus.

3.1 Auswertungsverfahren

Der Informationsgehalt von mehreren parallel erhobenen Erstbeobachtungs- oder Sangesbeginnsdaten ist sicher höher als jede Einzelbeobachtung. Wie fasst man diese jedoch nun zusammen?

Aus den Beobachtungsdaten mehrerer Einzelbeobachter werden meist jährlich für die einzelnen Beobachtungsgebiete oder auch für definierte Regionen **Mittelwerte** und seltener **einfache Streuungsmaße** berechnet sowie das **früheste Datum** aller gemeldeten Erstbeobachtungen bestimmt. Eine Region umfasst dabei immer mehrere, meist nur benachbarte Gebiete.

Zusätzlich werden die lokalen oder regionalen Mittelwerte und auch die Extremdaten mehrerer Beobachtungsjahre zusammengefasst. Die Mittelwerte für einzelne Beobachtungsgebiete wurden von verschiedenen Autoren vergleichend in Beziehung zur geographischen Lage der Gebiete (Koordinaten, Höhenlage), dem jeweiligen lokalen oder regionalen jährlichen Witterungsverlauf oder selbst in Relation zu Klimatrends gesetzt. Dabei bleibt aber weitgehend unberücksichtigt,

dass die korrelierten Parameter selbst von sehr unterschiedlicher Messungs- und Aussagegenauigkeit sind.

Wem die Biomathematik sowieso ein „Buch mit 7 Siegeln“ ist, der kann nun den Rest von Kapitel 3 überspringen. Er oder Sie müssen dann aber den Konsequenzen aus den vorgenommenen Modellierungen vertrauen. Aber auch hier gilt: Vertrauen ist gut, doch Kontrolle soll besser sein.

3.2 Auswertungsparameter

Mathematik macht zunächst eine Formalisierung der betrachteten Merkmale erforderlich:

$t_E(\mathbf{b}, \mathbf{j})$ sei das Datum der Erstbeobachtung einer Art des Beobachters b ($b = 1, \dots, n_j$) im j -ten Beobachtungsjahr ($j = 1, \dots, m$). Dann berechnen sich die gebräuchlichsten Auswertungsparameter – natürlich für jede Art getrennt – wie folgt:

Früheste Jahres-Erstbeobachtung (JEB)

- a) Jahres-Erstbeobachtung im Jahr j einer Gruppe von n Beobachtern im selben Beobachtungsgebiet

$$t'_E(j) = \text{Min}(t_E(b, j)) \text{ für alle } b = 1 \dots n_j \quad (3.1)$$

- b) früheste Erstbeobachtung des Beobachters b in allen m Beobachtungsjahren im selben Beobachtungsgebiet

$$t'_E(b) = \text{Min}(t_E(b, j)) \text{ für alle } j = 1 \dots m \quad (3.2)$$

- c) langjährige früheste Erstbeobachtung aller Beobachter in allen m Beobachtungsjahren im selben Beobachtungsgebiet

$$t'_E = \text{Min}(t_E(b, j)) \text{ für } b = 1 \dots n_j \text{ und } j = 1 \dots m \quad (3.3)$$

Arithmetischer Mittelwert (AM) der frühesten Erstbeobachtungen (EB)

- a) Jahresmittelwert im Jahr j der EB einer Gruppe von n Beobachtern im selben Beobachtungsgebiet

$$\bar{t}_E(j) = \frac{1}{n_j} \sum_{b=1}^{n_j} t_E(b, j) \quad (3.4)$$

- b) Beobachtermittelwert des Beobachters b in allen m Beobachtungsjahren im selben Beobachtungsgebiet

$$\bar{t}_E(b) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m t_E(b, j) \quad (3.5)$$

- c) langjähriger Mittelwert aller Beobachter in allen m Beobachtungsjahren im selben Beobachtungsgebiet

$$\bar{t}_E = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{b=1}^{n_j} t_E(b, j)}{\sum_{j=1}^m n_j} \quad (3.6)$$

Das ist ja alles noch recht einfach darzustellen. Weitere Indizes der zumindest gelegentlich verwendeten Datenkomprimierung sowie Streuungsmaße sind im Anhang aufgeführt [Formeln (3.7) bis (3.18)].

Es gibt natürlich die theoretische Möglichkeit weitere Koeffizienten zu berechnen. So können die Streumaße auch auf die geometrischen Mittel bezogen werden usw. usw. Diese Maße sind jedoch, meines Wissens, in der Praxis noch nicht genutzt worden – sie wären zudem noch weniger gut interpretierbar denn die arithmetisch-mittelwertbezogenen Maße.

Im Normalfall werden die **JEB**, die **AM** (siehe obige Formeln) sowie seltener die **SW** und **ST** (siehe Anhang) berechnet – und das wiederum nur für ein Beobachtungsjahr, noch seltener auch für mehrere aufeinanderfolgende Jahre. Die Anzahl der verfügbaren Beobachter in einem Beobachtungsgebiet entscheidet dann darüber, ob die Formelvarianten b) oder c) verwendet werden.

Vergleichsweise selten wird als Index auch der **Median** verwendet (WEISSGERBER & HÖSER 2015 u.a.). Der Median oder Zentralwert ist der Wert, der genau in der Mitte einer sortierten Datenreihe liegt. Eine Hälfte aller Einzeldaten ist immer kleiner, die andere größer als der Median. Bei einer geraden Anzahl von Individualdaten ist der Median die Hälfte der Summe der beiden in der Mitte liegenden Werte.

Trotz der mathematisch genauen Definition möglicher Kenndaten für ein Naturphänomen bleibt dennoch weitgehend unklar, was uns die Werte eigentlich sagen sollen und welche Parameter uns bei der Bewertung des Sangesbeginn- oder Ankunftsverlaufs brauchbare Aussagen liefern. Beispielsberechnungen für zwei Arten finden sich im Anhang (Abb. 17).

3.3 Modellierung der Beobachtungsermittlung

Auch die Wahrscheinlichkeiten der Beobachtungsermittlungen durch uns Menschen im natürlichen Umfeld lassen sich durch Formeln beschreiben. Dabei soll zunächst unberücksichtigt bleiben, dass diese Modelle eine Reihe von unbekanntem Parametern enthalten. Wie lässt sich nun das, was da in jedem Frühjahr, passiert in mathematische Modelle übersetzen?

Wir definieren:

Im Beobachtungsjahr j befinden sich zum Zeitpunkt t (hier also ein Datum) genau $N_j(t)$ Individuen mit einer bestimmten Verhaltensweise oder individuellen Merkmalen des späteren Gesamt- oder Maximalbestandes N_j der Art im Beobachtungsgebiet. Dabei ist es egal, ob es sich dabei nur um hier brütende oder übersommernde Individuen handelt oder sogar Durchzügler dabei sind.

Im theoretischen Idealfall einer ungestörten Heimkehr ohne zusätzliche Durchzügler oder Umkehrzug oder des Sangesbeginns der lokalen Population wächst die Anzahl $N_j(t)$ der Individuen im Beobachtungsgebiet zwischen den Zeitpunkten t_a (Beginn der Rückkehr oder des Sangesbeginns) und t_e (Ende der Heimkehr oder Höhepunkt der Sangesaktivität) kontinuierlich an. Logischerweise gilt

$$N_j(t_a - e) = 0 \text{ und } N_j(t_a) \geq 1 \text{ mit } e > 0$$

und $N_j(t_e) = N_j$

Erfolgt die EB bereits am ersten Tag des phänomenalen Beginns dann ist $t_e(\mathbf{b}, j) = t_a$. Das ist aber wohl nur selten der Fall.

Der aktuelle Bestand $N_j(t)$ lässt sich modellhaft durch eine Bestandsentwicklungs-Funktion $F_j(t)$ mit $e > 0$ wie folgt darstellen:

$$N_j(t) = N_j \cdot F_j(t) \quad \text{mit } F_j(t_a - e) = 0 \text{ und } F_j(t_{e+}) = 1 \quad (3.19)$$

Gilt $F_j(\mu_j) = 0.5$, dann ist μ_j der Zeitpunkt, an dem genau die Hälfte der Population im Beobachtungsjahr j ins Beobachtungsgebiet zurückgekehrt ist. Wir nehmen zudem zunächst an, dass $dF_j(t)/dt = F_j'(t) > 0$ gilt, d.h. dass der heimgekehrte (oder aktive) Bestand ständig wächst. Eine derartige Bedingung erfüllen viele Bestandsentwicklungs-Funktionen. In der Regel wird der Ankunftsverlauf jedoch einer sigmoidförmigen Kurve folgen.

Zur Veranschaulichung sei $F_j(t)$ zunächst z. B. durch

$$F_j(t) = \left(\frac{3t^2}{te^2} - \frac{2t^3}{te^3} \right)^k \quad \text{für } t_a \leq t \leq t_e \quad (3.20)$$

oder

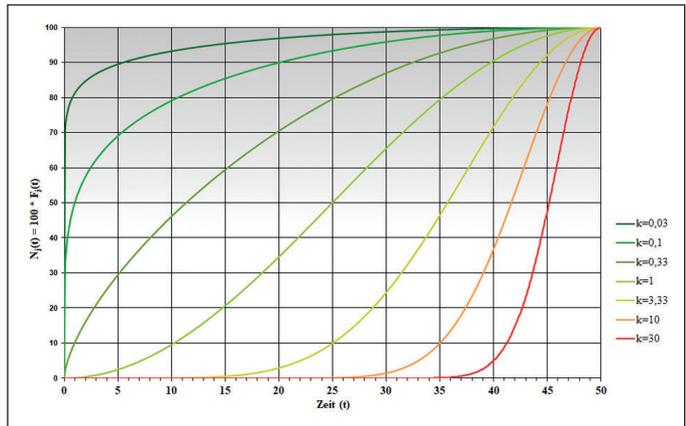
$$F_j(t) = \left(0,5 + 0,5 \cdot \sin \left(\frac{\pi t}{te} - \frac{\pi}{2} \right) \right)^k \quad \text{für } t_a \leq t \leq t_e \quad (3.21)$$

beschrieben.

Für $t < t_a$ ist bei beiden Funktionen $F(t)=0$ und für $t > t_e$ dann $F(t)=1$ anzunehmen. Der Parameter k ist ein Exponent, der die **Steilheit** der Funktion zum Beginn der Heimkehr widerspiegelt. Er wird in der Praxis art- und jahrspezifisch zwischen 0,1 und 10 liegen.

Während der Modellsimulationen hat es sich gezeigt, dass die Funktionen 3.20 und 3.21 nahezu identische Ergebnisse der Analysen hervorbringen, so dass in der Folge bei der Durchführung der Simulationen nur noch auf das numerisch schneller berechenbare Modell 3.20 zurückgegriffen wird (siehe Abb. 5).

Abb. 5 Steilheit des Ankunftsverlaufs $F_j(t)$ – kleine k -Werte entsprechen einem kurzzeitig starken Ankunftsverlauf, der dann auf hohem Niveau langsam ausläuft, große k -Werte entsprechen einem langsamen Ankunftsbeginn und erst spät eine rapide Zunahme der Individuen).



Ein Extremfall liegt vor, wenn alle Vögel zum gleichen Zeitpunkt im Beobachtungsgebiet eintreffen ($t_a = t_e$). Dieser Sonderfall tritt sicher ein, wenn $N_j = 1$ ist (also nur ein Individuum im Gebiet die definierte Eigenschaft zeigt), aber auch dann, wenn eine ganze Population gemeinsam im Kontrollgebiet eintrifft oder aktiv wird:

$$F_j(t) = 0 \quad \text{für } t < t_a = t_e \quad (3.22a)$$

$$F_j(t) = 1 \quad \text{für } t \geq t_a = t_e \quad (3.22b)$$

3.4 Grundsituation im Rahmen der Simulation

Wir setzen zunächst idealisiert voraus: Ein Einzelbeobachter prüft regelmäßig in einem festen Beobachtungsgebiet unter jeweils konstanten individuellen als auch insgesamt unveränderten

Beobachtungsumständen ob bereits mindestens ein Exemplar einer bestimmten (homogenen) Art angekommen ist bzw. eine bestimmte Verhaltensweise anzeigt. Das Datum dieser Erstbeobachtung wird jährlich festgehalten. Die Rückkehr der im Beobachtungsgebiet ansässigen Individuen der Art verläuft ohne Überlagerungen durch brutpopulationsfremde Individuen und nimmt einen stetig wachsenden Verlauf. Ein wünschenswerter Idealfall, der jedoch das Verständnis der Simulations-Untersuchungen erleichtert.

3.4.1 Wahrscheinlichkeitsmodell

p_j ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Beobachter während einer beliebigen Kontrolle im Jahr j ein beliebiges, anwesendes Exemplar der Art beobachtet.

$q_j = 1 - p_j$ ist dann die Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmtes Exemplar nicht beobachtet wird. Sind $N_j(t)$ Individuen im Beobachtungsgebiet und wird eine Unabhängigkeit der Beobachtungen einzelner Individuen vorausgesetzt, ist $p_j(t)$ die Wahrscheinlichkeit, dass im Jahr j zum Zeitpunkt t mindestens ein Exemplar beobachtet werden kann:

$$p_j(t) = 1 - (q_j)^{N_j(t)} = 1 - (q_j)^{N_j \cdot F_j(t)} \quad (3.23)$$

Die Abbildungen 6 und 7 zeigen den grafischen Verlauf der $p_j(t)$ als Funktion der Zeit t für Bestandsentwicklungs-Funktionen $F_1(t)$ für $k=1$ und verschiedene p_j und N_j . Dabei fällt die **Stufenförmigkeit** der Wahrscheinlichkeitsfunktionen auf. Diese kommt dadurch zustande, dass die Anzahl der jeweils im Beobachtungsgebiet befindlichen Vögel stets ganzzahlig sein muss. Zwischenwerte, z. B. 3,5 Vögel, haben in der Realität keinen biologischen Sinn. Was soll es auch bedeuten, dass zudem ein halber Vogel heimgekehrt ist.

Die merkliche Zunahme der Beobachtungswahrscheinlichkeiten erster Vögel im Jahr bei gleichem Ankunftsverlauf und gleicher Erfassungsmethodik zeigt die signifikante Bedeutung der Wahrnehmungsmöglichkeit des beobachteten Phänomens. Übertragen bedeutet dies, dass bei gleichem Ankunftsverlauf besser wahrnehmbare Teilpopulationen oder Arten scheinbar früher ankommen als die unscheinbaren.

Entsprechend Formel 3.23 ist $q_j(t)$ mit

$$q_j(t) = q_j^{N_j(t)} \quad (3.24)$$

die Wahrscheinlichkeit definiert, dass zum Zeitpunkt t im Jahr j kein Exemplar registriert wird, obwohl $N_j(t)$ Individuen im Beobachtungsgebiet anwesend sind.

3.4.2 Beobachterabhängiges Modell

Nehmen wir zunächst an, dass der Brutbestand in allen Jahren gleich groß ist, also $N_j = N_c = \text{constant}$ für alle j gilt. Daneben seien ebenso alle $\mu_i = \mu_c = \text{constant}$ (Zeitpunkte an denen 50 % der Population zurückgekehrt oder aktiv ist). Eine Erstbeobachtung zum Zeitpunkt t_E bedeutet logischerweise, dass an allen Beobachtungstagen $t < t_E$ im j -ten Jahr noch kein Exemplar der Art mit der bestimmten Verhaltensweise beobachtet wurde.

$r_j(t_E)$ bezeichnet nun die Wahrscheinlichkeit, dass die Erstbeobachtung im Beobachtungsjahr j auf das Datum t_E fällt. Es folgt dann

$$r_j(t_E) = \left[\prod_{x=t_a}^{t_E-1} q_j(x) \right] \cdot p_j(t) \quad (3.26)$$

Abb. 6 Wahrscheinlichkeit $p_j(t)$ der Beobachtung mindestens eines Individuums für einen Ankunftsverlaufs $F_j(t)$ mit $k=1$ für $p_j = 0,1$.

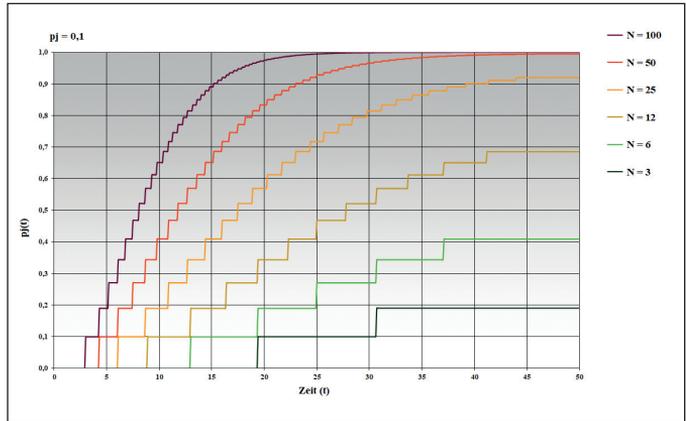
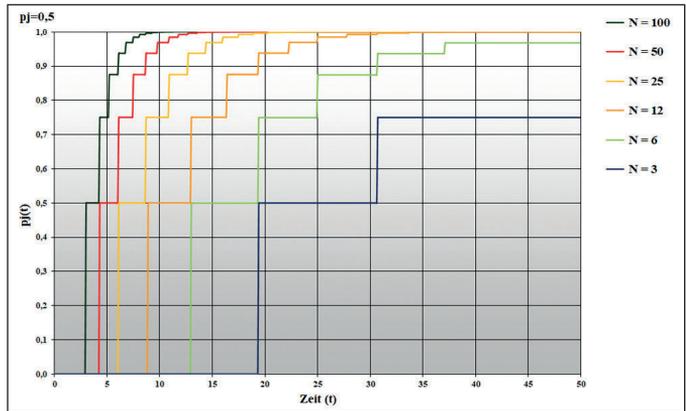


Abb. 7 Wahrscheinlichkeit $p_j(t)$ der Beobachtung mindestens eines Individuums für einen Ankunftsverlaufs $F_j(t)$ mit $k = 1$ für $p_j = 0,5$.



Aus Formel 3.4 leitet sich nun der Erwartungswert $E_j[t_E]$ für die mittlere Erstbeobachtung der Variablen t_E ab:

$$E_j t[E] = \sum_{t_E=t_1}^{t_\infty} t_E * I_j t(E) \quad (3.27)$$

Die Varianz $V_j[t_E]$ berechnet sich dann mit Formel 3.16_wie folgt:

$$V_j[t_E] = \sum_{t_E=t_1}^{t_\infty} (t_E - E_j t[E])^2 I_j t(E) \quad (3.28)$$

Analog gestaltet sich schließlich die Berechnung des Geometrischen Mittelwertes (3.7), dem Minimalwert (3.1) und der Spannweite (3.13).

Wie groß nun die $r_j(t_E)$ zum Zeitpunkt t_E sind und damit dann auch $E_j[t_E]$ ist, hängt jetzt aber erheblich davon ab, an welchen konkreten Tagen $t_1, t_2, t_3, \dots, t_E$ der Beobachter aktiv war! Diese Abhängigkeit ist deshalb schwerwiegend, weil bei ein und denselben Beobachter unter gleichen Rahmenbedingungen allein durch die Beobachtungsfrequenz der Mittelwert der Erstbeobachtung erheblich variieren kann.

Es muss zudem festgestellt werden, dass die Wahrscheinlichkeit p_j von Beobachter zu Beobachter variiert. Und auch beim selben Beobachter kann sich diese Wahrscheinlichkeit von Jahr zu Jahr, im Laufe eines Lebens, ja sogar von Tag zu Tag unterscheiden. Hör- und Sehfähigkeit, technische Hilfsmittel, Art-Erfahrungen verändern die Identifikationswahrscheinlichkeit. Selbst eine Feier am Vortag kann sich auf die sinnliche Wahrnehmung des Beobachters gravierend auswirken.

3.4.3 Die Beobachtungsintervalle

Setzen wir zunächst voraus, dass ein Beobachter (einmal) täglich sein Gebiet kontrolliert. Inwiefern verändert sich nun der Erwartungswert der Erstbeobachtung, wenn dieser Beobachter jeden Tag oder jeweils nur alle 2, 3, 5, oder gar erst alle 7 Tage das Gebiet aufsucht und mit gleicher Methodik kontrolliert?

Wir setzen zunächst die in Abschnitt 3.4.2 beschriebene Situation voraus. Dann erhalten wir in Abhängigkeit von n_j , $F_j(t)$ und p_j im Rahmen einer Computer-Simulation doch recht unterschiedliche Erwartungswerte für die mittlere Erstbeobachtung.

Nehmen wir idealisierter Weise an, dass $n=10$ Vögel im Gebiet ankommen und die Wahrscheinlichkeit ein Individuum zu beobachten für den Beobachter bei $p=0,5$ liegt. Der erste Vogel soll zur besseren Vergleichbarkeit der Simulationsergebnisse am 01.04. im Jahr eintreffen. Für unterschiedliche Geschwindigkeit der Heimkehr (die Heimkehr ist nach z. B. nach 20, nach 50 oder nach 100 Tagen ab dem ersten eingetroffenen Individuum abgeschlossen) und einer modellhaften Ankunftsmodell entsprechend Formel 3.20 mit unterschiedlicher Steilheit des Heimkehrverlaufs ($k=0,25, k=1$ und $k=4$) variierend, die „langjährigen“ arithmetischen Mittelwert wie in Tabelle 1 gezeigt.

Die Verzögerung zeigt die Verspätung der mittleren Beobachtungswerte, wenn man anstelle jeden Tag nur einmal wöchentlich zum Beobachten kommt. Bei dieser Verzögerung spielt aber offenbar die Art und Weise des Ankunftsverlaufs (oder Sangesbeginns) nur eine geringere Rolle.

Allein dieser Umstand erhöht die Streuung der Beobachtungsdaten derart, dass in Mischstrategien der Beobachtungstätigkeit ungewöhnlich hohe Stichprobenumfänge vorliegen müssen, um eine statistische Sicherheit für Veränderung des Heimkehrverhaltens zu bekommen. Also müssen entweder alle Teilnehmer einer Gruppe täglich beobachten gehen oder zumindest stets die gleichen Rhythmen beibehalten. Das ist praxisfremd.

Ja selbst wenn ein Beobachter im Laufe seines Lebens seine Methodik wechselt, sind die eigenen Daten nur noch bedingt miteinander vergleichbar. So kann sich z. B. die Eheschließung eines Singles beobachtungsmethodisch eine Katastrophe sein.

Und dann können sich die Modellparameter n_j , $F_j(t)$ und p_j ja auch von Jahr zu Jahr verändern, so dass am Ende völlig unklar bleibt, was uns der Mittelwert anzeigt.

In diesem Sinne ist zu bedenken, dass auch eine Wahrscheinlichkeit existiert, eine fehlerhafte Artzuordnung zu machen. Es sei z. B. nur an das Phänomen der im März verhörten Pirole erinnert, die sich als Stare herausstellen. Und wer ist im Gelände schon frei von Fehlern? Dieser zusätzliche beobachterabhängige Faktor soll hier jedoch nicht weiter betrachtet werden. Es gibt in diesem Zusammenhang ernstere Probleme.

3.4.4 Artenabhängiges Modell

Man wäre fein hinaus, wenn man nur die Probleme der Beobachter-Aktivitätsdichte zu berücksichtigen hätte. Die andere Seite der Medaille sind jedoch die Vögel selbst. Die Wahrscheinlichkeit p_j , einen Vogel als anwesend zu qualifizieren, hängt in erheblichen Maße vom Wechselverhältnis des

Beobachters und dem beobachteten Individuen ab. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang bei vielen Sperlingsvögeln – aber nicht nur bei diesen – die Sangesaktivität. Auch optisch auffälliges Balzverhalten erhöht die Chance, dass die Art entdeckt wird.

Die Sanges- oder Balzaktivität wird zu allem Übel dann noch durch den Witterungsverlauf beeinflusst. Die aus menschlicher Sicht schönere Witterungslage dominiert bei vielen Erstbeobachtungen. An den Schönwetter-Erstbeobachtungen **können** so nicht nur die Beobachter, sondern auch die Vögel schuld sein.

Bei manchen Vogelarten spielt auch die erreichte Individuen-Dichte eine Rolle bei der Veränderung der Wahrnehmbarkeit. Der zunehmende Druck auf die Tiere infolge des Kampfes um Reviere und Brutpartner erhöht deren Wahrnehmbarkeit ab einem bestimmten Schwellenwert der Bestandsdichte oft sprunghaft.

$p_j = \text{const.}$ ist also nur der wohl nur der theoretisch bestehende Ausnahmefall. Mit $p_w(t)$ (witterungsabhängiger Einfluss auf die Wahrnehmungswahrscheinlichkeit eines Individuums), $p_b(t)$ (entsprechende balzabhängige Wahrscheinlichkeit), $p_s(t)$ (entsprechende geschlechtsabhängige Wahrscheinlichkeit) und $p_p(t, N_j(t))$ (entsprechende interpopulationsbedingte Wahrscheinlichkeit) ergibt sich $p_j(t)$ im Zeitverlauf durch

$$p_j(t) = p_w(t) * p_s(t, p_b(t)) * p_p(t, N_j(t)) \quad (3.29)$$

Tab. 1 Ergebnisse der Computer-Simulation hinsichtlich zu erwartenden Erstbeobachtungs-Mittelwerte in Abhängigkeit einer unterschiedlich langen sowie einer unterschiedlich gleichmäßigen Heimkehr sowie einer zwischen täglich bis wöchentlichen variierenden Beobachteraktivität (angenommene Populationsgröße $N = 10$).

schnelle Heimkehr 01.04.-20.04. (20 Tage)	Beobachter-Aktivität				Verzögerung (Tage)
	täglich	2 täglich	3 täglich	7 täglich	
K = 0,25 (Rasante Ankunft, die dann langsamer ausklingt)	01.04.	02.04.	03.04.	07.04.	6
K = 1 (gleichmäßige Ankunft im Verlauf)	04.04.	05.04.	05.04.	08.04.	4
K = 4 (zögerliche Ankunft, die zum Ende dann schneller wird)	11.04.	11.04.	13.04.	14.04.	3
normale Heimkehr 01.04.-20.05. (50 Tage)	täglich	2 täglich	3 täglich	7 täglich	
K = 0,25 (Rasante Ankunft, die dann langsamer ausklingt)	01.04.	02.04.	03.04.	07.04.	6
K = 1 (gleichmäßige Ankunft im Verlauf)	08.04.	10.04.	11.04.	13.04.	5
K = 4 (zögerliche Ankunft, die zum Ende dann schneller wird)	26.04.	28.04.	29.04.	01.05.	5
verzögerte Heimkehr 01.04.-09.07. (100 Tage)	täglich	2 täglich	3 täglich	7 täglich	
K = 0,25 (Rasante Ankunft, die dann langsamer ausklingt)	02.04.	03.04.	04.04.	08.04.	6
K = 1 (gleichmäßige Ankunft im Verlauf)	15.04.	16.04.	18.04.	20.04.	5
K = 4 (zögerliche Ankunft, die zum Ende dann schneller wird)	20.05.	22.05.	24.05.	25.05.	5

Modellbezogen gesehen ist diese mehrfaktorielle Abhängigkeit nun hinsichtlich der Aussagekraft der Erst- und Sangesbeginnsdaten das Versinken im Daten-Sumpf. Sie erhöht die Varianz und verändert den Mittelwert der $r(t_E)$ bis zur Unkenntlichkeit - zumindest wird die Akzeptanz der Indizes immer kleiner. Das war ja bereits die vermutete Bilanz in Kapitel 2.

Überraschend ist aber auch der Umstand, dass STRESEMANN (1948) mit seiner empirischen Vermutung der methodischen Verzögerung ganz gut lag.

3.4.5 Datenvergleich

Um die unterschiedlichen Ergebnisebenen verdeutlichen zu können, vergleichen wir einmal die Daten unterschiedlicher Einzelbeobachter oder Beobachtergruppen anhand realer Beobachtungsdaten.

Für einzelne Arten (frühe Ankunft bis späte Fernzieher) werden Daten von E. Schmidt (SCHMIDT & HÜPPOP 2007) sowie aus der gleichen Region, die Beobachtungen einer regionalen Fachgruppe Ornithologie aus Mecklenburg gegenübergestellt.

E. Schmidt ist dabei ein Einzelbeobachter, der mit annähernd konstanter Methodik im selben Beobachtungsgebiet aktiv war. Die Fachgruppe setzte sich aus 10-15 jährlich meldenden Beobachtern zusammen – mit all den aufgezeigten Unzulänglichkeiten.

Die folgenden artweisen Beobachtungsdiagramme stellen die Beobachtungsergebnisse der Jahre von 1994 bis 2006 dar. Manchmal fehlen Beobachtungen von E. Schmidt, manchmal auch aus der Fachgruppe, aber insgesamt entsteht ein reales Datenbild. Die Artenauswahl zeigt das Spektrum von Frühziehern bis späten Ankömmlingen (Min = frühester Wert aus der Gruppe, MW = arithmetischer Mittelwert):

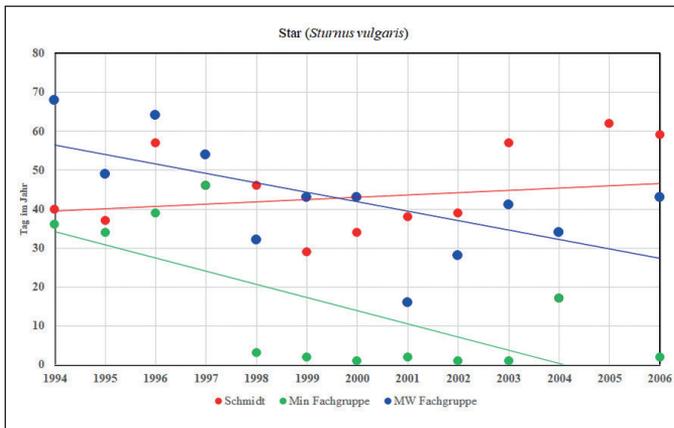


Abb. 8 Lineare Trends der Erstbeobachtungen des Stars 1994-2006.

Während die Datenserie des Einzelbeobachters eher eine geringe zunehmende Verspätung vermuten ließe, spricht der Trend der Beobachtergruppe eher für eine stetig zunehmende Verfrüfung. Die zunehmenden frühesten Nachweise Anfang Januar dokumentieren offenbar die überwinterten Stare (siehe Abb. 8). Was aber ist nun richtig?

Einen ähnlichen Effekt zeigen die Daten zum Kranich, wengleich nicht so auffällig wie beim Star.

Abb. 9 Lineare Trends der Erstbeobachtungen des Kranichs 1994-2006.

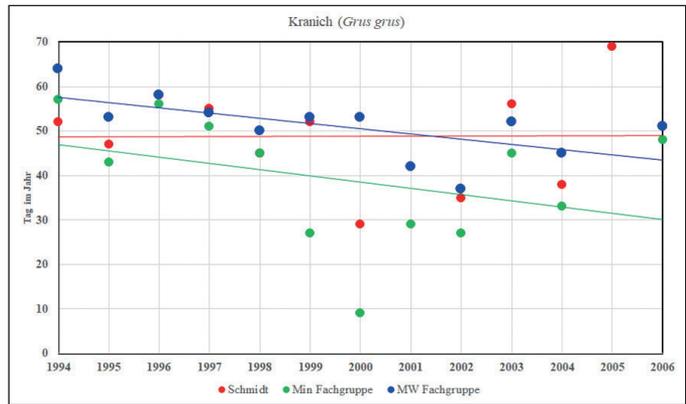
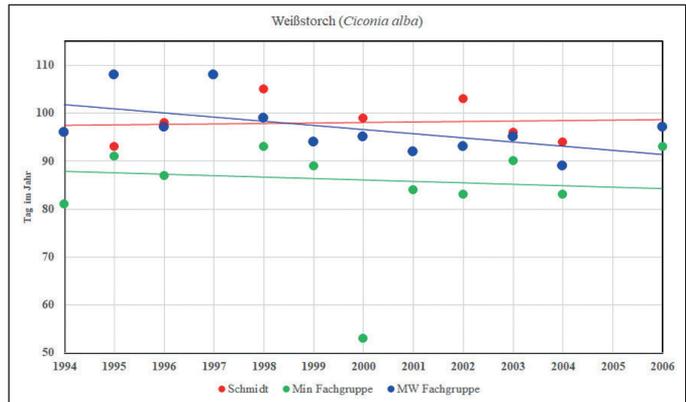


Abb. 10 Lineare Trends der Erstbeobachtungen des Weißstorchs 1994-2006.



Und auch beim Weißstorch sieht es nur wenig anders aus. Bei den frühesten Daten einer Gruppe sind die Ausreißer noch vereinzelt, aber gegenwärtig nicht mehr die Ausnahme. Welche Trendanalyse können wir als gesicherter ansehen?

Ein scheinbar methodisch leicht nachzuweisender Vogel wie der Zilpzalp macht es nicht leichter. Auch hier zeigt der Einzelbeobachter offenbar keinen Trend an, während die Verfrühung in der Gruppe als erwiesen angesehen wird. Auch hier steht man ein wenig ratlos da.

Noch drastischer ist die Schere zwischen den beiden beobachteten Trends bei der Rauchschwalbe. Die Datenlage bei der spät ankommenden Mehlschwalbe ist dahingehend schon überraschend konform.

Und auch bei Neuntöter sieht es ähnlich homogen aus. Trotzdem zeigt es sich, dass zwischen den Min-Daten und den Beobachtungen des Einzelbeobachters schon oft 10-20 Tage liegen können.

Und beim Pirol sieht es im Mittel dann tendenziell nahezu gleich aus. Wenn da nicht die erhebliche Fluktuation wäre. Alle diese Trends unterliegenden aufgrund der hohen Variation der Daten von Jahr zu Jahr einer geringen statistischen Sicherung. Es bedürfte zumindest eine jährlichen Betrachtung der konkreten Witterungsverläufe und die Variation ausgrenzen zu können. Aber dieser Witterungsverlauf ist sowohl beim Einzelbeobachter als auch der Gruppe gleich!

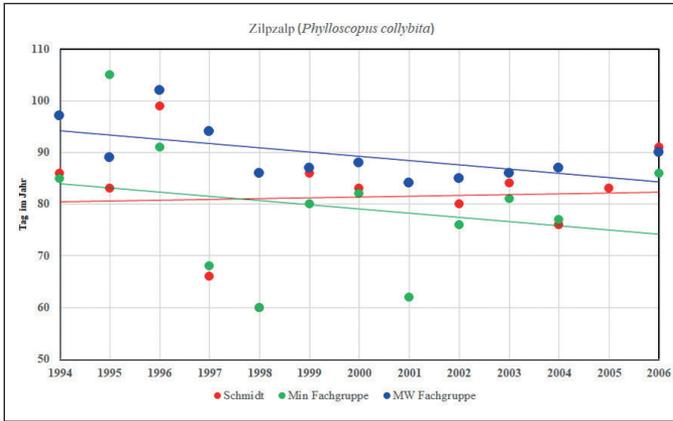


Abb. 11 Lineare Trends der Erstbeobachtungen des Zilpzalps 1994-2006.

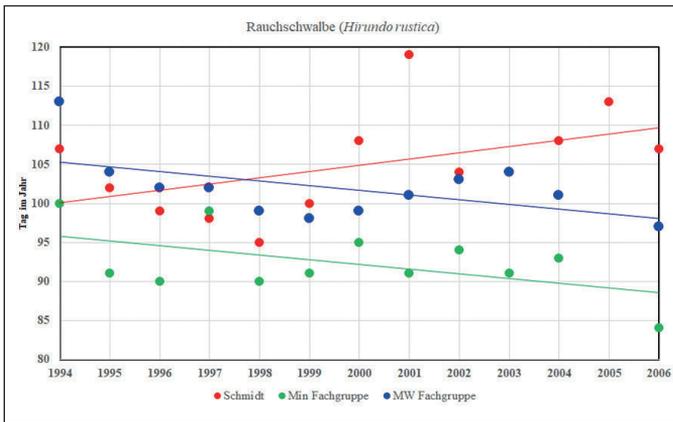


Abb. 12 Lineare Trends der Erstbeobachtungen der Rauchschwalbe 1994-2006.

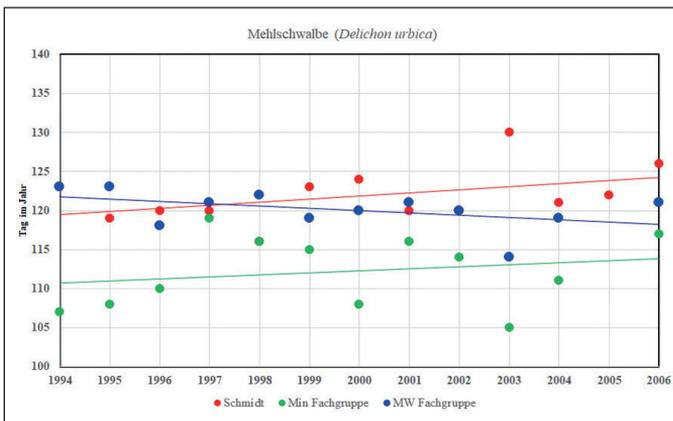


Abb. 13 Lineare Trends der Erstbeobachtungen der Mehlschwalbe 1994-2006.

Abb. 14 Lineare Trends der Erstbeobachtungen des Neuntöters 1994-2006.

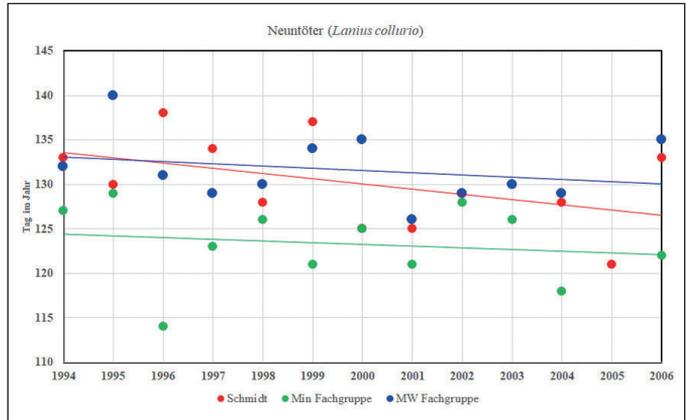


Abb. 15 Lineare Trends der Erstbeobachtungen des Pirols 1994-2006.

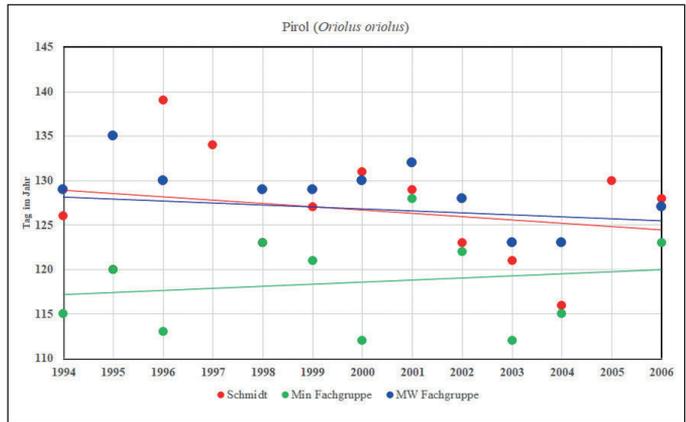
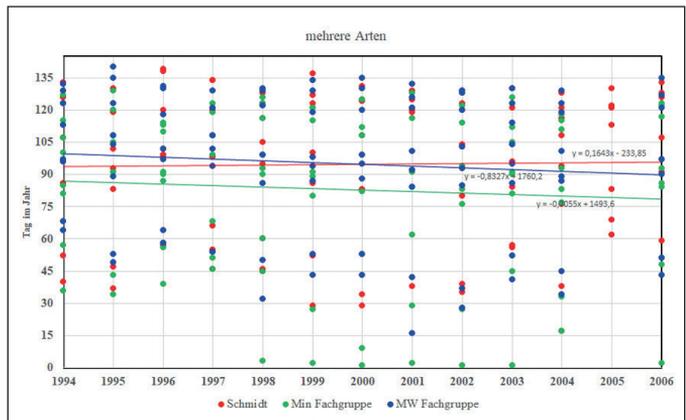


Abb. 16 Gemeinsame, lineare Trends der Erstbeobachtungen mehrerer Spezies 1994-2006.



Und den Höhepunkt der Konstanz erreichen wir, wenn man die Daten aller ausgewählten Arten zusammenlegt. Das hebt scheinbar ein jegliches „Und sie bewegt sich doch“ hinweg. Zu nahezu gleichen artsummarisch fehlenden Trends kommen auch WEISSGERBER & HÖSER (2015). In diesem Zeitraum kam es bei Schmidt sogar gegen die Klimatrend-Erwartungen zu einer in 100 Jahren zu erwartenden *Verspätung* von 16 Tagen. Während der Trend bei den mittleren Fachgruppendaten bei einer *Verfrühung* von 8 Tagen in 10 Jahren lag. Was ist nun aber richtig?

Man könnte nun behaupten, dass diese mangelnde Trendsicherung an zu kurzen Zeitreihen liegen könnte. Dahingehend stehen uns mit den fleißigen erbrachten Datenserien von Schmidt (SCHMIDT & HÜPPOP 2007) aber auch längerfristige Beobachtungsserien aus einer Region zur Verfügung. Verbleiben wir beim gleichen Artenspektrum wie in Abbildung 16, so ergibt sich folgendes Bild:

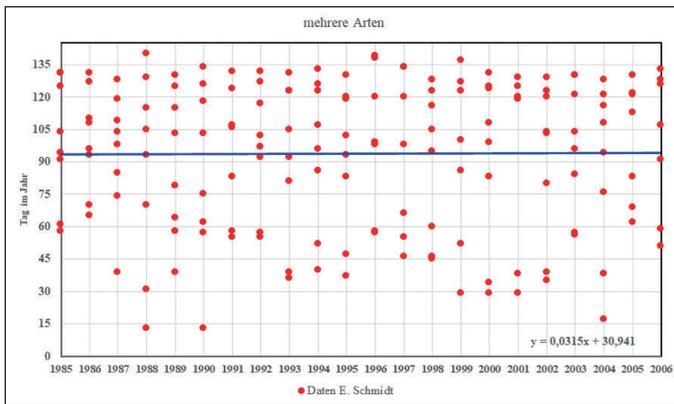


Abb. 17 Gemeinsame, lineare Trends der Erstbeobachtungen mehrerer Spezies 1985-2006.

Der Gesamttrend zeigt für das ausgewählte Artenspektrum eine sich in 100 Jahren um 3 Tage *verspätende* Ankunft. Daraus ergibt sich die Frage, wo ist der methodische Fehler größer. Ist er bei einem konsequenten Einzelbeobachter oder in einer dynamisch veränderten Gruppe von Menschen ausgeprägter? Der Verdacht, dass die gruppenspezifischen Einflüsse die Ursache für eine Beobachtungsverfrühung in der Gruppe sind, ist naheliegend.

4. Sinn oder Unsinn – die methodischen Grenzen

Machen wir uns zudem nichts vor: die Vögel sind an unseren Erfassungen völlig uninteressiert. Sie reagieren evtl. noch im Verhalten auf den Beobachter, aber das macht dann hinsichtlich $p_j(t)$ „den Kohl auch nicht mehr fett“. Der menschliche Faktor wird immer vordringlicher und spiegelt sich in z. T. unerwarteten, methodischen Mängeln wider.

So wird hinsichtlich der Beobachtungen ein fiktives Datum als frühester Zeitpunkt (nämlich der 1. Januar eines jeden Jahres) definiert. Das hat zum einen den Effekt, dass gerade auf die ersten Tage eines Jahres überproportional viele Beobachtungen fallen. Der Effekt nimmt seit Jahren sogar noch zu, da mit den klimatischen Veränderungen und auch den damit verbundenen Traditionsveränderungen bei machen Arten durch die zunehmenden Überwinterungen gar kein Beginn erklärt ist.

Selbst bei Arten, die z. B. einen echten Sangesbeginn nach einer Brutzeit-Pause verzeichnen, kann dieser Beginn schon Tage vor Neujahr liegen (Abb. 18).

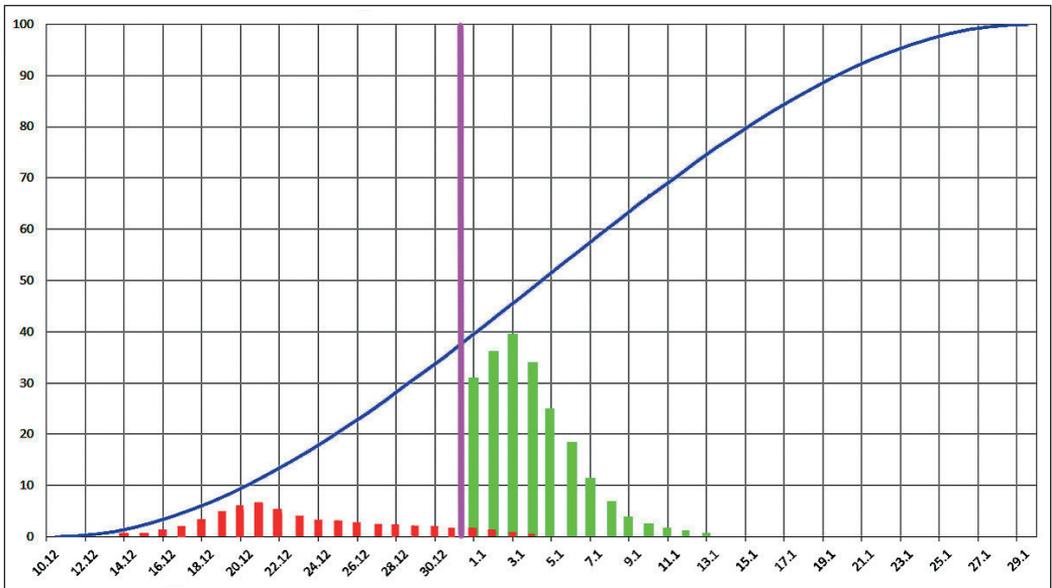


Abb. 18 Simulation des Datenanfalls für Sangesbeginns-Beobachtungen eines bereits vor dem 01.01. beginnenden Aktivitätsprozesses (Beginn 10.12., Ende 29.01.) – grüne Säulen für die so zu erwartenden Beobachtungshäufigkeiten, rote Säulen für die ohne das Sperrdatum 1. Januar zu erwartenden Beobachtungshäufigkeiten.

Ja auch das zu beobachtende Ereignis ist oft nicht hinreichend genau definiert. Selbst der Sangesbeginn einer so einfachen Art wie dem Buchfink unterliegt einem Prozess. Anfangs ist die Melodie noch unvollständig und reift erst über ein paar Tage (manchmal auch nur Stunden) zur Reife. Welches Datum also notieren? Auch diese Unschärfe führt zu einer zusätzlichen Erhöhung der Streuung der Beobachtungsdaten und senkt damit die Schätzgenauigkeit.

Überraschenderweise gäben die wenigen, seit vielen Jahren betriebenen Vogelfangstationen (z. B. Vogelwarte Helgoland) unter der Voraussetzung einer konstanten Fangmethodik am selben Ort eine Chance störungsarme Daten auswerten zu können. Dies bedarf jedoch einer gesonderten Analyse. Die Ergebnisse von solchen Hotspots hätten eine Chance Trends besser bewerten zu können.

Desungeachtet wird man den Verdacht nicht los, dass irgendwann die Zahl der Beobachter doch hinreichend groß ist, dass sich die Fehler aller aus- bzw. angeglichen haben und die „Macht der Massendaten“ das Problem löst. Angesichts von solch riesigen Datenwolken, wie sie im Ornitho-Projekt des DDA auflaufen, wäre es doch schade, wenn da nicht auch phänologisch etwas abzuschöpfen wäre. Erste Analysen solcher Beobachtungspools am Beispiel des Pirols lassen hoffen, da die Varianzen der regionalen Datenserien innerhalb eines Beobachtungsjahrs kaum unterscheiden. Das gilt dann aber nur innerhalb eines Beobachtungsjahrs.

Auch SPARKS et al. (2001) diskutierten den Wert der Erstbeobachtungen kritisch. Sie greifen dabei auf lange Datenserien zurück, die die Verfrühung belegen sollen (z. B. Uferschwalbe in Essex, Großbritannien). Leider erfolgt auch hier keine Kritik der sich verändernden Herkunftsumstände der Daten. Andererseits betrachten die Autoren hier die Wechselwirkungen mit verschiedenen Umweltfaktoren wie den Temperaturen, der geografischen Breite, der Höhenlage der Beobachtungen, der Populationsgröße sowie den (Rücken)Windverhältnissen. Auch Wechsel-

wirkungen zwischen z. B. dem Anteil von SW- oder W-Winden und den Temperaturen im März werden diskutiert. Genau dieser Ansatz scheint doch Licht in das phänologische Dunkel bringen zu können. Es ist zu erwarten, dass sich der Wert einer Einzelbeobachtung ergänzt um Daten der Beobachtungsumstände erhöht. Die Autoren schlagen die Mönchsgrasmücke als geeignete Referenzart vor. Hier sind auch die Betrachtungen hinsichtlich der Wechselwirkungen mit dem Nordatlantischen Oszillation-Index anzusetzen (FORCHHAMMER et al. 2002, HUBÁLEK 2003). Nur auch bei diesen Analysen ist die Qualität der Daten entscheidend. Und es nutzt auch hier nicht zu glauben, dass diese Daten schon in Ordnung gehen.

ROBERTS (2000) weicht bei der Bewertung der Einflüsse des Klimawandels auf die Analyse von brutbiologischen Daten aus. Vielleicht ein Ausweg, aber dann einer mit noch größerem Aufwand für die meisten Arten.

Fazit

Es hilft alles nicht: selbst die raffiniertesten mathematischen Verfahren können die erfassungsmethodischen Mängel nicht annähernd kompensieren. Trotzdem werden viele auch in Zukunft nicht auf die Aufzeichnung der selbst beobachteten Sangesbeginns- oder Jahreserstbeobachtungen verzichten. Warum auch. So lässt sich die Vorfreude auf die kommende Brutzeit wenigstens als roter Faden festhalten, auch wenn es wissenschaftlich gesehen weniger Sinn macht. Der dennoch herausragende Wert dieser Form der Datenerhebung besteht nämlich in seinem emotionalen Sinn. Die Freude, darüber, dass es endlich wieder so richtig losgeht, ist unbezahlbar.

Die Wechselbeziehungen zwischen dem Klimawandel und der Veränderungen in der heimischen Natur bestehen offensichtlich, aber diese statistisch gesichert zu quantifizieren, bedarf es aufwendigerer Erfassungsmethoden. Doch dann stimmt das Aufwand-Nutzen-Verhältnis nicht mehr.

Und es gibt vielleicht doch wichtigere Phänomene in der Vogelwelt denn die Veränderungen der Erstbeobachtungen zu untersuchen. Das ist in Sachen Klimawandel sicher nicht mehr das „ob“, sondern eher das „wie“ der Veränderungen in den biologischen Systemen.

Geht man jedoch davon aus, dass der methodische Fehler bei in großen Mengen erhobenen Daten regionalunabhängig annähernd gleich ist, so lassen sich diese Erst- und Sangesbeginns-Daten wenigstens innerhalb eines Jahres auf die Wirkung von geografischer Lage, Höhenangabe oder Witterungsfaktoren prüfen. Zuggeschwindigkeiten oder Zugwege ließen sich so rekapitulieren.

Anhang: Zusätzliche Indizes der Datenkomprimierung von Beobachtungsreihen

Geometrischer Mittelwert (GM) der frühesten Erstbeobachtungen (EB)

Im Gegensatz zum arithmetischen Mittelwert beeinflussen hierbei Extremwerte das mittlere Ergebnis weniger stark. Andererseits ist der Berechnungsaufwand der Indizes größer.

a) geometrischer Jahresmittelwert im Jahr j der EB einer Gruppe von Beobachtern im selben Beobachtungsgebiet

$$\hat{t}_i(j) = \sqrt[n]{\prod_{b=1}^n t_{E}(b, j)} \quad (3.7)$$

b) geometrischer Beobachtermittelwert des Beobachters b in allen m Beobachtungsjahren im selben Beobachtungsgebiet

$$\hat{t}_i(b) = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m t_{E}(b, j)} \quad (3.8)$$

- c) langjähriger geometrischer Mittelwert aller Beobachter in allen m Beobachtungsjahren im selben Beobachtungsgebiet

$$\hat{t}_E = m^{*n} \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m \prod_{b=1}^{n_j} t_E(b, j)} \quad (3.9)$$

Gestutztes Mittel (TM) der frühesten Erstbeobachtungen (EB)

Bei „gestutzten Mittelwerten“ werden die jeweils **a** frühesten und letzten Erstbeobachtungen im betreffenden Jahr oder mehrerer Jahre zur Vermeidung von ungerechtfertigten Ausreißern unter den Beobachtern nicht berücksichtigt. Dazu sind die $t_E(b, j)$ in eine zeitliche Reihenfolge der Daten im Bezug zum jeweiligen Jahresbeginn zu bringen.

Es gibt auch die Möglichkeit, nur die **a** frühesten Erstbeobachtungen zu streichen. Dies unterstellt jedoch, dass besonders späte Beobachtungen glaubwürdiger sind als besonders frühe Daten. Diese Variante wird hier aber wegen der einfachen Übertragbarkeit der Situation auf die folgenden Formeln nicht gesondert dargestellt.

- a) gestutzter Jahresmittelwert im Jahr j der EB einer Gruppe von n Beobachtern im selben Beobachtungsgebiet

$$\tilde{t}_E(j) = \frac{1}{n_j - 2a} \sum_{b=a+1}^{n_j-a} t_E(b, j) \quad (3.10)$$

- b) gestutzter Beobachtermittelwert des Beobachters **b** (die jeweils **a** frühesten und letzten Erstbeobachtungen des Beobachters – egal aus welchem Beobachtungsjahr – werden nicht berücksichtigt)

$$\tilde{t}_E(b) = \frac{1}{m - 2a} \sum_{j=a+1}^{m-a} t_E(b, j) \quad (3.11)$$

- c) langjähriger gestutzter Mittelwert aller Beobachter (die jeweils **a** frühesten und letzten Erstbeobachtungen aus jedem Beobachtungsjahr werden nicht berücksichtigt)

$$\tilde{t}_E = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{b=a+1}^{n_j-a} t_E(b, j)}{\sum_{j=1}^m (n_j - 2a)} \quad (3.12)$$

Spannweite zwischen frühester und spätester Erstbeobachtung (SW)

Es handelt sich hierbei um ein einfaches Streuungsmaß, das sich jedoch nur aus den zwei extremen Daten ermitteln lässt.

- a) j-te Jahresspannweite einer Gruppe von n Beobachtern im selben Beobachtungsgebiet

$$wE(j) = \text{Max}(tE(b, j)) - \text{Min}(tE(b, j)) \text{ für alle } b = 1 \dots n_j \quad (3.13)$$

- b) Beobachter-Spannweite des Beobachters **b** in allen m Beobachtungsjahren im selben Beobachtungsgebiet

$$wE(b) = \text{Max}(tE(b, j)) - \text{Min}(tE(b, j)) \text{ für alle } j = 1 \dots m \quad (3.14)$$

- c) langjährige Spannweite aller Beobachtungen aller Beobachter in allen m Beobachtungsjahren im selben Beobachtungsgebiet

$$wE = \text{Max}(tE(b, j)) - \text{Min}(tE(b, j)) \text{ für } b = 1 \dots n_j \text{ und } j = 1 \dots m \quad (3.15)$$

Streuung der Erstbeobachtungen (ST)

Dieses Streuungsmaß basiert auf einer Bewertung aller Einzeldaten hinsichtlich ihrer Abweichung vom arithmetischen Mittelwert der beobachtungsangaben. Dabei gehen gerade Beobachtungsausreißer erheblich stärker in das Streuungsmaß ein als mittelwertnahe Daten.

- a) Streuung der der EB im Jahr j einer Gruppe von n Beobachtern im selben Beobachtungsgebiet

$$sE(j) = \sqrt{\frac{\sum_{b=1}^{n_j} t_E^2(b, j) - \frac{1}{n_j} \left[\sum_{b=1}^{n_j} t_E(b, j) \right]^2}{n_j}} \quad (3.16)$$

b) Streuung der Beobachtungen des Beobachters b in allen m Beobachtungsjahren im selben Beobachtungsgebiet

$$s_E(b) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m t^2_{E}(b, j) - \frac{1}{m} \left[\sum_{j=1}^m t_E(b, j) \right]^2}{m}} \quad (3.17)$$

c) langjährige Streuung aller Beobachtungen in allen m Beobachtungsjahren im selben Beobachtungsgebiet

$$SE = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{b=1}^{n_j} t^2_{E}(b, j) - \frac{1}{\sum_{j=1}^m n_j} \left[\sum_{j=1}^m \sum_{b=1}^{n_j} t_E(b, j) \right]^2}{\sum_{j=1}^m n_j}} \quad (3.18)$$

Beispielberechnungen

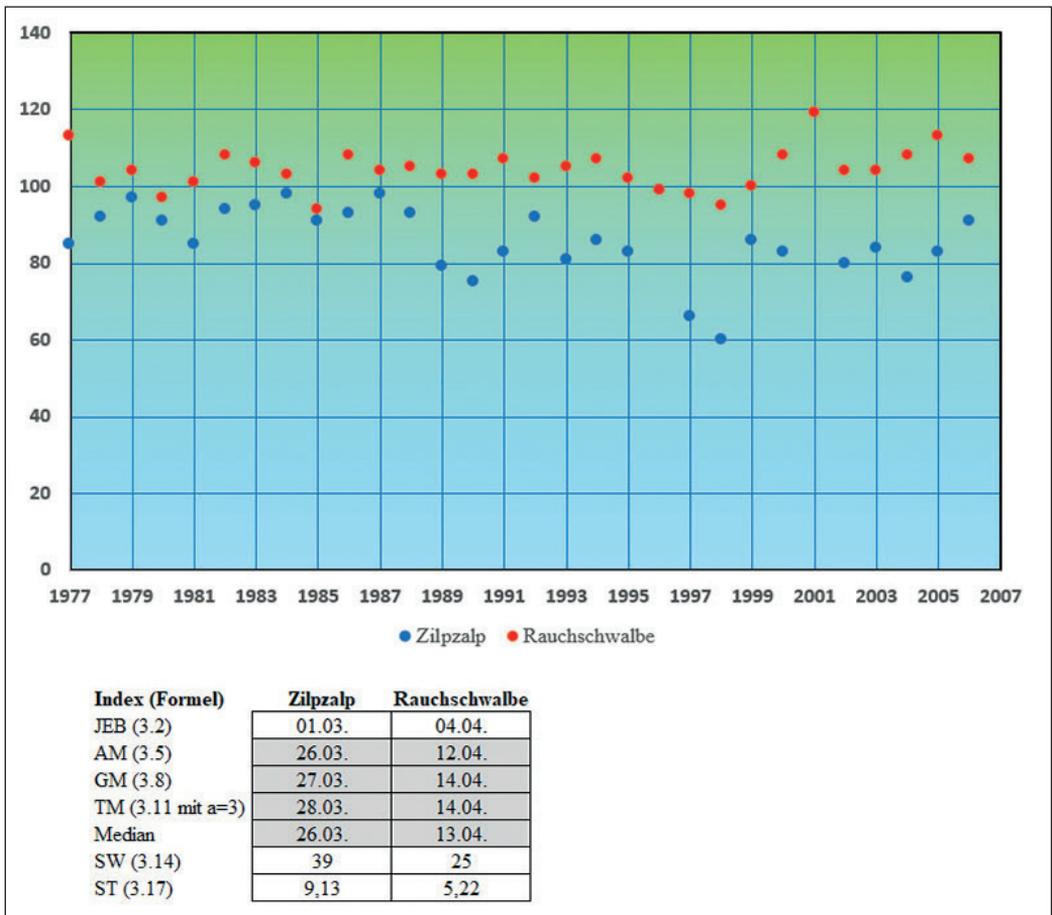


Abb. 19 Beispielberechnungen von Kennzahlen auf Basis von mehrjährigen Daten von E. SCHMIDT (senkr. Achse = Tagnummer im Jahr).

Literatur

- BARRETT, R. T. (2002): The phenology of spring bird migration to north Norway. – *Bird Study* 49, 27-277.
- BEITZ, W. (1973): Die Erst- und Letztbeobachtungen einiger Vogelarten im Raum Neubrandenburg. – *Ornith. Rundbrief Mecklenburgs (Neue Folge)* 14, 45-56.
- BRUNS, H. (1949): Ankunft der Zugvögel und Sangesbeginn in Nord- und Westdeutschland 1948 und im Vergleich zu früheren Jahren. – *Ornith. Abhandlungen* 2, 1-20.
- BRUNS, H. & H. MEINRAD (1968): Die Erstankunft von Fitis (*Phylloscopus trochilus*) und Gartenrotschwänz (*Phoenicurus phoenicurus*) in Deutschland 1948-1957. – *Ornith. Mitteilungen* 20, 117-133.
- FISCHER, S. (2002): Frühjahrsankunft ziehender Singvogelarten in Berlin über 26 Jahre. – *Berl. Ornithol. Ber.* 12, 145-166.
- FORCHHAMMER, M. C., POST, E. & N. C. STENSETH (2002): North Atlantic Oscillation timing of long- and short-distance migrants. – *J. Anim. Ecol.* 71, 1002-1014.
- GNIELKA, R. (1971): Die Ankunft der Zugvögel als statistisches Problem. – *Ornith. Mitteilungen* 25, 33-38.
- GNIELKA, R. (1972): Die Auswertung von Durchzugsbeobachtungen für eine Avifauna. – *Mitt. IG Avifauna DDR* 5, 3-23.
- HUBÁLEK, Z. (2003): Spring migration of birds in relation to North Atlantic Oscillation. – *Folia Zool.* 52, 287-298.
- KAISER, W. (1974): Die Rückkehr der Zugvögel und Sangesbeginn in Mecklenburg 1956-1970. – *Ornith. Rundbrief Mecklenburgs (Neue Folge)* 15, 45-55.
- KINTZEL, W. (1971): Kommen unsere Zugvögel früher zurück? – *Ornithol. Rundbr. für Mecklenburg* 12, 56-58.
- MÄDLÖW, W. (2001): Klimabedingte Veränderungen von Zugzeiten. – In: ABBO (Hrsg.) *Die Vogelwelt von Brandenburg und Berlin*. – Rangsdorf.
- PEINTINGER, M. & S. SCHUSTER (2005): Veränderungen der Erstankünfte bei Zugvogelarten in Süddeutschland. – *Vogelwarte* 43, 161-169.
- REICHHOLF, J. H. (2005): Wirkt sich die Klimaerwärmung auf die Erstankunft des Kuckucks *Cuculus canorus* aus? – *Ornithol. Mitt.* 57, 40-45.
- ROBERTS, D. R. (2000): How representiv are first arrivals dates of migrant birds in phenology, and what their significance (unpublished, zitiert in SPARKS T. H., ROBERTS, D. R. & H. Q. P. CRICK 2001).
- SCHMIDT, E. & K. HÜPPOP (2007): Erstbeobachtung und Sangesbeginn von 97 Vogelarten in den Jahren 1963 bis 2006 in einer Gemeinde im Landkreis Parchim (Mecklenburg-Vorpommern. – *Vogelwarte* 45, 27-58.
- SCHMIDT, E. (2005): Eine Ergänzung zum Thema Klimaerwärmung und Erstankunft des Kuckucks *Cuculus canorus*. – *Ornithol. Mitt.* 57, 348-350.
- SPARKS T. H., ROBERTS, D. R. & H. Q. P. CRICK (2001): What is the value of first arrival dates of spring migrants in phenology? – *Avian Ecol. Behav.* 7, 75-85.
- STRESEMANN, E. (1948): Die mittlere Erstankunft von *Lanius collurio*, *Muscicapa striata*, *Oriolus oriolus* und *Oenanthe oenanthe* im europäischen Brutraum. – *Var Fagelvärld* 7, 1-18.
- WEISSGERBER, R. & N. HÖSER (2015): Mediane und Trends des Heimzuges ausgewählter Zugvogelarten im Altenburg-Zeitzer Lößhügelland im Zeitraum von 1989 bis 2014. – *Anz. Des Vereins Thür. Ornithologen* 8, 183-194.

Dr. KLAUS-DIETER FEIGE
Zum Kirschenhof 38
D - 19057 Schwerin
E-Mail: klaus-dieter.feige@t-online.de