



# ORNITHOLOGISCHER ANZEIGER

Zeitschrift bayerischer und baden-württembergischer Ornithologen

---

Band 53 – Heft 1/2

Dezember 2014

---

*Ornithol. Anz.*, 53: 1–21

## Langfristige Veränderungen in der Frühjahrsankunft von Zugvögeln im Lech-Donau-Winkel, Bayern

Franz Bairlein und Friedrich Heiser

Long-term changes in first arrival dates of migratory bird species in the Lech-Donau region, Bavaria.

Climate change is not uniform but rather shows considerable regional variation. Consequently, migratory birds' responses to climate change also show regional variation. Here we report on changes in first arrival dates of 48 migratory species in the Lech-Donau region in southern Bavaria during 36 years between 1967 and 2002. Data were collected by F.H. each year between 1 March and 14 May, during which period he visited the study site on average 4.7 times/week. Data were analyzed using GAM-functions approach as well as linear trend analyses. In 23 of the 48 species significant linear trends were discovered of which 22 were negative, revealing a long-term advancement in spring arrival. Of the species with a change of at least one day per decade, 35 advanced (91.4 %), and only three species (Honey Buzzard, Common Tern, Tree Pipit) delayed their first arrival. Non-passerines and passerines did not differ, nor did short/medium distance European migrants and long-distance tropical migrants. The trophic guild showed no effect either. In 29 of the 48 species first arrival dates were related to climatic factors: in ten species the local temperature at the study site explained most of variation in first arrival, in seven species the temperature in southern France and in 10 species the temperature in southern Spain. The North Atlantic oscillation explained first arrival in only two species. A particular case emerged for the cuckoo: while the cuckoo did not advance arrival, one of its main host species, the Reed Warbler, advanced significantly, which may affect host species selection and breeding success.

**Key words:** climate change, first arrival dates, migratory bird species, North Atlantic oscillation, local temperature

Prof. Dr. Franz Bairlein, Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, An der Vogelwarte 21, D-26386 Wilhelmshaven  
E-Mail: [franz.bairlein@ifv-vogelwarte.de](mailto:franz.bairlein@ifv-vogelwarte.de)

Friedrich Heiser, Obervolkacher Str. 8, D-97332 Volkach  
E-Mail: [f.i.heiser@t-online.de](mailto:f.i.heiser@t-online.de)

## Einleitung

Der Klimawandel zeigt bereits vielfältige Spuren in der Vogelwelt (z. B. Walther et al. 2002, Bairlein und Hüppop 2009, Møller et al. 2010). Für Zugvögel werden besonders häufig langfristige Veränderungen in den Zugzeiten im Frühjahr berichtet (z. B. Hubalek 2003, Hüppop und Hüppop 2003, Lehikoinen et al. 2004, Tryanowski et al. 2005, Lehikoinen und Sparks 2010, Hüppop und Hüppop 2013). Eine große Zahl von Arten kehrt heute früher aus den Wintergebieten zurück als noch vor 30 oder 40 Jahren. Diese Verfrühungen in den Ankunftsterminen, meist Erstbeobachtungen, aber auch mittlere Durchzugsdaten auf Fangstationen (Hüppop und Hüppop 2003, Ahola et al. 2004, Hüppop und Hüppop 2005, 2011), werden dabei mit klimatischen Veränderungen, insbesondere der Erwärmung, in Verbindung gebracht. Allerdings zeigen diese Veränderungen erhebliche geografische und zeitliche Unterschiede (Sparks et al. 2005, Hüppop und Winkel 2006).

Ursachen für scheinbar widersprüchliche Entwicklungen können unterschiedliche Betrachtungszeiträume sein, vor allem aber die geografische Lage des Untersuchungsgebietes und die dadurch bedingten regionalen Unterschiede im Klima und seiner Veränderung. Denn der Klimawandel vollzieht sich nicht gleichförmig, sondern weist regionale und sogar kleinräumige Unterschiede auf (Schiermeier 2010, IPCC 2013). So beträgt die Erwärmung zwischen 1951 und 2000 global  $0,49^{\circ}\text{C}$  ( $0,01^{\circ}\text{C}/\text{Jahrzehnt}$ ), deutschlandweit  $1,0^{\circ}\text{C}$  ( $0,02^{\circ}\text{C}/\text{Jahrzehnt}$ ) und in der Iller-Lech-Region Bayerns zwischen 1931 und 2000  $0,8^{\circ}\text{C}$  ( $0,01^{\circ}\text{C}/\text{Jahrzehnt}$ ; Schönwiese und Janoschitz 2008, Arbeitskreis KLIWA 2012).

Mit verallgemeinernden Schlussfolgerungen sollte also vorsichtig umgegangen werden; vielmehr ist eine geografische Differenzierung erforderlich. Deshalb sollen in der vorliegenden Arbeit trotz bereits vieler Berichte über Veränderungen der Zugzeiten aus Mitteleuropa (z. B. Tryanowski et al. 2002, Hubalek 2003, Hüppop und Hüppop 2003, 2005, Kooiker 2005, Peintinger und Schuster 2005, Tryanowski et al. 2005, Schönfeld 2006, Christen 2007, Schmidt und Hüppop 2007, Bezzel 2010, Hüppop und Hüppop 2011, Ernst 2013), auch die 36-jährigen Beobachtungsdaten von F. H. aus dem Lech-Donau-Winkel vorgestellt und mit Wetterdaten verglichen werden.

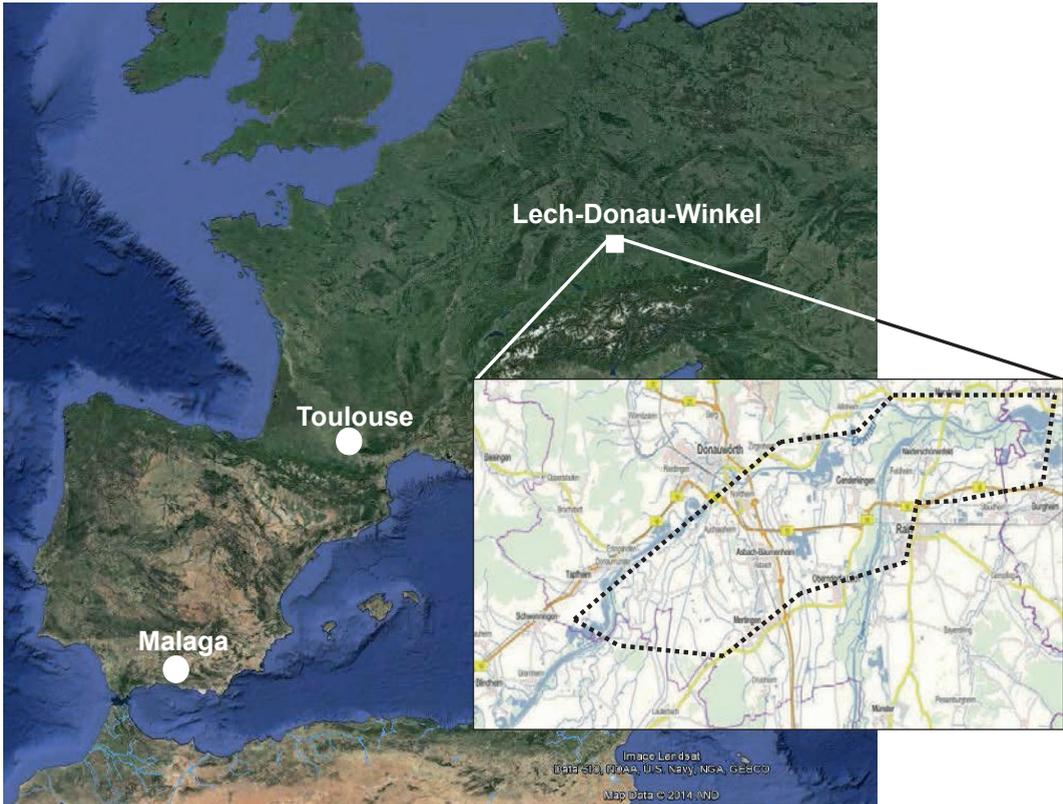
Dazu wählten wir die lokale bodennahe Lufttemperatur im Beobachtungsgebiet sowie in zwei

Regionen im Überwinterungs- bzw. Durchzugsgebiet in S-Frankreich und S-Spanien. Die Temperatur ist ein wichtiger Treiber für Veränderungen der Zugzeiten (z. B. Sparks et al. 2002, Cotton 2003, Hüppop und Hüppop 2003, Lehikoinen et al. 2004, Sparks et al. 2005, Hüppop und Winkel 2006, Saino et al. 2007).

Weiterhin berücksichtigen wir die Nordatlantische Oszillation. Unter ihr versteht man die langjährigen Schwankungen des Druckverhältnisses über dem Nordatlantik zwischen dem Islandtief im Norden und dem Azorenhoch im Süden. Sie ist ein wichtiger „Motor“ für die Witterungsverhältnisse in Europa, insbesondere durch ihre Auswirkung auf westliche Winde, die besonders die Strenge unserer Winter bestimmen. Dargestellt wird der Druckunterschied in einem Index (NAOI). Bei positivem NAOI sind sowohl Azorenhoch als auch Islandtief gut ausgebildet. Dies führt zu starken Westwinden, die milde und feuchte Luft nach Europa führen. Bei negativem NAOI dagegen sind die Druckunterschiede nur schwach und die Westwinde schwach. Die Folge sind kalte Winter in Mitteleuropa, bei zugleich aber feuchterem Wetter im Mittelmeerraum. Folglich beschreiben zahlreiche Publikationen einen Zusammenhang zwischen dem NAOI und dem folgenden Zuggeschehen (z. B. Forchhammer et al. 2002, Walther et al. 2002, Hüppop und Hüppop 2003, Hubalek 2003, Vähätalo et al. 2004).

## Material und Methoden

Die Erfassungen erfolgten ausschließlich durch F. H. im Lech-Donau-Winkel (Abb. 1) in den Jahren 1967 bis 2002. Aufgrund der Erfassung durch nur einen Beobachter spielen „Beobachtereffekte“ als Grund für Variationen in den jährlichen Erstbeobachtungsdaten kaum eine Rolle. Zwischen dem 1. März und dem 14. Mai wurden regelmäßig durchschnittlich 4,7 Exkursionen je Woche durchgeführt, mit meist ganztägigen Exkursionen an Samstagen, Feiertagen und Ferientagen sowie jeweils 2–4-stündigen Exkursionen an den meisten anderen Wochentagen. Das Beobachtungsgebiet umfasste die Donauauen zwischen Flusskilometer 2528,0 und 2489,0 und die umliegende Donautalebene südlich des Flusses bis zum Tertiären Hügelland mit intensiv genutztem Acker- und Grünland, aber auch Niedermoorresten, sowie die Lechtalau von der Mündung bis 12 km flussaufwärts. Hier erstreckten sich die Beobachtungen auf die Auwälder und Altwässer



**Abb. 1.** Lage des Untersuchungsgebietes sowie der Regionen für die Analyse der Temperaturabhängigkeit. Quellen: Europakarte: Google Earth, Insert: <http://geoportal.bayern.de/bayernatlas>. – *The study site as well as the regions of which temperature data were related to first arrival dates at the study site. Map sources: Google Earth and <http://geoportal.bayern.de/bayernatlas>, respectively.*

entlang des Flusses und die Ebenen östlich und westlich des Flusses. Die Exkursionen erstreckten sich über das gesamte Untersuchungsgebiet; schwerpunktmäßig und sehr regelmäßig aufgesucht wurden die Staustufen an Lech (Feldheim) und Donau (Bertoldsheim) mit ihren Verlandungszonen und ufernahen Auwäldern, größere Baggerseen-Komplexe bei Tapfheim, Hamlar und Gendelkingen, die Niedermoorreste der „Mertinger Höll“, Grünländer des Donaurieds bei Gremheim und Blindheim, die Donau-Altwasser „Apfelwörth“ und „Neugeschüttwörth“ im Lkr. Dillingen, Altwasser südl. Tapfheim und die Klär- und Schlamnteiche der Zuckerfabrik Rain bei Mittelstetten und Rain. Während der Exkursionen

wurden alle Beobachtungen notiert. Erfasst wurde grundsätzlich optisch (Fernglas und Spektiv) und akustisch; Klangattrappen wurden nicht eingesetzt. Alle beobachteten Vogelarten wurden erfasst, für die vorliegende Auswertung wurden aber nur solche Arten berücksichtigt, die nicht im Lech-Donau-Winkel überwintern. Insgesamt lagen zur Auswertung Daten von 48 Vogelarten vor, 19 Nicht-Singvogel- und 29 Singvogelarten (Tab. 1).

Für alle Datenreihen wurden Ausgleichslinien und deren Standardfehlerbereiche mittels des „Generalized Additive Models“ (GAM; mgcv-Paket; Wood 2011) des frei verfügbaren Statistikpakets R (R Core Team 2013) gerechnet. Dabei wird jeweils die Ausgleichskurve dargestellt,

**Tab. 1.** Statistische Ergebnisse zu Abb. 1 sowie Zuordnung der Arten zu Zugtyp (Kurz- und Mittelstreckenzieher KMZ; Langstreckenzieher LZ) und Nahrungsgilde. Fett gedruckt: signifikant. – Statistics to figure 1 and categorization of the study species according to migratory distance (short-/medium migrants, KMZ; long-distance migrants LZ) and trophic guild, respectively. In bold: statistically significant trend.

Art	wissenschaftlicher Name	Anzahl Jahre	Mittelwert (Datum)	Standardabweichung (Tag)	früheste Beobachtung (Datum)	späteste Beobachtung (Datum)	R2 GAM	Trend (Tage/Jahr)	Zugtyp	Nahrung
Knäekente	<i>Anas querquedula</i>	35	12. Mrz.	8,1	21. Feb.	4. Apr.	0,063	-0,229	FZ	aquat
Fischadler	<i>Panidion haliaetus</i>	23	8. Apr.	15,8	17. Mrz.	13. Mai.	<b>0,195</b>	<b>-0,745</b>	FZ	aquat
Wespenbussard	<i>Pernis ptilorivus</i>	32	16. Mai.	12,9	10. Apr.	17. Jun.	<b>0,255</b>	0,181	FZ	insect
Rohrweihe	<i>Circus aeruginaeus</i>	33	24. Mrz.	5,2	15. Mrz.	4. Apr.	0,019	0,055	FZ	anim
Schwarzmilan	<i>Milvus migrans</i>	34	25. Mrz.	13,3	13. Feb.	29. Apr.	0,097	<b>-0,425</b>	FZ	anim
Baumfalke	<i>Falco subbuteo</i>	36	3. Mai.	13,8	17. Apr.	25. Jun.	0,115	<b>-0,424</b>	FZ	insect
Wachtelkönig	<i>Crex crex</i>	34	8. Mai.	13,6	19. Apr.	12. Jun.	0,091	-0,003	KMZ	graniv
Flussregenpfeifer	<i>Charadrius dubius</i>	34	3. Apr.	13,4	6. Mrz.	2. Mai.	<b>0,406</b>	<b>-0,865</b>	FZ	aquat
Flussuferläufer	<i>Actitis hypoleucos</i>	32	24. Apr.	5,7	11. Apr.	06. Mai	0,152	-0,158	KMZ	aquat
Grünschenkel	<i>Tringa nebularia</i>	34	17. Apr.	8,8	28. Mrz.	02. Mai	0,019	-0,188	FZ	aquat
Bruchwasserläufer	<i>Tringa glareola</i>	35	27. Apr.	7,1	09. Apr.	11. Mai	0,082	-0,084	FZ	aquat
Kampfläufer	<i>Philomachus pugnax</i>	34	19. Mrz.	12,9	18. Feb.	21. Apr.	0,010	0,071	FZ	aquat
Zwergmöwe	<i>Hydrocolobus minutus</i>	33	29. Apr.	7,5	15. Apr.	14. Mai	<b>0,388</b>	<b>-0,396</b>	KMZ	aquat
Trauerseeschwalbe	<i>Chlidonias niger</i>	36	29. Apr.	5,8	19. Apr.	10. Mai	<b>0,208</b>	-0,164	FZ	aquat
Flusseeeschwalbe	<i>Sterna hirundo</i>	19	02. Mai	10,4	19. Apr.	27. Mai	0,072	0,377	FZ	aquat
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	36	28. Feb.	9,0	10. Feb.	17. Mrz.	<b>0,442</b>	<b>-0,578</b>	KMZ	graniv
Turteltaube	<i>Streptopelia turtur</i>	36	06. Mai	9,5	14. Apr.	27. Mai	0,112	-0,152	FZ	graniv
Kuckuck	<i>Cuculus canorus</i>	35	16. Apr.	6,2	31. Mrz.	29. Apr.	0,012	-0,005	FZ	insect
Mauersegler	<i>Apus apus</i>	35	27. Apr.	4,3	19. Apr.	05. Mai	<b>0,221</b>	<b>-0,203</b>	FZ	aerial
Pirol	<i>Oriolus oriolus</i>	35	04. Mai	5,5	25. Apr.	16. Mai	<b>0,394</b>	<b>-0,207</b>	FZ	insect
Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>	33	04. Mai	7,1	17. Apr.	24. Mai	0,022	-0,066	FZ	anim
Uferschwalbe	<i>Riparia riparia</i>	28	07. Apr.	8,0	23. Mrz.	20. Apr.	<b>0,373</b>	<b>-0,375</b>	FZ	aerial
Rauchschwalbe	<i>Hirundo rustica</i>	32	28. Mrz.	5,7	17. Mrz.	07. Apr.	<b>0,200</b>	-0,156	FZ	aerial
Mehlschwalbe	<i>Delichon urbicum</i>	27	10. Apr.	7,0	26. Mrz.	24. Apr.	<b>0,164</b>	<b>-0,267</b>	FZ	aerial
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	33	04. Apr.	5,4	26. Mrz.	16. Apr.	0,057	-0,015	FZ	insect
Zilpzalp	<i>Phylloscopus collybita</i>	36	14. Mrz.	6,5	25. Feb.	25. Mrz.	<b>0,248</b>	<b>-0,318</b>	KMZ	insect
Feldschwirl	<i>Locustella naevia</i>	34	22. Apr.	5,0	11. Apr.	30. Apr.	0,086	0,024	FZ	insect
Sumpfrohrsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>	35	12. Mai	4,5	04. Mai	20. Mai	0,016	-0,057	FZ	insect
Teichrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	34	29. Apr.	5,4	22. Apr.	11. Mai	<b>0,439</b>	<b>-0,337</b>	FZ	insect

Art	wissenschaftlicher Name	Anzahl Jahre	Mittelwert (Datum)	Standardabweichung (Tage)	früheste Beobachtung (Datum)	späteste Beobachtung (Datum)	R2 GAM	Trend (Tage/Jahr)	Zugtyp	Nahrung
Gelbspötter	<i>Hippobolais ictrina</i>	35	07. Mai	5,6	26. Apr.	23. Mai	<b>0,329</b>	<b>-0,322</b>	FZ	insect
Mönchsgrasmücke	<i>Sylvia atricapilla</i>	32	05. Apr.	8,9	13. Mrz.	29. Apr.	<b>0,351</b>	<b>-0,505</b>	KMZ	insect
Gartengrasmücke	<i>Sylvia borin</i>	34	03. Mai	4,1	25. Apr.	13. Mai	<b>0,447</b>	<b>-0,249</b>	FZ	insect
Klappergrasmücke	<i>Sylvia curruca</i>	34	18. Apr.	7,3	04. Apr.	05. Mai	0,022	-0,035	FZ	insect
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>	34	26. Apr.	5,6	12. Apr.	05. Mai	0,028	0,032	FZ	insect
Misteldrossel	<i>Turdus viscivorus</i>	36	21. Feb.	11,1	01. Feb.	16. Mrz.	<b>0,170</b>	<b>-0,353</b>	KMZ	anim
Singdrossel	<i>Turdus philomelos</i>	36	17. Feb.	8,3	03. Feb.	10. Mrz.	0,013	-0,101	KMZ	anim
Rotdrossel	<i>Turdus ilicis</i>	36	06. Mrz.	14,0	04. Feb.	25. Mrz.	0,063	-0,295	KMZ	anim
Grauschnäpper	<i>Muscicapa striata</i>	33	07. Mai	4,8	25. Apr.	17. Mai	<b>0,137</b>	<b>-0,188</b>	FZ	aerial
Trauerschnäpper	<i>Ficedula hypoleuca</i>	32	24. Apr.	7,2	09. Apr.	09. Mai	<b>0,131</b>	<b>-0,282</b>	FZ	insect
Halsbandschnäpper	<i>Ficedula albicollis</i>	27	29. Apr.	7,2	11. Apr.	09. Mai	<b>0,192</b>	<b>-0,414</b>	FZ	insect
Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>	35	20. Apr.	7,0	24. Mrz.	30. Apr.	0,062	-0,201	FZ	insect
Blaukehlchen	<i>Luscinia svecica</i>	32	28. Mrz.	6,1	11. Mrz.	08. Apr.	<b>0,344</b>	<b>-0,319</b>	KMZ	insect
Hausrotschwanz	<i>Phoenicurus ochruros</i>	35	19. Mrz.	9,5	12. Feb.	04. Apr.	<b>0,172</b>	<b>-0,407</b>	KMZ	insect
Gartenrotschwanz	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	36	17. Apr.	6,2	03. Apr.	01. Mai	0,003	0,093	FZ	insect
Steinschmätzer	<i>Oenanthe oenanthe</i>	29	11. Apr.	11,2	24. Mrz.	29. Apr.	0,045	-0,118	FZ	insect
Baumpieper	<i>Anthus trivialis</i>	35	13. Apr.	6,6	30. Mrz.	26. Apr.	<b>0,266</b>	<b>0,333</b>	FZ	insect
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	33	04. Apr.	6,1	24. Mrz.	18. Apr.	0,019	0,042	FZ	insect
Girlitz	<i>Serinus serinus</i>	28	02. Apr.	17,8	18. Feb.	25. Apr.	<b>0,267</b>	<b>-0,729</b>	KMZ	graniv

welche die Daten bei vorgewählten maximalen Freiheitsgraden (hier 3) am besten repräsentiert. Für den Vergleich von Veränderungen über die Zeit von z. B. Kurz- und Mittelstreckenziehern gegenüber Transsaharaziehern oder von Nicht-Singvögeln gegenüber Singvögeln wurden zudem für alle Arten lineare Regressionen ermittelt.

Zudem wurden die Erstbeobachtungsdaten mit Wetterdaten korreliert. Als Wetterdaten wählten wir zum einen die bodennahe monatliche Lufttemperatur in Monaten des Zuges in drei ausgewählten Regionen: Februar bis April im Lech-Donau-Winkel (Bayern), Februar bis Mai in der Region Toulouse (S-Frankreich) und der Region Malaga (S-Spanien). Damit sollten die Zugperioden in verschiedenen Regionen der Überwinterung (für die Kurz- und Mittelstreckenzieher) bzw. des Durchzuges (Transsaharazieher) repräsentiert werden. Die Lufttemperaturen für die drei Regionen wurden als NCEP-Daten für das betreffende  $2,5^\circ \times 2,5^\circ$  Längen- und Breitenraster <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.surface.html> (letzter Zugriff 27. Mai 2014) bezogen. Zum anderen prüften wir den Einfluss der Nordatlantischen Oszillation auf die Zugzeiten. Dazu haben wir in dieser Arbeit aus den monatlichen Werten des NAOI (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/norm.nao.monthly.b5001.current.ascii>; letzter Zugriff am 27. Mai 2014) einen mittleren NAOI für die Monate Februar bis April berechnet, welche die Zugzeiten der hier behandelten Arten unseres Erachtens besser abdecken als der sonst meist benutzte Winter-NAOI (Hurrell 1995), der die Monate Dezember bis März umfasst (Hurrell DJFM-NAOI: [https://climate-dataguide.ucar.edu/sites/default/files/climate\\_index\\_files/nao\\_station\\_djfm.txt](https://climate-dataguide.ucar.edu/sites/default/files/climate_index_files/nao_station_djfm.txt); letzter Zugriff am 27. Mai 2014). Zwischen beiden besteht aber für den Untersuchungszeitraum ein signifikanter Zusammenhang ( $R^2 = 0,26$ ;  $p = 0,001$ ;  $n = 36$ ).

Statistik: Mit Ausnahme der GAM (s. o.) wurden alle statistischen Auswertungen mit dem Programm IBM SPSS Statistics 21 durchgeführt. Als statistisch signifikant werden alle Aussagen bezeichnet, für die die Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$  kleiner als 5 % ist ( $p < 0,05$ ).

## Ergebnisse

Die zeitlichen Veränderungen der jährlichen Erstbeobachtungen sind für alle 48 Arten in Abb. 2 dargestellt; die statistischen Kenndaten

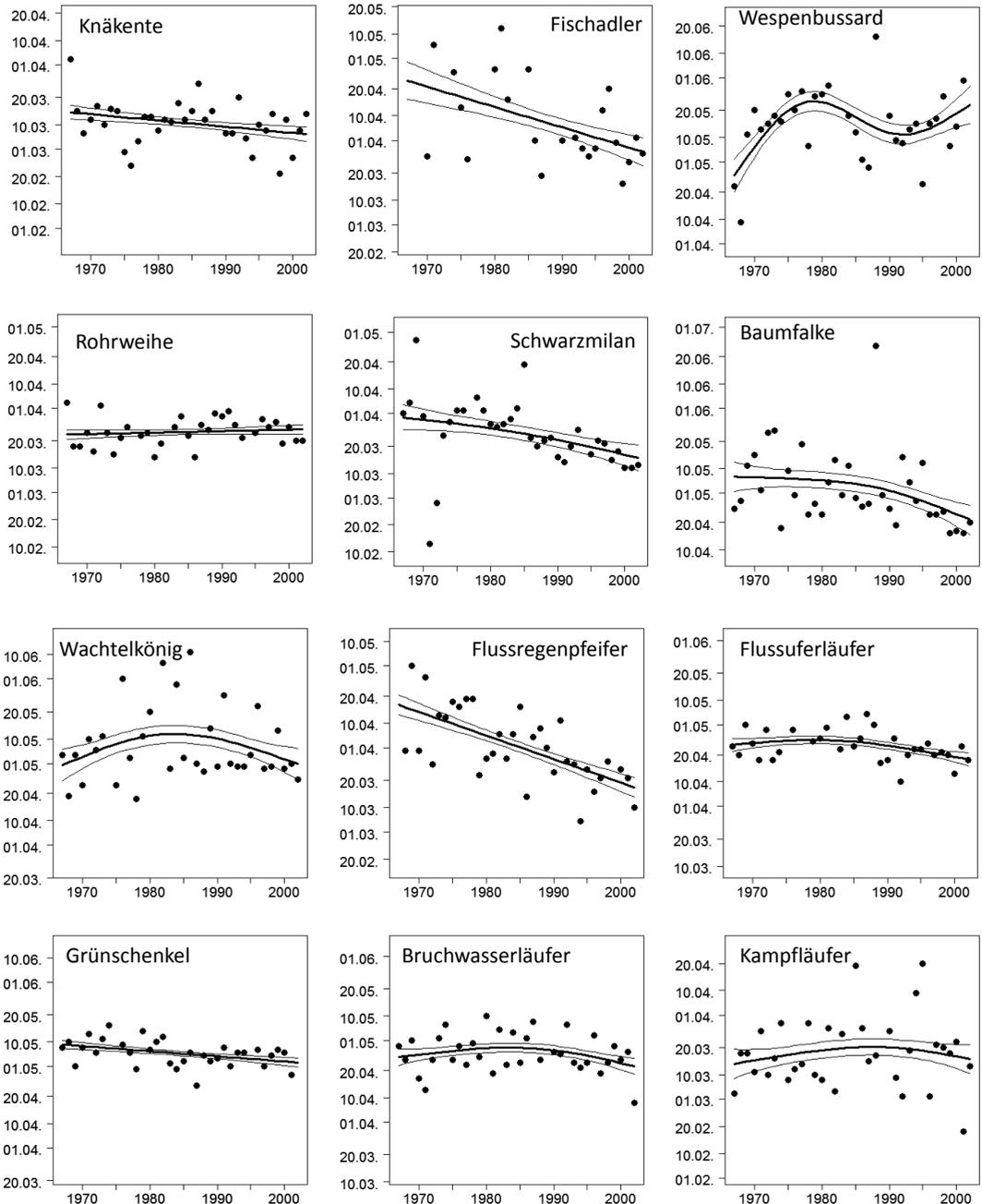
sind in Tab. 1 zusammengefasst. In 24 der 48 Arten sind die angepassten GAM-Funktionen signifikant; die linearen Trends sind es in 23 der 48 Arten. Nur bei zwei Arten der statistisch gesicherten Fälle, Wespenbussard und Pirol, ist eine deutliche Abweichung von einem langfristig näherungsweise linearen Verlauf auffällig. Bei einigen Arten zeigt sich, dass langfristig signifikant lineare Veränderungen in erster Linie durch die Veränderungen seit Mitte der 1980er Jahre bedingt sind, so bei Trauerseeschwalbe, Rauch- und Uferschwalbe, Gartengrasmücke und Girlitz. Bei der Misteldrossel beruht die Signifikanz allerdings auf Veränderungen vor den 1980er Jahren.

Von den 23 statistisch signifikanten Trends sind 22 negativ, d.h. die Arten zeigen eine signifikante Verfrühung ihrer Erstbeobachtungsdaten über die 36 Jahre. Nur eine Art, der Baumpieper, zeigt eine signifikante Verspätung seiner Erstbeobachtung. Nimmt man die Fälle hinzu, bei denen eine Veränderung von mindestens 1 Tag/Dekade zu beobachten ist, sind von den 35 Trends 32 (91,4 %) negativ; drei Arten (neben Baumpieper noch Flusseeeschwalbe und Wespenbussard) wurden über die 36 Jahre zunehmend später beobachtet.

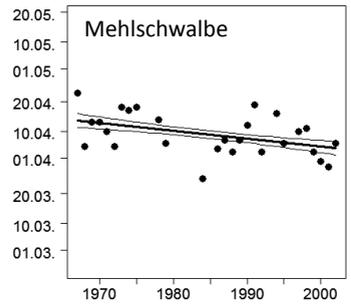
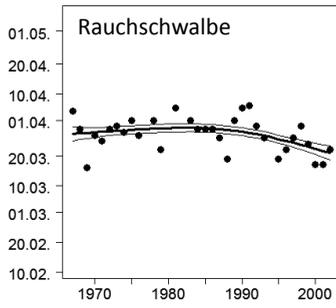
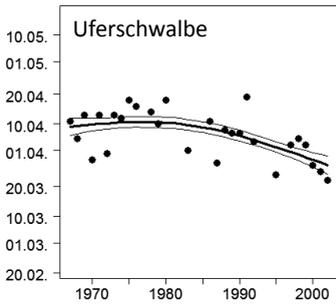
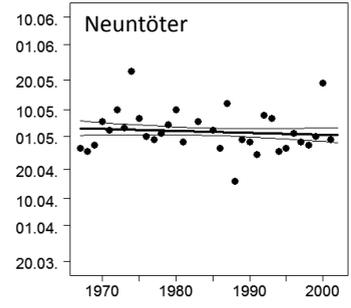
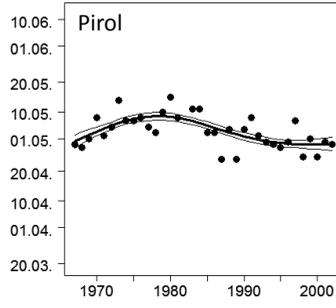
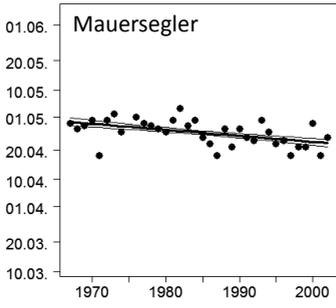
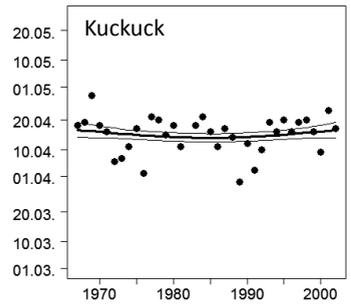
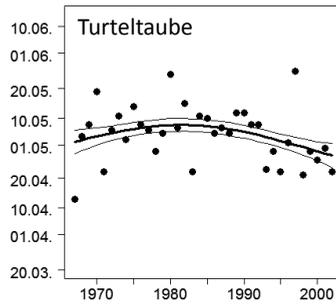
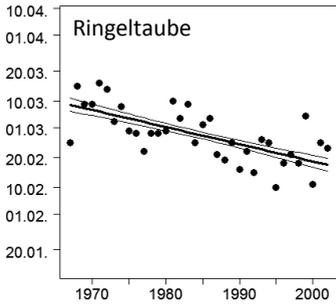
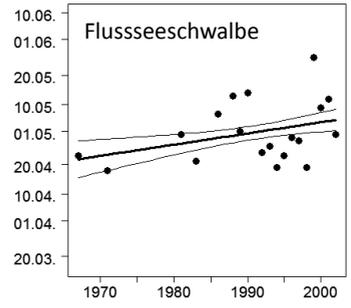
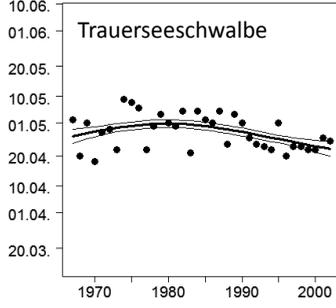
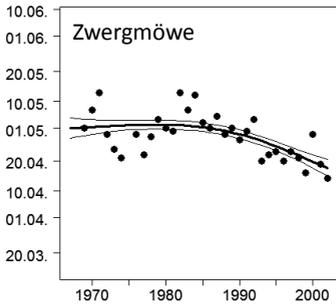
Trennt man die Arten auf in diejenigen, die innerhalb Europas überwintern (Kurz- und Mittelstreckenzieher, KMZ) und die, die ins tropische Afrika ziehen (Langstreckenzieher, LZ), so findet man keinen Unterschied im Anteil verfrühter gegenüber späterer Erstbeobachtung (Tab. 2): Von den 12 KMZ wurden alle zunehmend früher beobachtet, bei den LZ sind es 20 von 23 Arten ( $\chi^2$ -Test;  $p = 0,373$ ).

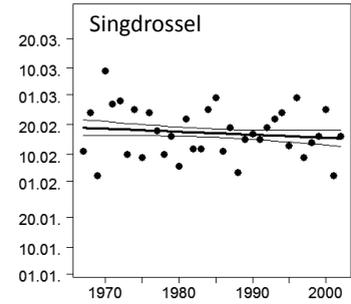
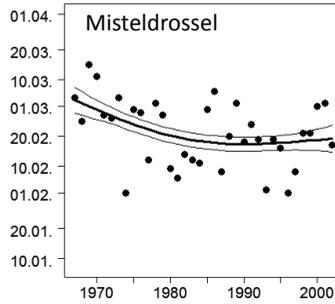
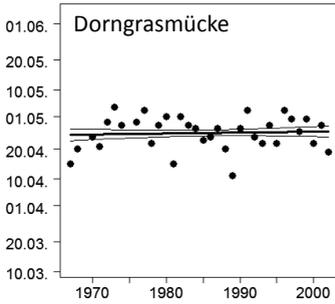
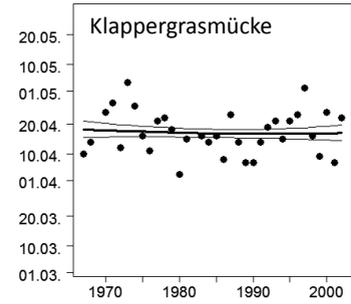
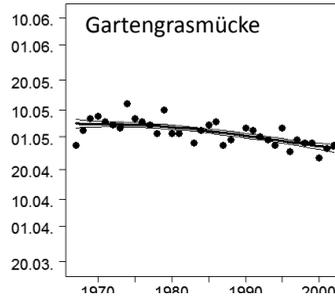
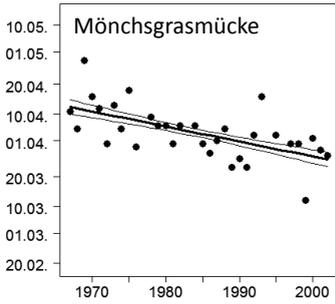
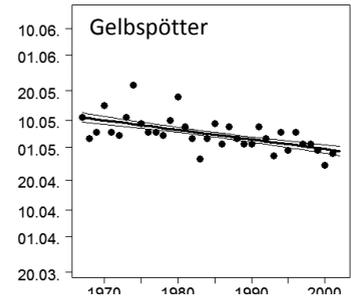
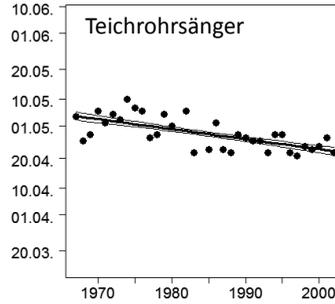
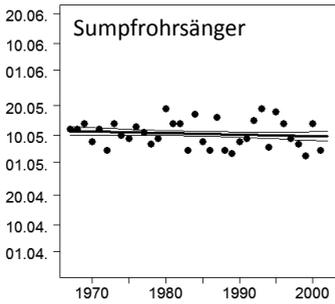
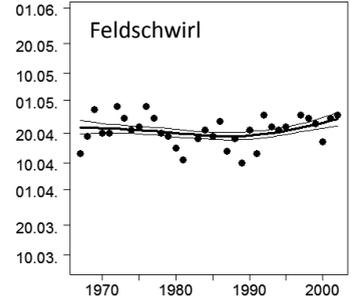
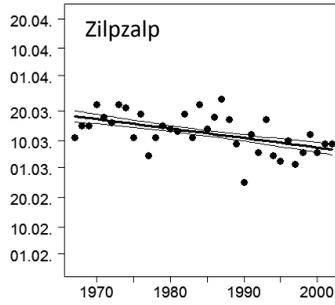
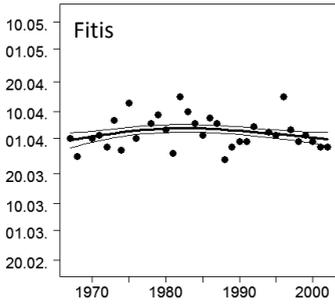
**Mittlere Trends.** Die mittleren Veränderungen reichen von Verfrühungen um bis zu 8 Tagen in 10 Jahren beim Flussregenpfeifer bis zu Verspätungen von 3,3 Tagen/Jahrzehnt beim Baumpieper und der Flusseeeschwalbe (Abb. 3). Betrachten wir nur Arten mit einem mittleren Trend von mehr als 1 Tag Veränderung pro Dekade, so zeigen sich keine Unterschiede zwischen Nicht-Singvögeln und Singvögeln (ANOVA,  $F_{1,33} = 0,006$ ;  $p = 0,939$ ), keine zwischen KMZ und LZ (ANOVA,  $F_{1,33} = 2,629$ ;  $p = 0,114$ ) und auch die Ernährungsweise spielt keine Rolle (ANOVA,  $F_{4,30} = 0,737$ ;  $p = 0,574$ ).

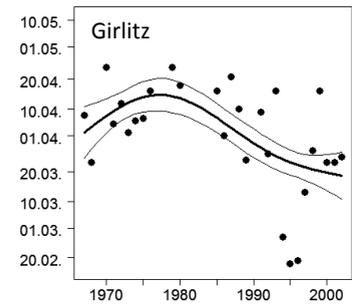
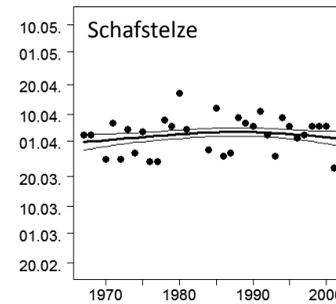
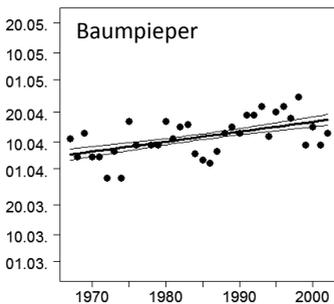
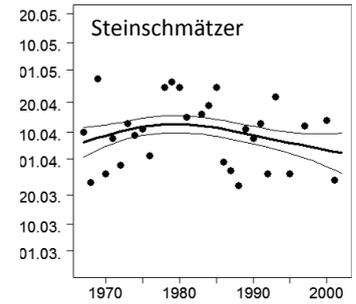
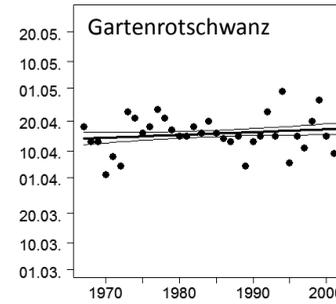
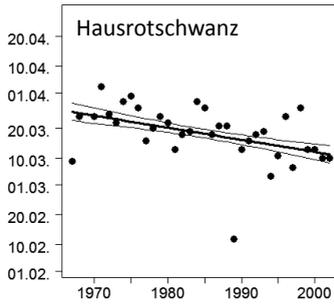
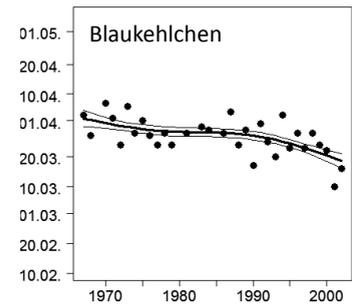
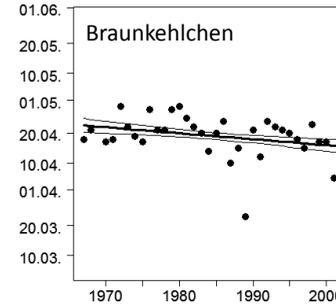
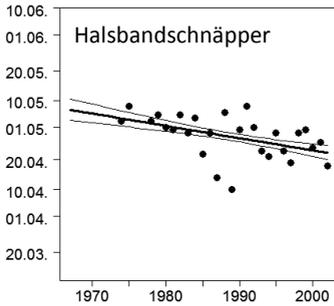
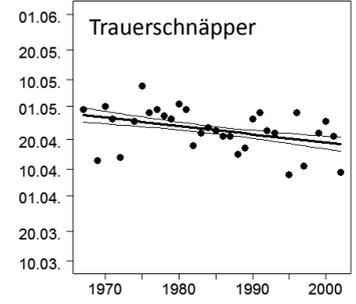
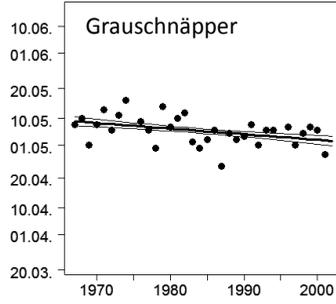
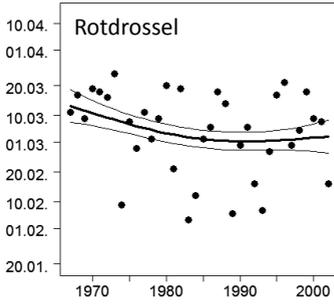
**Einfluss von lokaler Temperatur und NAO.** Im Beobachtungsgebiet wie in den Überwinterungs-



**Abb. 2.** Veränderung der jährlichen Erstbeobachtung von 48 Zugvogelarten im Lech-Donau-Winkel zwischen 1967 und 2002. Die Ausgleichskurven und ihre Streuung wurden über eine GAM-Analyse ermittelt (s. Methoden). Zur Statistik s. Tab. 1. Zum besseren Vergleich wurden die y-Achsen auf  $\pm 45$  Tage um den Mittelwert skaliert. – *Changes in first arrival dates of 48 migratory species in the Lech-Donau region between 1967 and 2002. The curves and their respective deviations result from GAM-analyses (for details see Methods). For statistics see Table 1. For better comparison the y-axes were scaled to  $\pm 45$  days around the mean arrival date.*







**Tab. 2.** Übersicht zu den festgestellten Veränderungen der Erstbeobachtungen zwischen 1967 und 2002. – *Summary of changes of first arrival dates between 1967 and 2002.*

	Anzahl Arten	>1 Tag pro Dekade	Verfrühung		Verspätung	
			Anzahl Arten	signifikant	Anzahl Arten	signifikant
Nicht-Singvögel	19	14	12	7	2	0
Singvögel	29	21	20	15	1	1
alle Arten	48	45	32	22	3	1

gebieten in S-Europa haben sich die monatlichen Durchschnittstemperaturen der bodennahen Luft über den Beobachtungszeitraum erhöht (Anhang), wobei die linearen Trends im März im Beobachtungsgebiet sowie jeweils im Februar in S-Frankreich bzw. S-Spanien nicht signifikant sind (s. Anhang). Ebenso hat sich im Beobachtungszeitraum der NAOI für die Zugzeiten signifikant zu positiveren Werten verändert (Anhang).

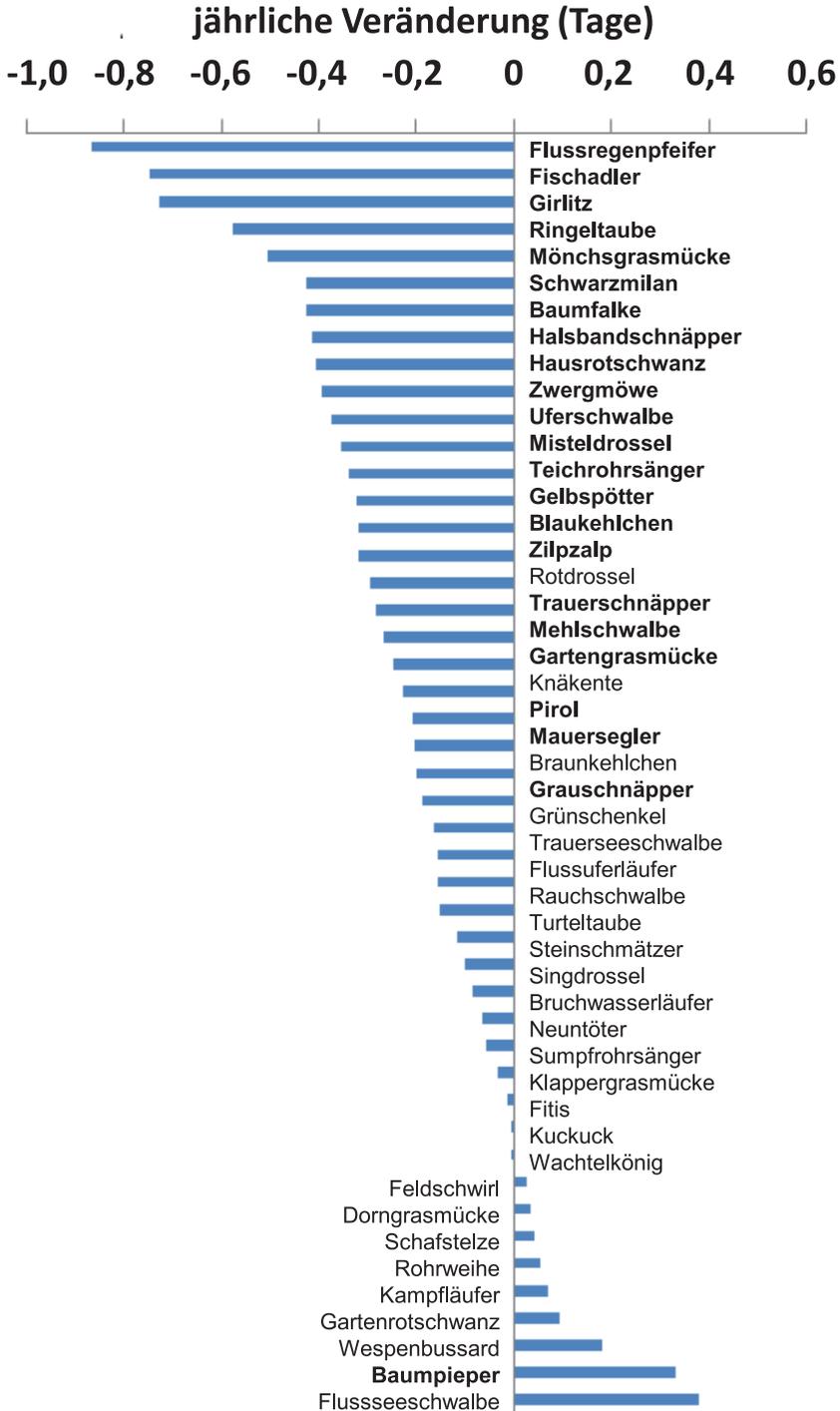
In zahlreichen Fällen korrelieren die Erstbeobachtungstermine im Lech-Donau-Winkel mit der regionalen bodennahen Lufttemperatur im Beobachtungsgebiet und/oder im Durchzugsgebiet und/oder auch mit dem Frühjahrsindex der Nordatlantischen Oszillation (NAOI\_FMA; Tab. 3). Bei 10 der insgesamt 48 Arten gibt es einen signifikanten Zusammenhang mit dem NAOI, in acht Fällen negativ, die Arten also umso früher ankommen, je positiver der NAOI ist. Bei 24 Arten besteht ein signifikanter Zusammenhang mit einer der monatlichen Mitteltemperaturen im Beobachtungsgebiet, davon 23 negativ, d. h. je wärmer es im Beobachtungsgebiet war, umso früher lag die jährliche Erstbeobachtung. Bei 19 Arten fand sich eine signifikant negative Korrelation mit den monatlichen Durchschnittstemperaturen zwischen Februar und Mai in S-Frankreich, bei 24 Arten mit den monatlichen Durchschnittstemperaturen zwischen Februar und Mai in S-Spanien. In einem Fall (Baumpieper) war dieser Zusammenhang signifikant positiv.

Um den wichtigsten dieser Klimafaktoren für jede einzelne Art zu erkennen, haben wir eine schrittweise multiple Regressionsanalyse durchgeführt, aus der wir im Folgenden nur den im ersten Schritt als bedeutsamsten Faktor identifizierten vorstellen. Bei 19 der 48 Arten konnten keinerlei signifikante Zusammenhänge mit einem der Klimafaktoren gefunden werden, bei zehn

Arten waren es die lokalen Temperaturen im Beobachtungsgebiet, die die Erstbeobachtungen bestimmten, bei weiteren sieben Arten die Temperaturen in S-Frankreich und bei anderen zehn Arten die Temperaturen in S-Spanien. Nur in zwei Fällen (Rohrweihe, Hausrotschwanz) erklärt vor allem der NAOI die Variation der Erstbeobachtungen im Beobachtungsgebiet, wobei bei der Rohrweihe der Zusammenhang positiv ist, beim Hausrotschwanz dagegen negativ.

## Diskussion

Wie schon für viele Orte und Regionen gezeigt (s. Einleitung), haben sich auch im Lech-Donau-Winkel die Erstbeobachtungen der meisten Arten über 36 Jahre zwischen 1967 und 2002 verfrüht. Lediglich bei drei Arten ist eine nennenswerte Verspätung sichtbar. Der Klimawandel zeigt also auch hier deutliche Spuren. Dabei fanden wir keine Unterschiede in der Häufigkeit wie im Ausmaß der Verfrühung zwischen den Langstreckenziehern, die in Afrika südlich der Sahara überwintern, und den Kurz- und Mittelstreckenziehern, die innerhalb Europas überwintern. Dies scheint im Widerspruch mit anderen Berichten zu stehen, wonach Kurz- und Mittelstreckenzieher ihre Ankunftszeiten stärker verfrühen als Langstreckenzieher (z. B. Tryanowski et al. 2002, Peintinger und Schuster 2005). Allerdings fanden sich auch andernorts keine signifikanten Unterschiede zwischen KMZ und LZ (z. B. Zalakevicius 1998, Hüppop und Hüppop 2003, Zalakevicius et al. 2006, Ernst 2013). Insofern sind verallgemeinernde Schlussfolgerungen mit Vorsicht zu sehen. KMZ reagieren aber scheinbar mehr auf lokale Temperaturen, die LZ dagegen mehr auf großräumige Klimafaktoren wie den NAO (Hubalek 2003, Hüppop und Hüppop 2003, Zalakevicius



**Abb. 3.** Mittlere jährliche Veränderungen der Erstbeobachtungen aller Arten, sortiert nach dem Ausmaß der Veränderung. Fett gedruckt: signifikanter linearer Trend. – Mean annual trend of change of first arrival date of all species, listed in order of magnitude of change. In bold: statistically significant linear trend.

et al. 2006, Lehikoinen und Sparks 2010). Zudem sollte immer berücksichtigt werden, dass den verschiedenen Studien verschiedene Artengruppen und teilweise verschiedene Zeiträume zugrunde liegen, und nicht nur Klimafaktoren Zugverhalten und Ankunftsstermine beeinflussen (z. B. Berthold 1996, Coppack und Pulido 2004, Tryanowski et al. 2005, Gill et al. 2014).

Angesichts der Diskussion um die Bedeutung und Konsequenz einer früheren Rückkehr aus dem Winterquartier, früheren Brutterminen, unterschiedlicher Raten klimabedingter phänologischer Veränderungen verschiedener trophischer Stufen (Thackery et al. 2010) und der daraus möglicherweise resultierenden Asynchronität („mis-match“) zwischen Nestlingszeit und Futterangebot (z. B. Saino et al. 2011), ist interessant zu sehen, dass wir in unserer Analyse keinen Zusammenhang zwischen dem Nahrungstyp und Veränderungen der Erstbeobachtungen fanden. Auch wenn wir für die Gilde der sich animalisch oder granivor ernährenden Arten nur wenige Fälle haben, zeigen sich keinerlei signifikante Zusammenhänge. Es fällt aber auf, dass die Variationsbreite der Trends bei den sich aquatisch ernährenden Arten sehr viel größer ist als in den anderen Gilden.

Neben dem Zugtyp sind es insbesondere klimatische Faktoren, die als Treiber der Veränderung von Zugzeiten diskutiert werden. In unserer Analyse zeigten sich bei 60 % der Arten Korrelationen der Erstbeobachtungsdaten mit den durchschnittlichen monatlichen Temperaturen im Beobachtungsgebiet bzw. im Winterquartier und entlang der Zugwege oder dem NOAI, wobei aber der NAOI nur in zwei Fällen als signifikant bedeutsam erscheint. In den anderen Fällen sind es die regionalen Temperaturen, welche die Veränderungen in den Erstbeobachtungen am besten erklären. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen Hüppop und Winkel (2006) in einer europaweiten Analyse für den Trauerschnäpper oder auch Marra et al. (2005) für Nordamerika. Allerdings werden die regionalen Temperaturen stark von der Nordatlantischen Oszillation bestimmt.

**Wie repräsentativ und relevant sind Erstbeobachtungsdaten?** So zahlreich die Arbeiten sind, die Veränderungen, überwiegend Verfrühungen, in den Erstbeobachtungsdaten über die letzten Jahrzehnte beschreiben, so offen sollte man aber auch diskutieren, welche Relevanz und Konsequenz Erstbeobachtungen bzw. die Feststellung von früheren Ankunftssterminen haben (Sparks et

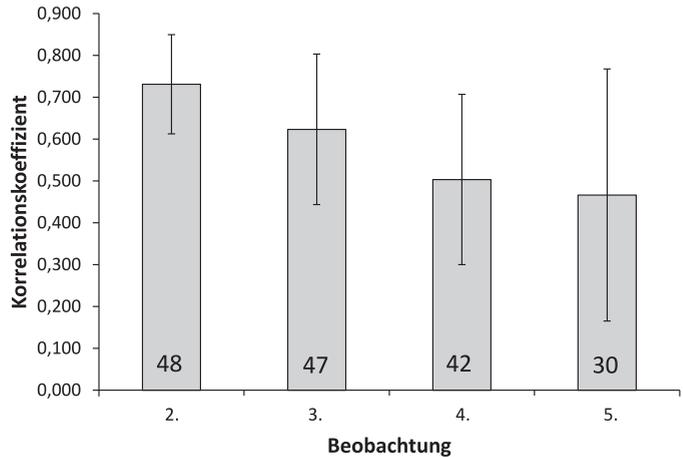
al. 2001, 2005). So fanden Ahola et al. (2004) am Trauerschnäpper in S-Finnland, dass sich dort zwar die Erstbeobachtungen verfrüht haben, der jährliche Median, also der Zeitpunkt, an dem 50 % der Populationen angekommen waren, dagegen nicht. Ähnliches fanden Ptaszyc et al. (2003) beim Weißstorch in Polen. Andererseits können Hüppop und Hüppop (2003, 2005) an den Durchzugszahlen von Helgoland zeigen, dass sich bei vielen Arten auch die mittleren Durchzugstermine im Frühjahr signifikant verfrüht haben. Ähnliches gilt für die mittleren Durchzugzeiten im Frühjahr auf der Kurischen Nehrung (Sokolov 2001). Für Mönchgrasmücke und Zilpzalp fand Bezzel (2010) keinen Unterschied in den zeitlichen Veränderungen innerhalb der ersten zehn Beobachtungen eines Jahres, beim Berglaubsänger dagegen haben sich die Erstbeobachtungen stärker verfrüht als die 5. bis 10. Feststellungen. Zwar können wir mit unserem Material aus den Beobachtungsdaten nicht ableiten, wann die jährlichen medianen Durchzugstermine waren, aber durch die hohe Frequenz der Beobachtungsgänge können wir prüfen, in welcher Beziehung die Erstbeobachtungen zu den folgenden vier Beobachtungen stehen. Dazu haben wir die Spearman-Rangkorrelationen zwischen den ersten fünf Beobachtungen ermittelt, sofern aus mindestens fünf Jahren Daten vorlagen (Abb. 4). Während die jeweils zweite Beobachtung noch sehr gut mit der Erstbeobachtung korreliert und alle 48 Korrelationen auch signifikant sind, sind es bei der 3. Beobachtung nur mehr 37 von 47, bei der 4. Beobachtung 22 von 42 und bei der 5. Beobachtung 14 von 30. Zwischen der 5. und Erstbeobachtung besteht durchschnittlich nur noch ein recht schwacher Zusammenhang ( $r_s = 0,466 \pm 0,301$ ;  $n = 30$ ). Dabei gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen KMZ und LZ. Mit der Interpretation von Erstbeobachtungsdaten sollte also sehr sorgfältig umgegangen werden, da Erstbeobachtungen nicht zwingend das Ankunftsverhalten der Population abbilden. Møller et al. (2008) fanden allerdings in einer Metastudie, in der sie 100 europäische Arten berücksichtigten, einen negativen Zusammenhang zwischen Populationsentwicklung und Veränderungen der Erstankunft. Arten, die sich verfrühten, nahmen zu, während Arten mit keiner Verfrühung oder gar Verspätung abnahmen. Sie führen dies auf die nachfolgende Asynchronität („mis-match“) zwischen Nestlingszeit und Futterangebot zurück. Eine solche ist als Folge der unterschiedlichen Raten klimabedingter phänologischer Ver-

**Tab. 3.** Pearson-Korrelationskoeffizienten zwischen Erstbeobachtung und klimatischen Faktoren. Fett gedruckt: signifikant. – *Pearson correlation coefficients between first arrival date and climatic factors. In bold: statistically significant.*

Art	Lufttemperatur															
	Lech-Donau-Winkel					S-Frankreich					S-Spanien					
	NAOI_FMA	März	April	Mai	Februar	März	April	Mai	Februar	März	April	Mai	Februar	März	April	Mai
Knäkente	-0,120	-0,134	-0,154	-0,068	<b>-0,373</b>	-0,197	0,030	-0,105	-0,176	-0,087	-0,080	0,140	-0,212	-0,232	-0,319	<b>-0,435</b>
Fischadler	<b>-0,451</b>	0,017	-0,156	-0,175	-0,136	-0,186	0,126	<b>-0,429</b>	-0,212	-0,232	-0,319	<b>-0,435</b>	0,008	0,108	0,180	-0,117
Wespenbussard	-0,082	0,160	-0,231	0,166	0,144	0,137	-0,034	0,039	0,008	0,108	0,180	-0,117	-0,059	0,110	0,205	-0,247
Rohrweihe	<b>0,509</b>	0,154	-0,038	-0,170	0,202	0,225	-0,037	-0,008	-0,059	0,110	0,205	-0,247	-0,150	-0,096	-0,054	-0,011
Schwarzmilan	-0,175	-0,117	-0,258	-0,162	-0,127	-0,135	-0,188	-0,319	-0,150	-0,096	-0,054	-0,011	-0,154	-0,191	0,025	-0,150
Baumfalke	-0,099	-0,269	-0,052	0,094	-0,080	<b>-0,373</b>	-0,022	-0,116	-0,154	-0,191	0,025	-0,150	-0,209	-0,313	<b>-0,473</b>	-0,238
Wachtelkönig	-0,135	-0,165	-0,254	-0,055	<b>-0,370</b>	-0,095	-0,267	-0,049	-0,209	-0,313	<b>-0,473</b>	-0,238	-0,230	<b>-0,407</b>	-0,299	<b>-0,466</b>
Flussregenpfeifer	<b>-0,415</b>	<b>-0,397</b>	-0,097	-0,236	-0,169	<b>-0,505</b>	0,009	<b>-0,388</b>	-0,230	<b>-0,407</b>	-0,299	<b>-0,466</b>	-0,282	0,024	0,026	-0,277
Flussuferläufer	<b>-0,415</b>	-0,335	-0,130	<b>-0,506</b>	-0,331	-0,131	-0,001	<b>-0,661</b>	-0,282	0,024	0,026	-0,277	-0,225	<b>-0,469</b>	-0,227	-0,136
Grünschenkel	-0,114	<b>-0,503</b>	0,260	0,206	-0,288	<b>-0,416</b>	0,032	0,017	-0,225	<b>-0,469</b>	-0,227	-0,136	-0,302	-0,129	-0,191	-0,033
Bruchwasserläufer	-0,067	-0,176	-0,256	-0,216	-0,205	-0,157	-0,285	-0,070	-0,302	-0,129	-0,191	-0,033	0,266	-0,022	-0,198	0,208
Kampfläufer	0,026	0,018	<b>0,345</b>	0,088	0,106	-0,128	0,034	0,096	0,266	-0,022	-0,198	0,208	-0,242	<b>-0,344</b>	-0,276	<b>-0,447</b>
Zwergmöwe	-0,159	<b>-0,434</b>	-0,105	-0,286	-0,277	<b>-0,605</b>	-0,063	<b>-0,429</b>	-0,242	<b>-0,344</b>	-0,276	<b>-0,447</b>	0,021	-0,201	<b>-0,407</b>	-0,215
Trauerseeschwalbe	-0,090	-0,073	-0,240	-0,210	0,054	-0,136	-0,145	-0,272	0,021	-0,201	<b>-0,407</b>	-0,215	0,231	0,286	0,258	<b>0,472</b>
Flusseeeschwalbe	-0,023	0,201	-0,245	0,295	0,096	0,209	0,077	<b>0,413</b>	0,231	0,286	0,258	<b>0,472</b>	<b>-0,441</b>	<b>-0,433</b>	<b>-0,368</b>	<b>-0,422</b>
Ringeltaube	<b>-0,536</b>	-0,158	-0,097	-0,219	<b>-0,468</b>	-0,322	-0,150	<b>-0,409</b>	<b>-0,441</b>	<b>-0,433</b>	<b>-0,368</b>	<b>-0,422</b>	0,071	-0,135	-0,066	-0,176
Turteltaube	0,109	-0,022	<b>-0,575</b>	-0,229	0,148	-0,141	-0,166	-0,123	0,071	-0,135	-0,066	-0,176	0,191	0,206	<b>0,555</b>	0,186
Kuckuck	-0,183	-0,212	0,033	0,012	0,066	0,107	0,322	-0,190	0,191	0,206	<b>0,555</b>	0,186	-0,200	-0,326	<b>-0,378</b>	<b>-0,418</b>
Mauersegler	-0,083	-0,018	-0,280	-0,190	-0,039	-0,179	-0,320	-0,326	-0,200	-0,326	<b>-0,378</b>	<b>-0,418</b>	-0,241	-0,395	<b>-0,354</b>	<b>-0,348</b>
Pirol	-0,257	-0,065	<b>-0,580</b>	-0,325	-0,196	-0,241	-0,317	<b>-0,396</b>	-0,241	-0,395	<b>-0,354</b>	<b>-0,348</b>	-0,048	-0,290	-0,258	-0,199
Neuntöter	-0,064	-0,091	0,016	-0,228	0,076	-0,203	-0,008	-0,113	-0,048	-0,290	-0,258	-0,199	-0,439	<b>-0,555</b>	<b>-0,637</b>	<b>-0,481</b>
Uferschwalbe	-0,335	-0,122	-0,364	-0,181	-0,299	-0,308	<b>-0,496</b>	-0,281	-0,439	<b>-0,555</b>	<b>-0,637</b>	<b>-0,481</b>	-0,295	-0,132	<b>-0,380</b>	<b>-0,406</b>
Rauchschwalbe	0,263	0,286	-0,203	-0,347	-0,028	0,042	<b>-0,373</b>	-0,240	-0,295	-0,132	<b>-0,380</b>	<b>-0,406</b>	-0,196	-0,130	<b>-0,468</b>	-0,231
Mehlschwalbe	0,039	0,089	-0,330	-0,279	0,017	-0,054	<b>-0,383</b>	-0,090	-0,196	-0,130	<b>-0,468</b>	-0,231	-0,109	-0,308	-0,137	-0,245
Fitis	-0,102	<b>-0,354</b>	-0,216	-0,058	-0,189	-0,318	-0,121	-0,090	-0,109	-0,308	-0,137	-0,245	<b>-0,512</b>	<b>-0,520</b>	<b>-0,389</b>	<b>-0,445</b>
Zilpzalp	<b>-0,566</b>	<b>-0,618</b>	-0,081	<b>-0,355</b>	<b>-0,605</b>	<b>-0,584</b>	-0,098	<b>-0,487</b>	<b>-0,512</b>	<b>-0,520</b>	<b>-0,389</b>	<b>-0,445</b>	0,200	-0,234	0,136	0,064
Feldschwirl	0,018	-0,097	-0,114	<b>0,397</b>	0,148	0,027	-0,012	0,229	0,200	-0,234	0,136	0,064	-0,039	-0,158	-0,193	-0,128
Sumpfrohsänger	-0,038	<b>-0,428</b>	0,060	-0,142	-0,052	-0,328	0,264	-0,204	-0,039	-0,158	-0,193	-0,128	-0,086	<b>-0,562</b>	<b>-0,621</b>	<b>-0,447</b>
Teichrohsänger	-0,211	-0,066	<b>-0,540</b>	-0,243	-0,064	-0,318	<b>-0,574</b>	-0,269	-0,086	<b>-0,562</b>	<b>-0,621</b>	<b>-0,447</b>				

Art	Lufttemperatur															
	NAOI_FMA	Lech-Donau-Winkel					S-Frankreich					S-Spanien				
		März	April	Mai	Februar	März	April	Mai	Februar	März	April	Mai	Februar	März	April	Mai
Gelbspötter	-0,244	-0,129	-0,534	-0,535	-0,060	-0,298	-0,321	-0,462	-0,181	-0,342	-0,381	-0,298	-0,342	-0,381	-0,298	
Mönchsgrasmücke	-0,382	-0,531	-0,108	-0,045	-0,218	-0,533	-0,114	-0,297	-0,226	-0,342	-0,175	-0,114	-0,342	-0,175	-0,343	
Gartengrasmücke	-0,297	-0,139	-0,378	-0,190	-0,089	-0,392	-0,441	-0,335	-0,038	-0,573	-0,558	-0,335	-0,573	-0,558	-0,346	
Klappergrasmücke	-0,109	-0,305	0,112	-0,031	-0,047	-0,251	0,303	0,054	0,052	-0,234	-0,059	0,303	-0,234	-0,059	-0,069	
Dorngrasmücke	-0,052	-0,071	-0,367	-0,219	0,021	-0,026	-0,155	-0,099	-0,062	-0,201	-0,035	-0,155	-0,201	-0,035	-0,150	
Misteldrossel	-0,143	-0,135	-0,272	0,165	-0,125	-0,172	-0,420	0,080	0,092	-0,177	-0,095	0,080	-0,177	-0,095	-0,068	
Singdrossel	0,022	-0,184	0,229	-0,204	-0,010	-0,266	0,074	-0,221	-0,053	-0,378*	-0,187	-0,221	-0,378*	-0,187	-0,379*	
Rotdrossel	-0,233	-0,386	-0,244	-0,126	0,050	-0,342	-0,003	-0,065	0,229	-0,086	0,061	-0,065	-0,086	0,061	-0,026	
Grauschnäpper	-0,265	0,061	-0,137	-0,012	-0,104	-0,205	-0,233	-0,041	-0,108	-0,510	-0,647	-0,233	-0,510	-0,647	-0,236	
Trauerschnäpper	-0,195	-0,066	-0,248	-0,322	-0,078	-0,266	-0,345	-0,373	-0,230	-0,323	-0,377	-0,345	-0,323	-0,377	-0,447	
Halsbandschnäpper	-0,417	-0,044	-0,276	-0,183	-0,131	-0,296	-0,281	-0,344	-0,214	-0,350	-0,282	-0,281	-0,350	-0,282	-0,221	
Braunkehlchen	-0,149	-0,115	-0,087	0,026	0,047	-0,177	-0,162	-0,196	0,021	-0,333	-0,301	-0,162	-0,333	-0,301	-0,075	
Blauehlchen	-0,198	-0,405	-0,124	-0,468	-0,456	-0,559	-0,299	-0,341	-0,469	-0,433	-0,427	-0,299	-0,433	-0,427	-0,419	
Hausrotschwanz	-0,570	-0,629	0,045	-0,223	-0,190	-0,655	0,057	-0,498	-0,219	-0,576	-0,242	0,057	-0,576	-0,242	-0,440	
Gartenrotschwanz	0,088	0,249	-0,092	0,074	-0,017	0,194	-0,019	0,047	-0,161	-0,117	-0,035	-0,019	-0,117	-0,035	0,172	
Steinschmätzer	-0,169	0,057	-0,182	-0,093	-0,096	0,005	-0,141	-0,217	-0,099	-0,230	-0,197	-0,141	-0,230	-0,197	-0,310	
Baumpieper	0,335	0,129	0,266	0,263	0,224	0,257	0,174	0,355	0,080	0,380	0,294	0,174	0,380	0,294	0,213	
Schafstelze	0,010	0,093	0,017	-0,026	0,099	-0,111	-0,051	0,081	0,022	0,029	-0,086	-0,051	0,029	-0,086	0,091	
Girlitz	-0,180	-0,259	-0,247	-0,258	-0,180	-0,358	-0,172	-0,450*	-0,254	-0,351	-0,224	-0,172	-0,351	-0,224	-0,323	

**Abb. 4.** Mittlere Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten ( $\pm$  Standardabweichung) zwischen Erstbeobachtung und den nächsten vier Beobachtungen. Die Zahlen in den Säulen geben die Stichprobengröße an. – *Mean Spearman Rank Correlation coefficient ( $\pm$  s. d.) between first arrival date and the immediate four subsequent observation dates. The numbers within the bars denote sample size.*



änderungen verschiedener trophischer Stufen oft beschrieben (Thackery et al. 2010) und als Faktor für Populationsentwicklungen bekannt (Saino et al. 2011). Ein Zusammenhang zwischen Erstankunft und Brutbeginn ist aber nicht zwingend, wie z. B. Both und Visser (2001) für den Trauerschnäpper in den Niederlanden beschreiben, wo es keinerlei Veränderungen in der Ankunft gab, dennoch aber der Legebeginn früher war. Zudem kann die Häufigkeit einer Art einen Einfluss auf die Erstbeobachtung haben (s. hierzu die Diskussion in Hüppop und Hüppop 2005). So wurden in Großbritannien Turteltauben umso früher beobachtet, je zahlreicher sie waren (Sparks 1999). In unserem Datensatz fanden sich keine signifikanten Zusammenhänge in der Veränderung der Ankunftszeiten mit der Häufigkeit der Art (selten, verbreitet, häufig; ANOVA,  $F_{2,48} = 1,346$ ;  $p = 0,270$ ) oder mit ihrer Bestandsentwicklung (abnehmend, gleichbleibend, zunehmend; ANOVA,  $F_{2,47} = 0,962$ ;  $p = 0,389$ ). Auch Hüppop und Hüppop (2005) fanden bei 22 von 24 Arten keinen Zusammenhang zwischen mittlerem Frühjahrszugtermin auf Helgoland und der Fangzahl. Ungeachtet der unbestritten auffälligen und vielerorts gezeigten Verfrühungen in den Erstbeobachtungen von Zugvögeln als „Fingerabdruck“ des derzeitigen Klimawandels, sollten die populationsbiologischen Konsequenzen daraus vorsichtig interpretiert und artspezifisch genauer betrachtet werden. Ungeachtet dieser Unsicherheiten der populationsbiologischen Bedeutung von Erstankömmlingen, sollten Erstbeobachtungen unbedingt weiterge-

führt werden, denn sie können Anzeiger dafür sein, dass sich eine Antwort der Population auf Umweltänderungen ankündigt. Mehr als bisher sollte aber untersucht werden, welche Folgen frühe Erstankunft für die individuelle Fitness hat, denn nur dann können evolutionsbiologische Konsequenzen des Klimawandels abgeleitet werden.

**Kommt der Kuckuck zu spät?** Gibt es nicht nur zwischen trophischen Ebenen „mis-match“, sondern möglicherweise auch zwischen der Rückkehr des Kuckucks und der Rückkehr bzw. der Brutzeit seiner Wirte? In Bayern (Wüst 1981) und andernorts in Mitteleuropa, z. B. Baden-Württemberg (Hölzinger und Mahler 2001), ist der Teichrohrsänger eine der wichtigsten Wirtsvogelarten des Kuckucks. Der Teichrohrsänger hat in unserem 36-jährigen Beobachtungszeitraum seine Rückkehr aus dem Winterquartier um 12 Tage (3,4 Tage/Jahrzehnt) signifikant verfrüht, während der Kuckuck keinerlei Veränderung zeigt (Abb. 1 und Tab. 1). Am Unteren Inn zeigte der Kuckuck zwischen 1971 und 1995 ebenfalls keine veränderten Erstbeobachtungen; gegenüber dem 19. Jahrhundert sogar eine verspätete Rückkehr (Reichholf 2005). Auch in Baden-Württemberg fanden Hölzinger und Mahler (2001) keine langfristigen Veränderungen in der Erstankunft des Kuckucks; für Teilgebiete berichten aber Peintinger und Schuster (2005) von Verfrühungen. In Großbritannien zeigte der Kuckuck eher verspätete Rückkehr (Mason 1995). Aus den Erstbeobachtungen darf zwar nicht zwingend auf die Lage

der Bruttermine des Teichrohrsängers geschlossen werden (s. o.), aber es ist nicht auszuschließen, dass ein solcher „mis-match“ durchaus Folgen für Wirtsvogelwahl und/oder Bruterfolg und damit für die Bestandsentwicklung des Kuckucks haben kann (Douglas et al. 2010, Møller et al. 2011, Jelinek et al. 2014). Im Vogtland dagegen verfrühten sich die Erstbeobachtungen des Kuckucks zwischen 1967 und 2011 (Ernst 2013), ebenso in Mecklenburg-Vorpommern seit Mitte der 1970er Jahre (Schmidt und Hüppop 2007). Dort verfrühten sich auch der Teichrohrsänger seit Anfang der 1980er, aber wesentlich ausgeprägter als der Kuckuck (Schmidt und Hüppop 2007). Es wäre also interessant zu prüfen, ob diese regionalen Unterschiede z. B. durch die geografische Lage und/oder regional-klimatische Faktoren bestimmt werden, und wie sich in den verschiedenen Gebieten die Wirtsvogelwahl und die Populationsentwicklung darstellen.

### Zusammenfassung

Der Klimawandel vollzieht sich nicht überall gleichförmig, sondern weist große regionale Unterschiede auf. Folglich zeigen sich auch regionale Unterschiede in der Reaktion von Zugvögeln darauf. Wir werteten dazu die Erstbeobachtungstermine von 48 Zugvogelarten aus, die F. H. zwischen 1967 und 2002 im Lech-Donau-Winkel in durchschnittlich 4,7 Exkursionen je Woche zwischen 1. März und 14. Mai eines jeden Jahres zusammengetragen hat. Dazu wurden den Daten GAM-Funktionen angepasst sowie lineare Trends berechnet.

Bei 23 der 48 Arten sind diese linearen Trends signifikant, davon 22 negativ, d. h. die Arten zeigen eine signifikante Verfrüfung ihrer Erstbeobachtungsdaten über die 36 Jahre. Nimmt man noch die Arten hinzu, bei denen eine Veränderung von mindestens 1 Tag/Dekade zu beobachten ist, so sind von den 35 Trends 32 (91,4 %) negativ; nur drei Arten (Wespenbussard, Flussseeschwalbe, Baumpieper) werden heute später beobachtet als vor 36 Jahren. Es zeigen sich weder Unterschiede zwischen Nicht-Singvögeln und Singvögeln noch zwischen Arten Kurz- und Mittelstreckenziehern und Langstreckenziehern. Auch die Ernährungsweise spielt keine Rolle. Bei 29 der 48 Arten fanden sich signifikante Zusammenhänge mit einem der Klimafaktoren: bei zehn Arten waren es die lokale Temperaturen im Beobachtungsbiet, bei sieben Arten die Tempe-

raturen in S-Frankreich und bei zehn Arten die Temperaturen in S-Spanien. Nur in zwei Fällen erklärt der NAOI die Variation der Erstbeobachtungen. Eine besondere Situation ergibt sich beim Kuckuck: Während sich seine Ankunft nicht verfrüht hat, kommt eine seiner wichtigen Wirtsvogelarten, der Teichrohrsänger, signifikant früher zurück. Daraus könnten sich Probleme bei der Wirtswahl und folglich im Bruterfolg des Kuckucks ergeben.

**Dank.** Wir danken Dr. O. Hüppop für die Extraktion der NCEP-Daten, die GAM-Analysen und Kommentare zum Manuskript. Ebenso gilt unser Dank den Gutachtern E. Bezzel und R. Brandl für wertvolle Anmerkungen zum Manuskript.

### Literatur

- Ahola M, Laaksonen T, Sippola K, Eeva T, Rainio K (2004) Variation in climate warming along the migration route uncouples arrival and breeding dates. *Global Change Biology* 10: 1610–1617
- Arbeitskreis KLIWA (2012) Klimawandel in Süddeutschland. Veränderungen von meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen. Monitoringbericht 2011. Veröffentlicht unter <http://www.kliwa.de>
- Bairlein F, Hüppop O (2009) Klimawandel und Vogelwelt – eine kurze Übersicht. *Artenschutzreport* 23: 1–5
- Berthold P (1996) Control of bird migration. Chapman & Hall, London
- Bezzel E (2010) Langfristige Dauerbeobachtung an einem Punkt: Tunnelblick oder weiter reichende Einsichten? *Limicola* 24: 29–68
- Both C, Visser MC (2001) Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature* 411: 296–298
- Christen W (2007) Veränderung der Erstankunft ausgewählter Zugvogelarten im Frühling in der Region Solothurn. *Ornithologischer Beobachter* 104: 53–63
- Coppack T, Pulido F (2004) Photoperiodic response and the adaptability of avian life cycles to environmental change. *Advances in Ecological Research* 35: 131–150
- Cotton PA (2003) Avian migration phenology and global climate change. *Proceedings of the National Academy of Science* 100: 12219–12222
- Douglas, DJT, Newson SE, Leech DI, Noble DG, Robinson RA (2010) How important are climate-

- induced changes in host availability for population processes in an obligate brood parasite, the European cuckoo? *Oikos* 119: 1834–1840
- Ernst S (2013) Veränderung der Ankunftszeiten von 25 häufigen Zugvogelarten im sächsischen Vogtland in den Jahren 1967 bis 2011. *Mitteilungen des Vereins Sächsischer Ornithologen* 11: 1–14
- Forchhammer, MC, Post E, Stenseth NC (2002) North Atlantic Oscillation timing of long- and short-distance migration. *Journal of Animal Ecology* 71: 1002–1014
- Gill JA, Alves JA, Sutherland WJ, Appleton GF, Potts PM, Gunnarsson TG (2014) Why is timing of bird migration advancing when individuals are not? *Proceedings of the Royal Society B* 281: 20132161. doi.org/10.1098/rspb.2013.2161
- Hözlinger J, Mahler U (2001) Die Vögel Baden-Württembergs. Nicht-Singvögel 3. Ulmer, Stuttgart.
- Hubalek Z (2003) Spring migration of birds in relation to North Atlantic Oscillation. *Folia Zoologica* 52: 287–298
- Hüppop K, Hüppop O (2005) Atlas zur Vogelberingung auf Helgoland. Teil 3: Veränderungen von Heim- und Wegzugzeiten von 1960 bis 2001. *Vogelwarte* 43: 217–248
- Hüppop O, Hüppop K (2003) North Atlantic Oscillation and timing of spring migration in birds. *Proceedings of the Royal Society B* 270: 233–240
- Hüppop O, Hüppop K (2011) Bird migration on Helgoland: the yield from 100 years of research. *Journal of Ornithology* 152 (Suppl 1): S25–S40
- Hüppop O, Hüppop K (2013) Zugvögel und Klimawandel: Vom Lang- zum Mittelstreckenzieher? *Der Falke* 60, Sonderheft: 58–61
- Hüppop O, Winkel W (2006) Climate change and timing of spring migration in the long-distance migrant *Ficedula hypoleuca* in central Europe: the role of spatially different temperature changes along migration routes. *Journal of Ornithology* 147: 344–353
- Hurrell JW (1995) Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitation. *Science* 269: 676–679
- IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
- Jelinek V, Prochazka P, Pozgayov M, Honza M (2014) Common Cuckoos *Cuculus canorus* change their nest-searching strategy according to the number of available host nests. *Ibis* 156: 189–167
- Kooiker G (2005) Vögel und Klimaerwärmung: 28-jährige phänologische Beobachtungen in und um Osnabrück von 1976 bis 2004. *Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen* 37: 99–111
- Lehikoinen E, Sparks TH, Zalakevicius M (2004) Arrival and departure dates. *Advances in Ecological Research* 35: 1–32
- Lehikoinen E, Sparks TH (2010) Changes in migration. In: Møller AP, Fiedler W, Berthold P (eds.) *Effects of Climate Change on Birds*. Oxford University Press, Oxford, pp 89–112
- Marra PP, Francis CM, Mulvihill RS, Moore FR (2005) The influence of climate on the timing and rate of spring bird migration. *Oecologia* 142: 307–315
- Mason CF (1995) Long-term trends in the arrival dates of spring migrants. *Bird Study* 42: 182–189
- Møller AP (2002) North Atlantic Oscillation (NAO) effects of climate on the relative importance of first and second clutches in a migratory passerine bird. *Journal of Animal Ecology* 71: 201–210
- Møller AP, Fiedler W, Berthold P (2010) *Effects of Climate Change on Birds*. Oxford University Press, Oxford
- Møller AP, Rubolini D, Lehikoinen E (2008) Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105: 16195–16200
- Møller AP, Saino N, Adamik P, Ambrosini R, Antonov A, Campobello D, Stokke BG, Fossøy F, Lehikoinen E, Martin-Vivaldi M, Moksnes A, Moskat C, Røskaft E, Rubolini D, Schulze-Hagen K, Soler M, Shykoff JA (2011) Rapid change in host use of the common cuckoo *Cuculus canorus* linked to climate change. *Proceedings of the Royal Society B* 278: 733–738
- Peintinger M, Schuster S (2005) Veränderungen der Erstankünfte bei Zugvogelarten in Süddeutschland. *Vogelwarte* 43: 161–169
- Ptaszyk J, Kosicki J, Sparks TH, Tryjanowski P (2003) Changes in the timing and pattern of arrival of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in western Poland. *Journal of Ornithology* 144: 323–329
- R Core Team (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation

- for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Reichholf J (2005) Wirkt sich die Klimaerwärmung auf die Erstankunft des Kuckucks *Cuculus canorus* aus? Ornithologische Mitteilungen 57: 40–45
- Saino N, Ambrosini R, Rubolini D, von Hardenberg J, Provenzale A, Hüppop K, Hüppop O, Lehikoinen A, Lehikoinen E, Rainio K, Romano M, Sokolov L (2011) Climate warming, ecological mismatch at arrival and population decline in migratory birds. Proceedings of the Royal Society B 278: 835–842
- Saino N, Rubolini D, Jonzen N, Ergon T, Montemaggiore A, Stenseth NC, Spina F (2007) Temperature and rainfall anomalies in Africa predict timing of spring migration in trans-Saharan migratory birds. Climate Research 35: 123–134
- Schiermeier Q (2010) The real holes in climate science. Nature 463: 284–287
- Schmidt E, Hüppop K (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
- Schönfeld M (2006) Medianwerte der Erst- und Letztfeststellungen ausgewählter Zugvögel im Vergleich von 1975 bis 2005 sowie von Zehnjahreszeiträumen für den Altkreis Wittenberg/Sachsen-Anhalt. Ornithologische Mitteilungen 58: 131–140; 158–172.
- Schönwiese CD, Janoschitz R (2008) Klimatrendatlas Deutschland 1901–2000. Berichte des Instituts für Atmosphäre und Umwelt der Universität Frankfurt/Main 4: 1–64.
- Sokolov LV (2001) Climatic influence on year-to-year variation in timing of migration and breeding phenology in passerines on the Courish Spit. Ring 23: 159–166
- Sparks T, Crick H, Elkins N, Moss R, Moss S, Mylne K (2002) Birds, weather and climate. Weather 57: 399–410
- Sparks TH, Bairlein F, Bojarinova JG, Hüppop O, Lehikoinen EA, Rainio K, Sokolov LV, Walker D (2005) Examining the total arrival distribution of migratory birds. Global Change Biology 11: 22–30
- Sparks TH (1999) Phenology and the changing pattern of bird migration in Britain. International Journal of Biometeorology 42: 134–138
- Sparks TH, Roberts DR, Crick HQP (2001) What is the value of first arrival dates of spring migrants in phenology? Avian Ecology and Behaviour 7: 75–85
- Thackeray SJ, Sparks TH, Frederiksen M, Burthe S, Bacon PJ, Bell JR, Botham MS, Brereton TM, Bright PW, Carvalho L, Clutton-Brock T, Dawson A, Edwards M, Elliott JM, Harrington R, Johns D, Jones ID, Jones JT, Leech DI, Roy DB, Scott WA, Smith M, Smithers RJ, Winfield IJ, Wanless S (2010) Trophic level asynchrony in rates of phenological change for marine, freshwater and terrestrial environments. Global Change Biology 16: 3304–3313
- Tryjanowski P, Kuzniak S, TH Sparks (2002) Earlier arrival of some farmland migrants in western Poland. Ibis 144: 62–68
- Tryjanowski P, Kuzniak S & Sparks TH (2005) What affects the magnitude of change in first arrival dates of migrant birds? Journal of Ornithology 146: 200–205
- Vähätalo AV, Rainio K, Lehikoinen A, Lehikoinen E (2004) Spring arrival of birds depends on the North Atlantic Oscillation. Journal of Avian Biology 35: 210–216
- Walther GR, Post E, Convey A, Menzel A, Parmesan, Beebee TJC, Fromentin J-M, Hoegh-Guldberg O, Bairlein F (2002) Ecological responses to recent climate change (review). Nature 416: 389–395
- Wood SN (2011) Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. Journal of the Royal Statistical Society B 73: 3–36
- Wüst W (1981) Avifauna Bavariae. Ornithologische Gesellschaft in Bayern, München.
- Zalakevicius M (1998) Global climate change impact on breeding bird species and their populations in Lithuania: status, population estimate and distribution trends. Acta Zoologica Lituanica 8: 3–16
- Zalakevicius M, Bartkeviciene G, Raudonikis L & Janulaitis J (2006) Spring arrival response to climate change in birds: a case study from eastern Europe. Journal of Ornithology 147: 326–343

Eingegangen am 17. Juli 2014

Angenommen nach Revision am 3. August 2014



**Prof. Dr. Franz Bairlein**, Jg. 1952, Studium der Biologie, Physik und Chemie an der Universität Konstanz, dort auch Promotion; danach am heutigen Max-Planck-Institut für Ornithologie in Radolfzell, an der Universität Köln und an der University of Southern Mississippi. Seit 1990 Direktor des Instituts für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“ in Wilhelmshaven. Ornithologischer Schwerpunkt: Vogelzug.

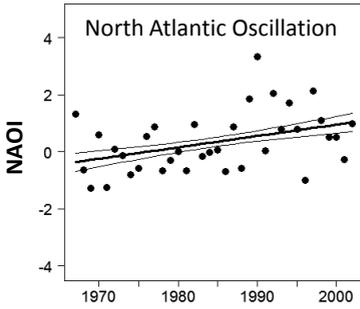


**Friedrich Heiser**, Jg. 1939, Gymnasiallehrer i. R.; Studium der Biologie, Chemie und Geografie für das Lehramt. Von 1966–2001 Lehrer am Gymnasium in Donauwörth. Ornithologischer Schwerpunkt: seit Jahrzehnten aktiv im Naturschutz, passionierter Vogelbeobachter im In- und Ausland.

### Anhang – appendix

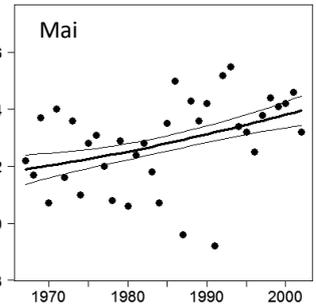
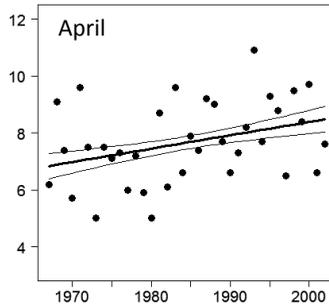
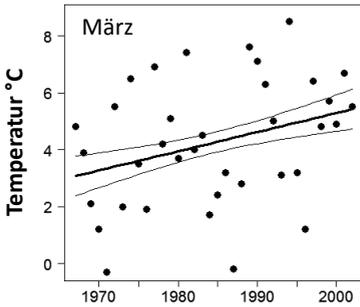
**Tab.** Pearson-Korrelationskoeffizienten der Veränderungen des NAOI der Monate Februar bis April sowie der Lufttemperaturen im Beobachtungsgebiet (LDW), in S-Frankreich und S-Spanien zwischen 1967 und 2002. – *Pearson-correlation coefficients of changes in February-April NAOI as well as air temperatures at the study site (LDW), in S-France and S-Spain, respectively, between 1967 and 2002.*

	R	p
NAOI	<b>0,401</b>	0,015
Temperatur		
März_LDW	0,318	0,058
April_LDW	<b>0,345</b>	0,039
Mai_LDW	<b>0,399</b>	0,016
Februar_Frankreich	0,263	0,121
März_Frankreich	<b>0,538</b>	0,001
April_Frankreich	<b>0,339</b>	0,043
Februar_Spanien	0,320	0,057
März_Spanien	<b>0,551</b>	0,001
April_Spanien	<b>0,510</b>	0,001

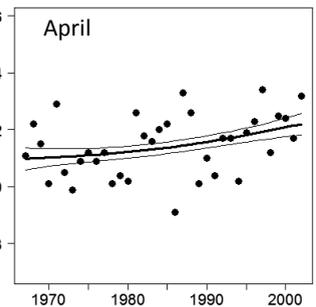
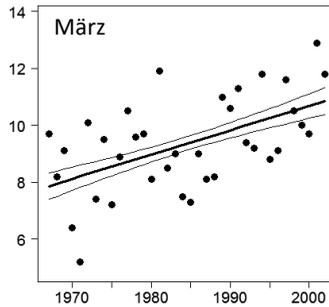
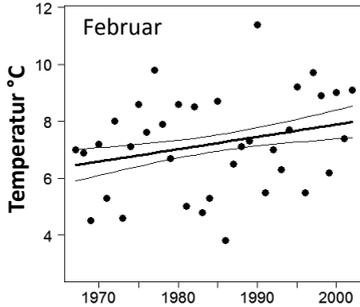


**Abb.** Veränderung des NAOI der Monate Februar bis April sowie Veränderungen der lokalen Temperatur während der Beobachtungsperiode im Beobachtungsgebiet sowie in S-Frankreich und S-Spanien. – *Change of February-April NAOI and change of local temperature at the study site as well as at two passage regions in S-France and S-Spain, respectively.*

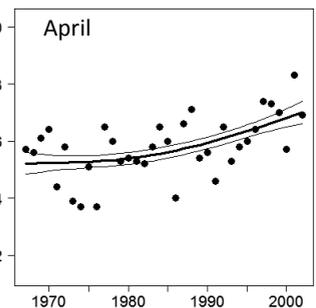
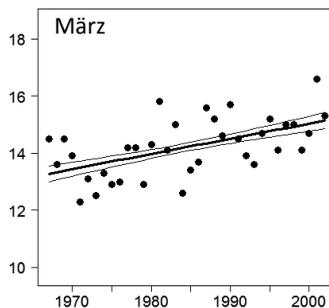
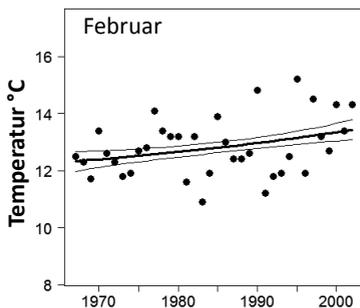
**Lech-Donau-Winkel**



**S-Frankreich**



**S-Spanien**



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Ornithologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 2014

Band/Volume: [53\\_1-2](#)

Autor(en)/Author(s): Bairlein Franz, Heiser Friedrich

Artikel/Article: [Langfristige Veränderungen in der Frühjahrsankunft von Zugvögeln im Lech-Donau-Winkel, Bayern 1-21](#)