

# Klimawandel & Vogelzug



Ein Schwarm Weißwangengänse. Diese Vögel kommen aus Sibirien, um bei uns in Mitteleuropa zu überwintern.

Fotos in dieser Arbeit: Mathieu Waldeck.

## Wie beeinflusst der Klimawandel das Zugverhalten von Zugvögeln?

Mathieu Waldeck  
S2, Gymnasium Grootmoor  
Geographie  
Herr Jöhnk

## Gliederung:

1. Persönliche Motivation
2. Warum ziehen Vögel
3. Klimawandel & Zugzeiten
  - a) Was hat sich in den Brutgebieten verändert?
  - b) Veränderung der Zugzeiten
  - c) Beispiel: Grauschnäpper
4. Zukunftsszenarien
5. Fazit
6. Quellen



Der Kranich ist ein Zugvogel, der im Winter nach Spanien zieht und im Sommer wieder in den Norden, unter anderem auch in den Duvenstedter Brook in Hamburg, wo dieses Foto entstanden ist.

## 1. Persönliche Motivation

Nur noch wenige junge Leute interessieren sich heutzutage für die Natur und somit auch für Vögel. Vielen ist bewusst, dass der Klimawandel negative Auswirkungen auf unsere Natur haben könnte, doch die wenigsten wollen mehr darüber erfahren, geschweige denn sich für die Natur engagieren.

Ich allerdings interessiere mich schon für die Natur, seit ich denken kann. Früher war ich Mitglied in einer Jugendgruppe des NABU, musste dort allerdings aus zeitlichen Gründen aufhören, ohne aber das Interesse an der Natur zu verlieren.



Der Gelbspötter ist ein recht spät aus dem Süden ankommender Zugvogel, den ich dieses Jahr unbedingt sehen wollte, was letztendlich auch geklappt hat.

Im vergangenen Schuljahr war ich für ein Jahr in Ecuador, einem der artenreichsten Länder der Welt, zu dem auch die Galapagos-Inseln gehören. Mit der Zeit lernte ich diesen Artenreichtum kennen und interessierte mich immer mehr für die ecuadorianische Fauna, die einfach nur überwältigend ist. Insbesondere interessierte ich mich für die Vögel mit über 1600 nachgewiesenen Vogelarten (Deutschland: ca. 400 Vogelarten). Vögel wie Kolibris, Tukane, Papageien und Quetzals hatten mich bald in ihren Bann gezogen, und ich verbrachte viel Zeit damit, Vögel und andere Tiere zu beobachten. Ich sah Seltenheiten wie den Andenkondor, besondere Vögel wie die Darwin-Finken auf Galapagos, die Darwin zu seiner Evolutionstheorie angeregt haben sollen, und wunderschöne Vögel wie die Kolibris, die sogar in unserem Garten in Quito lebten. Im Laufe meines Auslandsjahres lernte ich sehr viel über Ecuadors Avifauna (Vogelwelt).

Seitdem ich zurück in Deutschland bin, beobachte ich mit derselben Begeisterung Deutschlands Vögel. Einen besonderen Höhepunkt dabei bildet der Vogelzug,



Fregattvögel gab es in großen Mengen, sowohl auf den Galapagos-Inseln, als auch an der Küste. Die Männchen mit ihren aufblasbaren Kehlsäcken waren immer ein besonderer Anblick. In Ecuador sind sie mit 2 Arten vertreten, die ich beide beobachten konnte.

wenn Vögel Deutschland passieren, die sonst Hunderte bis Tausende Kilometer von Deutschland entfernt leben, oder wenn Vögel, die man ein halbes Jahr lang nicht mehr zu Gesicht bekam, endlich aus ihren Winterquartieren zurück in ihre Brutgebiete kommen.

Viele dieser Vögel sind äußerst faszinierend, z.B. Störche und Greifvögel, aber leider sind viele auch stark gefährdet. Es wäre sehr schade, wenn sie aussterben oder aus unseren Breiten verschwinden würden. Denkbar ist, dass der Klimawandel dabei eine nicht unwesentliche Rolle spielt. Aus diesem Grunde habe ich mich dafür entschieden, meine Arbeit über den Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Vogelwelt zu schreiben und die Arbeit unter folgende Leitfrage zu stellen:

„Wie beeinflusst der Klimawandel das Zugverhalten von Zugvögeln?“.

## 2. Warum ziehen Vögel?

Vor 2300 Jahren wusste man noch nicht, was mit den Vögeln im Winter passiert. Aristoteles entwickelte die Theorie, dass sich die Vögel ähnlich wie Reptilien und Amphibien im Schlamm am Boden von Seen verstecken.



Der Weißstorch ist einer unserer bekanntesten Zugvögel. Teilweise zieht er über 10.000 km, bis nach Südafrika

Um 1400 begann die Zeit, in der Reisen über weitere Strecken möglich wurden. Reisende bemerkten, dass die im Winter aus Europa verschwundenen Vögel sich zu dieser Zeit in südlicheren Gefilden aufhielten.

Erst vor etwa 100 Jahren wurde jedoch eine Methode entwickelt, die uns verstehen ließ, was genau geschah: Die Beringung. Dabei bekommt ein Vogel einen Ring aus Aluminium um das Bein,

auf dem eine individuelle Nummer und Kontaktadresse eingetragen sind. Wenn die Nummer irgendwo abgelesen wird, wird die Beobachtung dem Beringer gemeldet, der daraus schließen kann, wie ein Vogel reist. Durch diese Methode wurde es möglich die Zugwege von vielen verschiedenen Arten nachzuvollziehen.

Es zeigte sich, dass ein Großteil der heimischen Vogelarten im Laufe der Jahreszeiten mehr oder weniger lange Reisen

unternimmt. Man unterscheidet daher zwischen Standvögeln, Kurz- bis Mittelstreckenziehern und Langstreckenziehern:

- Standvögel sind Vögel, die das ganze Jahr über in der gleichen Gegend bleiben, egal wie das Wetter sich ändert.
- Kurz- bis Mittelstreckenzieher sind Vögel, die nur kurze bis mittellange Distanzen fliegen, beispielsweise von Norddeutschland nach Süddeutschland oder in den Mittelmeerraum, um dem Winter zu entgehen und ihn in etwas wärmeren Regionen zu verbringen.
- Die Langstreckenzieher sind solche, die riesige Strecken - zum Beispiel von Deutschland nach Südafrika - fliegen und somit praktisch immer Sommer haben.

### Doch warum unternehmen Vögel diese Reisen?

Der Hauptgrund ist die fehlende Nahrung. Im Winter sind Insekten nur sehr schwer zu finden, da sie sich in Winterstadien befinden, in denen sie sich unbeweglich in Ritzen und unter Laub und Steinen verstecken, wo sie nur sehr schwer zu finden sind. Als wechselwarme Tiere können diese im Winter nicht aktiv sein, und somit können die Vögel, die selbst gleichwarme Tiere sind, im Winter nicht überleben. Jedoch sind die Insekten in wärmeren Regionen wie dem Mittelmeerraum oder gar auf



Graugänse bilden auf dem Zug oft keilähnliche Formationen

der Südhalbkugel, wo zu dieser Zeit Sommer ist, in Hülle und Fülle vorhanden. Die Vögel „folgen“ also ihrer Nahrung (natürlich nur im übertragenen Sinn). Wenn der Sommer vor der Tür steht, ziehen die Vögel wieder in ihre Brutgebiete zurück, wo sie ökologische Nischen besetzen, die sonst frei blieben. Zwar ist der Vogelzug für sie sehr energieaufwendig, jedoch überwiegt für die ziehenden Vögel wohl doch der Vorteil vom immer reich gedeckten Tisch.

Diese Erklärung ist momentan nur auf Insektenfresser bezogen, kann aber auch auf Vögel angewandt werden, die sich anders ernähren: Störche, die Amphibien fressen, oder Baumfalken, die am liebsten Schwalben fressen, oder auch noch Gänse, die aus

den arktischen Tundren kommen, wo der Schnee das Gras bedeckt, von dem sie sich ernähren. Sogar bei Vögeln, die Samen und Früchte fressen, trifft es zu, da das Pflanzenwachstum im Winter ebenfalls begrenzt ist. Und zu allerletzt frieren im hohen Norden viele Gewässer zu, weshalb viele Wasservögel ebenfalls in den Süden ziehen müssen.

Wenn jetzt im Zuge des Klimawandels die Winter immer milder werden, verstecken sich die Insekten immer später vor dem Winter und kommen danach früher aus ihren Verstecken, so dass auch die Vögel immer später wegfliegen und immer früher wiederkommen könnten. Ob das tatsächlich auch der Fall ist oder ob die Vögel genetisch so sehr auf ihre Zugzeiten festgelegt sind, dass sich absolut nichts bei ihnen ändert, das will ich in dieser Arbeit klären.

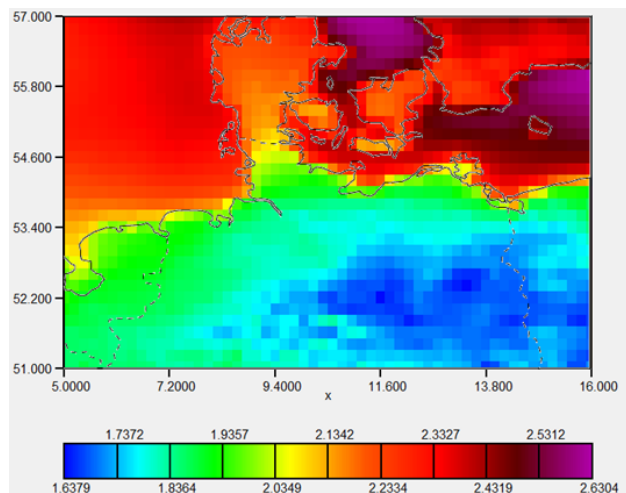
### 3. Klimawandel & Zugzeiten

#### a) Was hat sich in den Brutgebieten verändert?

In den letzten Jahren ist ein deutlicher Temperaturanstieg festgestellt worden, der auch für die Zukunft prognostiziert wird. Im Emissionsszenario A1B des IPCC (**I**ntergovernmental **P**anel on **C**limate **C**hange) wird sich das Klima in Norddeutschland um etwa 2°C im Zeitraum zwischen 1960-1990 und 2070-2100 erwärmen (gemittelte Werte aus diesen 2x30 Jahren ergeben in etwa das Klima während dieses Zeitraums).

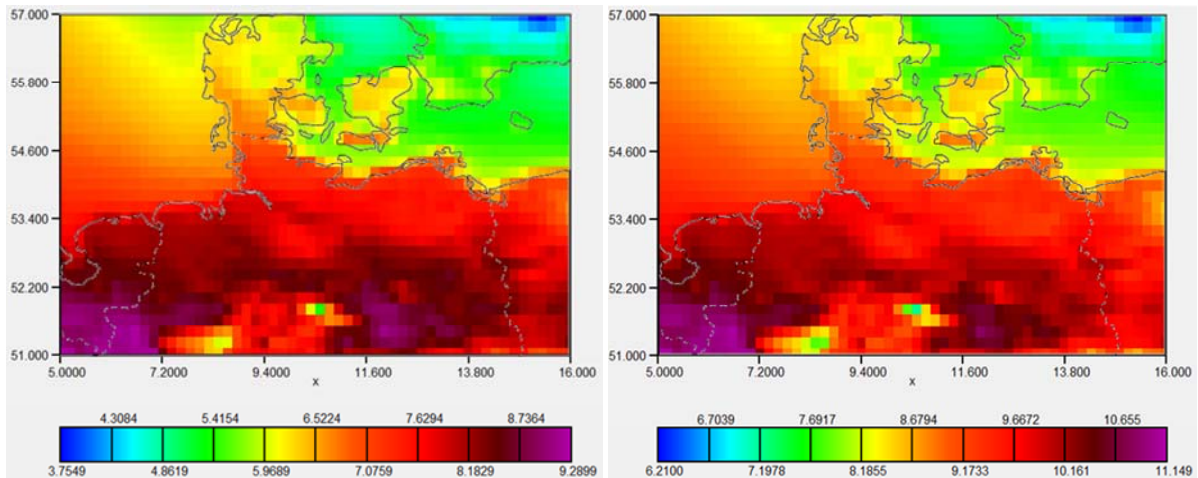
Die erhöhten NAO-Indexe, die später noch genauer erklärt werden, sorgen für mildere Winter, was Pflanzen und Insekten die Möglichkeit gibt, sich früher zu entwickeln, so dass für die Vögel auch früher Nahrung in den Brutgebieten vorhanden ist.

Sollten die Zugvögel im Zuge des Klimawandels früher aus ihren Überwinterungsgebieten zurückkehren, ist somit eine frühere Brut möglich. So haben Vögel nach einer abgebrochenen Brut mehr Zeit, noch eine zweite Brut zu beginnen (auf Helgoland wurden im Mittel etwa 9 Tage mehr Zeit festgestellt). Bei Vogelarten, die



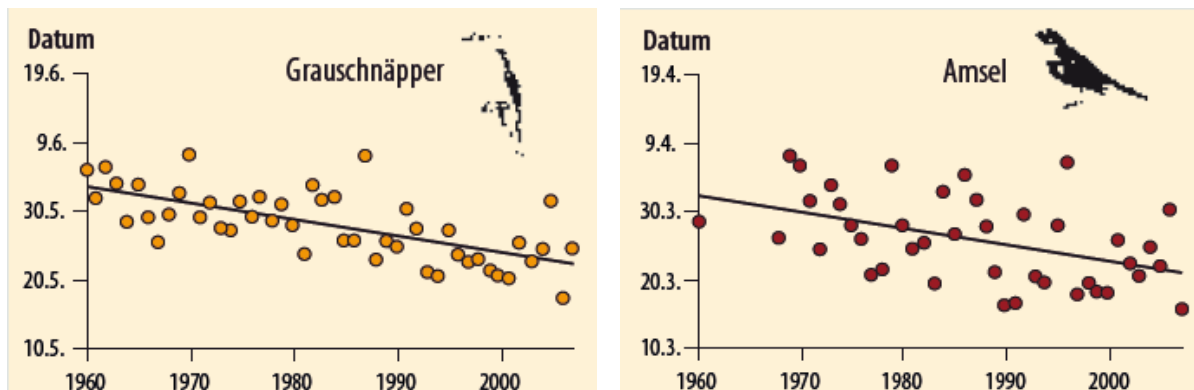
Der Temperaturunterschied zwischen 1960-1990 und 2070-2100 im Emissionsszenario A1B

mehrmals pro Jahr brüten, sind sogar noch mehr Bruten als früher möglich. Der Bruterfolg ist also höher.



Die Frühlings-Temperatur im Mittel zwischen 1960 und 1990 (links) und die prognostizierte Frühlings-Temperatur im Emissions-Szenario A1B für den Zeitraum 2070 bis 2100 (rechts). Achtung! Nicht verwirren lassen! Die Farbskalierung ist in den beiden Diagrammen verschieden!.

## b) Veränderungen der Zugzeiten



Mittlere Durchzugszeit (auf Helgoland) von Grauschnäpper (*Muscicapa striata*) und Amsel (*Turdus merula*). Die Verfrühung in den letzten Jahren ist eindeutig erkennbar.

In den letzten Jahren konnte bei fast allen Zugvogelarten eine immer frühere Heimkehr in die Brutgebiete nachgewiesen werden. Im Mittel verfrühen sich die Heimzugzeiten unserer heimischen Zugvogelarten um etwa 4 Tage pro Jahrzehnt. Das gilt sowohl für Langstrecken-, als auch Kurz- bis Mittelstreckenzieher.

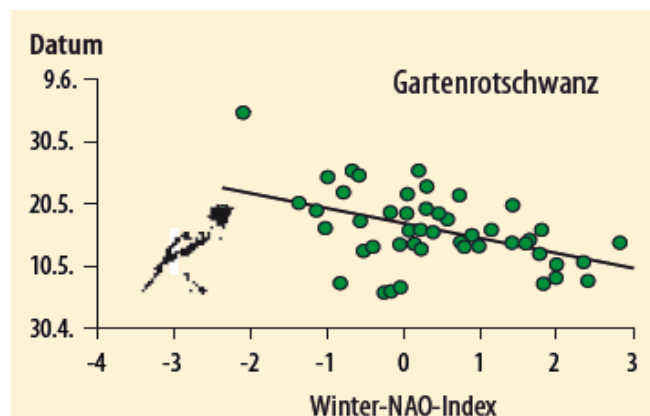
Man kann die Verfrühung auch anders darstellen und zwar in Relation zu der Temperatur: Pro 1°C Temperaturerhöhung kommen die Zugvögel durchschnittlich etwa 2,5 Tage früher in den

Brutgebieten an. Dies zeigt einen eindeutigen Einfluss des Klimawandels auf die Heimzugzeiten der Vögel. Die Verfrühung der Heimzugzeiten kann somit als direkte Folge der Klimaerwärmung gesehen werden.

Die Veränderung der Heimzugzeiten ist von Art zu Art verschieden, bei einigen wenigen Arten zeigt sich sogar eine Verspätung. Die genannten Werte sind Mittelwerte von vielen verschiedenen Arten. Deutlich zeigt sich die Verfrühung zum Beispiel beim Grauschnäpper und der Amsel (Der Grauschnäpper ist ein Langstreckenzieher, die Amsel ein Kurzstreckenzieher).

Noch entscheidender als die Temperatur in den Brutgebieten ist für die Heimzugzeiten allerdings der NAO-Index. Die Nordatlantische Oszillation (NAO) ist die Luftdruck-Schwankung zwischen dem Azorenhoch und dem Islandtief, die ganz maßgeblich das Wetter im Winter beeinflusst. Ein positiver NAO-Index bedeutet viel warme und feuchte Luft aus dem Westen und sorgt für mildere Winter in weiten Teilen, ein negativer NAO-Index bedeutet dagegen einen relativen kalten Winter, der vom Kontinentalklima beeinflusst wird.

In den letzten Jahren ist es zu einer Häufung von positiven NAO-Indizes gekommen, womit also auch die Winter milder waren. Die wärmeabhängigen Organismen können sich dadurch früher entwickeln und sind somit früher als potenzielle Nahrung für die Zugvögel vorhanden. Es kommt also zu einer Verfrühung vieler Vogelarten.

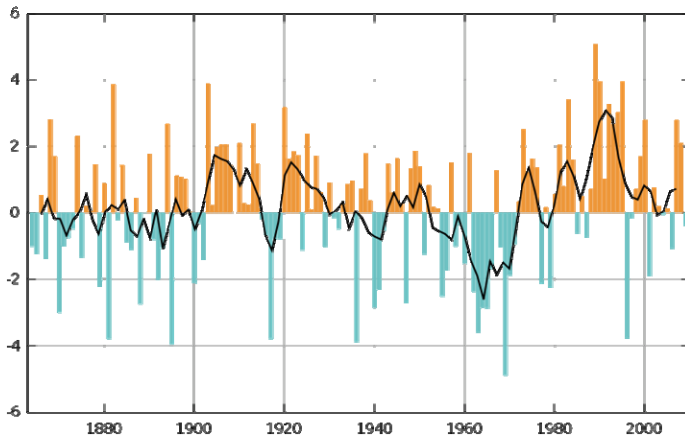


Mittlere Heimzugzeiten des Gartenrotschwanzes in Relation mit dem Winter-NAO-Index. Der Trend zeigt eindeutig, dass sich die Heimzugzeit bei größer

Ein positiver NAO-Index kann aber für Vogelarten, die im Mittelmeerraum und Nordafrika überwintern, zuerst zu einer Verzögerung des Heimzuges führen, da der positive NAO-Index in diesen Regionen zu einem kühleren, trockeneren Wetter führt, das die Entwicklung von Pflanzen und Insekten verzögert. Es wird für die Vögel schwieriger, sich Fettreserven anzufressen, die für den Zug benötigt werden, und so kommt es, dass sie erst später aus ihren



Über-winterungsgebieten starten. Durch das verbesserte Nahrungsangebot entlang ihrer Zugroute wird diese Verspätung allerdings kompensiert, und die Vögel kommen im Schnitt immer noch früher an als vor einigen Jahren.



Der NAO-Index in den letzten 140 Jahren. In letzter Zeit zeigt treten positive Werte immer häufiger auf. Ob die Veränderung des NAO-Indexes mit dem anthropogenen Klimawandel in Verbindung gebracht werden kann ist noch nicht endgültig geklärt.

Insgesamt beeinflusst die NAO eher die Vögel, die über die Iberische Halbinsel und den Mittelmeerraum ziehen, und weniger die Vögel, die die Route über Osteuropa wählen, da die NAO sich dort nicht mehr so stark auswirkt.

Man kann allerdings sagen, dass die Veränderung der Zugzeiten eher eine Variabilität bei den einzelnen Zugvögeln ist als

eine Mikroevolution, da sich die Vögel immer den speziellen Gegebenheiten anpassen. Sie ziehen nicht durchgängig früher, sondern je nach Wetter und damit verbundenem Futterangebot manchmal auch später. Dass insgesamt ein Trend zur Verfrühung herrscht, kommt dadurch, dass es insgesamt wärmer wird.

Bei den Wegzugzeiten ist die Veränderung nicht so eindeutig, wie bei den Heimzugzeiten.

Es gibt verschiedene Trends:

- Einige Vögel starten früher zurück in die Überwinterungsgebiete, wahrscheinlich, weil sich bei ihnen alle Aktivitäten verfrühen.
- Andere Vogelarten zeigen eher einen Trend zur Verspätung, was wahrscheinlich damit zusammenhängt, dass einfach länger im Jahr ausreichend Nahrung vorhanden ist und so der Wegzug erst später nötig wird.

Es gibt also keinen einheitlichen Trend bei allen Zugvögeln, sondern nur bei einzelnen Arten.



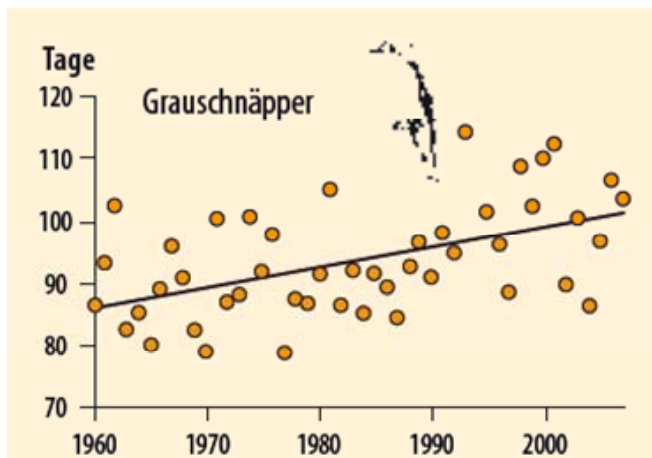
Sogar einige Greifvögel, wie der Fischadler (Foto) sind Zugvögel.

### c) Beispiel: Grauschnäpper

Der Grauschnäpper (*Muscicapa striata*), ein häufiger Brutvogel in Deutschland, ist ein recht unscheinbarer Langstreckenzieher. Sein Überwinterungsgebiet liegt im tropischen Afrika, südlich der Sahara.

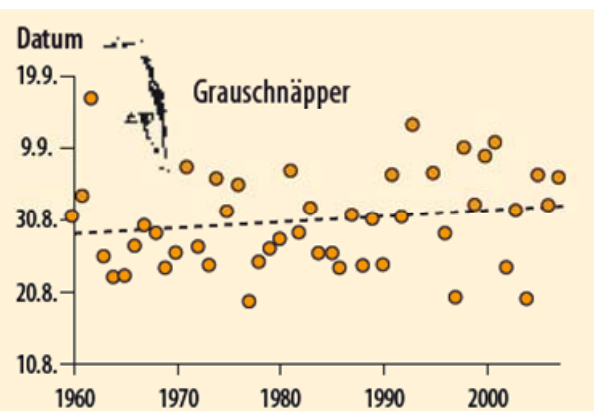
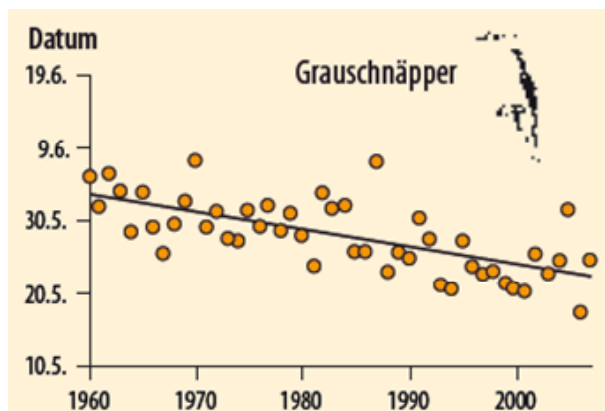


Der Grauschnäpper ist ein eher unscheinbarer Vogel



Die Aufenthaltsdauer des Grauschnäppers im Brutgebiet.

Bei ihm konnte eine Aufenthaltsverlängerung in den Brutgebieten von zwei Wochen festgestellt werden, wie auch die Grafik links deutlich zeigt.



Links die mittlere Heimzugzeit und rechts die mittlere Wegzugzeit des Grauschnäppers. Es ist eine eindeutige Verfrühung bei der Ankunft und ein Trend zur Verspätung beim Abflug feststellbar

Während sich die mittlere Ankunftszeit in den letzten 50 Jahren um etwa 12 Tage verfrühte, gibt es bei den Wegzugzeiten einen weniger starken, dennoch eindeutigen Trend zur Verspätung. Insgesamt zieht der Grauschnäpper etwa 3 Tage später los als

noch vor 50 Jahren. So kam der Grauschnäpper im Durchschnitt vor 50 Jahren etwa um den 3.6. an und zog nach etwa 87 Tagen, also etwa um den 29.8. zurück ins tropische Afrika. Heutzutage kommt er im Schnitt schon etwa am 23.5. an (mittlere Durchzugszeit), bleibt etwas mehr als 100 Tage, um dann ungefähr am 2.9. wieder wegzuziehen.

*Ich persönlich konnte ihn dieses Jahr schon am 29.5. beobachten und am 3.6. schon einen flüggen Jungvogel sehen, beide Male im Duvenstedter Brook. Da Grauschnäpper eine Mindestbrutzeit von 11 Tagen haben, kann man davon ausgehen, dass die Eltern schon wesentlich früher, etwa um den 20.5 ihr Ei gelegt haben, also noch deutlich früher angekommen sein müssen. Ich bin somit mehr oder weniger Zeuge der Auswirkungen des Klimawandels auf den Grauschnäpper geworden. Die Grauschnäpper-Eltern haben dieses Jahr also noch viel Zeit, eine zweite Brut anzufangen.*

#### 4. Zukunftsszenarien

Sollte es in den nächsten Jahrhunderten weiterhin eine Temperaturerhöhung geben, so würde dies für die Nahrungssituation unsere Zugvögel eigentlich eine deutliche Verbesserung geben. Die Temperaturen wären irgendwann so hoch, dass ein Zug nach Süden gar nicht mehr nötig würde, da über das ganze Jahr ausreichend Nahrung vorhanden wäre und dann der kräftezehrende Zug in den Süden sinnlos wäre, sogar kontraproduktiv.

Bei einigen Zugvogelarten kann jetzt schon ein Trend zur Überwinterung in den Brutgebieten beobachtet werden, dabei handelt es sich fast ausschließlich um Kurzstreckenzieher. So

überwinteren im Winter 2010/11 2 Kraniche, 1 Rotmilan und 2 Zilpzalpe im Duvenstedter Brook. Alle drei Arten sind normalerweise



Der Wiedehopf dehnt seinen Lebensraum im Zuge des Klimawandels nach Norden aus.

Kurzstreckenzieher, die den Winter im Mittelmeerraum verbringen.

Durch den Klimawandel werden solche Überwinterungen wahrscheinlich in Zukunft immer öfter vorkommen.

Für die ziehenden Vögel bringt der Klimawandel also ausschließlich Vorteile.

Jedoch müssen auch noch Auswirkungen auf ganz andere Faktoren bedacht werden:

- Durch die Erwärmung trocknen Feuchtgebiete aus, geeignete Brutgebiete für eher kälteliebende Arten werden seltener und verschwinden womöglich ganz.
- Fressfeinde könnten in nördlichere Regionen vordringen, wo die Vögel momentan noch ungefährdet brüten können.
- In tropischen und subtropischen Regionen könnte es zu heiß werden, sodass die Vögel aus solchen Regionen verschwinden würden. Eine Ausbreitung nach Norden ist jetzt schon bei einigen Arten, wie zum Beispiel dem Bienenfresser und dem Wiedehopf, festzustellen, und der Klimawandel wird als Hauptgrund dafür angesehen.

Wie stark solche durch den Klimawandel hervorgerufenen Veränderungen die Vogelwelt beeinflussen, ist unmöglich vorherzusehen.

## 5. Fazit

Der Klimawandel sowie die Veränderung des Zugverhaltens sind bewiesene Tatsachen. Die Veränderung des Zugverhaltens kann mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht werden.

Bei fast allen Arten kann man eine Verfrühung der Heimzugzeiten in den letzten Jahrzehnten nachweisen, bei den Wegzugzeiten dagegen gibt es sowohl Verspätungen als auch Verfrühungen. Eindeutig ist dagegen der Trend zur Aufenthaltsverlängerung in den Brutgebieten, verbunden mit einem durch den Klimawandel begünstigten Nahrungsreichtum.

Nur auf den Vogelzug bezogen bringt der Klimawandel praktisch keine negativen Veränderungen mit sich, denn die Aufenthaltsverlängerung in den Brutgebieten erhöht die Chance auf eine erfolgreiche Brut, bzw. mehr Bruten in einem Jahr. Allerdings gibt es im Leben eines Vogels noch mehr wichtige Aspekte, als nur den Vogelzug. Auf andere Bedingungen, wie z.B. den Lebensraum und die Nahrung, kann der Klimawandel negative Auswirkungen haben, so dass einige Vogelarten, trotz besserer Zugumstände seltener werden.

## Quellen:

Daten zum Klimawandel,

<http://bildungsserver.hamburg.de/daten-zum-klimawandel/>

abgerufen 2.6.11

Klimawandel und Zugvögel (einfach),

[http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klimawandel und Zugv%C3%B6gel \(einfach\)](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klimawandel_und_Zugv%C3%B6gel_(einfach))

abgerufen 29.5.11

Wikipedia: Nordatlantische Oszillation,

[http://de.wikipedia.org/wiki/Nordatlantische\\_Oszillation](http://de.wikipedia.org/wiki/Nordatlantische_Oszillation)

abgerufen 29.5.11

Weshalb die Vögel ziehen,

<http://www.nabu-muenster-hessen.de/vogelzug.html>

abgerufen 29.5.11

Der Vogelzug,

[http://www.planet-wissen.de/natur\\_technik/tierisches/tierische\\_flieger/vogelzug.jsp](http://www.planet-wissen.de/natur_technik/tierisches/tierische_flieger/vogelzug.jsp)

abgerufen 29.5.11

Wikipedia: Grauschnäpper,

<http://de.wikipedia.org/wiki/Grauschn%C3%A4pper>

abgerufen 8.6.11

-Hüppop & Hüppop, 22.7.02:

North Atlantic Oscillation and timing of spring migration in birds, in "Proceedings of the Royal Society", London

-Schmidt & Hüppop, 2007:

Erstbeobachtung und Sangesbeginn von 97 Vogelarten in den Jahren 1963 bis 2006 in einer Gemeinde im Landkreis Parchim (Mecklenburg-Vorpommern), in „Vogelwarte“ 45

-Hüppop, Hüppop & Bairlein, 2008:

Immer früher wieder zurück: Veränderungen von Zugzeiten, in "Der Falke", Ausgabe 55

-Publikation NABU, Mai 2008: Arten im Klimawandel

-Wolfgang Makatsch, 1994, Ausgabe 2010:

Die Vögel Europas, Anaconda Verlag, Stuttgart-Hohenheim

## Bildnachweis:

Mathieu Waldeck: Weißwangengänse (S.1), Kranich (S.2), Gelbspötter (S.3), Prachtfregattvögel (S.3), Weißstorch (S.4), Graugänse (S.5), Fischadler (S.9), Grauschnäpper (S.9)

Torsten Waldeck: Wiedehopf (S. 11)



# Schulprojekt Klimawandel

**Diese Schülerarbeit ist vom Projektteam des „Schulprojektes Klimawandel“ redaktionell überarbeitet worden. Dabei wurde jedoch nur auf die Einhaltung von Urheberrechten und Orthographie geachtet.**

**Der Charakter von Schülerarbeiten wird in jedem Fall bewahrt; eine inhaltliche Kontrolle auf Vollständigkeit und Richtigkeit erfolgt durch das Projektteam nicht und obliegt dem jeweiligen Autor des Schülerbeitrags.**

Das „Schulprojekt Klimawandel“ ist eine Initiative des Norddeutschen Klimabüros. Das Norddeutsche Klimabüro ist eine Einrichtung des Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH.

Selbsterstellte Klimakarten auf Basis der Daten von Lautenschlager, 2006: Climate Simulation with CLM, Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate.

Rohdaten online unter <http://bildungsserver.hamburg.de/daten-zum-klimawandel/>

Daten zum Klimawandel: Temperatur 1961-1990, Temperatur 2071-2100, 2071-2100 minus 1961-1990 (S. 6)

Wikipedia: Winter-NAO-Index (S.8)

online unter:

<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Winter-NAO-Index.svg&filetimestamp=20100203190046>

Hüppop, Hüppop & Bairlein: Grafiken zum Grauschnäpper (S. 7, 9 & 10), zur Heimzugzeit der Amsel (S.7) und zur Heimzugzeit in Relation mit dem Winter-NAO-Index beim Gartenrotschwanz (S.8), mit freundlicher Genehmigung des Autors zur Verwendung