

Bestandsentwicklung des Wanderfalken (*Falco peregrinus*) in der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung des Zeitraums seit 2005

Marc Kéry
Hans Schmid
Thomas Sattler



Wir widmen diesen Bericht dem langjährigen Doyen
der Wanderfalkenforschung in der Schweiz,
Gabriel Banderet aus Lully (FR).



vogelwarte.ch

Impressum

Bestandsentwicklung des Wanderfalken (*Falco peregrinus*) in der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung des Zeitraums seit 2005.

Autoren

Marc Kéry, Hans Schmid, Thomas Sattler

Fotos Titelseite

Serge Hänzi (oben); Simon Lovis (unten)

Zitiervorschlag

Kéry, M., H. Schmid & T. Sattler (2016): Bestandsentwicklung des Wanderfalken (*Falco peregrinus*) in der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung des Zeitraums seit 2005. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Kontakt

Marc Kéry, Schweizerische Vogelwarte, Seerose 1, 6204 Sempach

Tel.: 041 462 97 00, 041 462 97 93 (direkt), Fax: 041 462 97 10, marc.kery@vogelwarte.ch

© 2016, Schweizerische Vogelwarte Sempach

Dieser Bericht darf ohne Rücksprache mit der Schweizerischen Vogelwarte Sempach weder als Ganzes noch auszugsweise publiziert werden.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1. Ziel	4
2. Methoden	4
2.1 Datengrundlagen	4
2.2 Statistische Analysen	5
3. Resultate	6
3.1 Südwestschweiz 1960–2014	6
3.2 Jura Nord 2005–2015	9
3.3 Kanton Zürich 2002–2015	10
4. Diskussion	11
4.1 Bestandstrends und ihre demografischen Ursachen	11
4.2 Welche Faktoren beeinflussen die den Bestandstrends zugrunde liegenden demografischen Raten?	12
4.3 Kann die Vergiftung von ein paar wenigen Wanderfalken überhaupt eine Auswirkung auf die Population haben?	13
5. Dank	15
6. Literatur	15

Zusammenfassung

Dieser Bericht stellt die Bestandsentwicklung des Wanderfalken in der Schweiz unter besonderer Berücksichtigung der jüngsten Entwicklung seit 2005 und der Situation im Kanton Zürich dar. Wir analysieren den Bestand in drei Schweizer Untersuchungsgebieten (UG) mit lückenlosen Felddatenaufnahmen im Zeitraum nach 2005: Südwestschweiz (4993 km², 1960–2014), Jura Nord (3270 km², 2005–2015) und Kanton Zürich (1748 km², 2002–2015). In diesen drei Gebieten wurde von Arbeitsgruppen von Freiwilligen alljährlich versucht, eine möglichst grosse Anzahl der bekannten und oft seit vielen Jahrzehnten traditionell besetzten Horstreviere (immer Felsen oder Steinbrüche und in wenigen Ausnahmefällen Gebäude) auf Besetzung und Bruterfolg zu kontrollieren. Die Datenmatrizen mit Angaben zu Präsenz/Absenz eines Paares pro Revier und Jahr wurden mit Regressionstechniken, die für fehlende Werte korrigieren, statistisch analysiert und/oder mit sog. dynamischen Occupancy-Modellen untersucht, mit Hilfe derer die revierbezogenen Aussterbens- und Kolonisierungsparameter – die demografischen Raten, welche den Bestandstrends zugrunde liegen – geschätzt werden können.

Die Daten aus dem am längsten studierten UG Südwestschweiz (55 Jahre Studiendauer) zeigen, dass sich der Wanderfalkenbestand in der Schweiz genau gleich entwickelt hat, wie dies aus vielen anderen Ländern und Regionen in Nordamerika und Europa bekannt ist: nach einem durch Pestizide verursachten Zusammenbruch zwischen den 1950er- und 1970er-Jahren erholte sich der Bestand bis um die Jahrtausendwende wieder weitgehend. Bei Fachleuten wie auch unter Laien noch wenig bekannt sind hingegen die jüngsten deutlich rückläufigen Trends der Bestandsentwicklung in Teilen von Westeuropa in den letzten zehn Jahren. Im UG Südwestschweiz nahm der Bestand zwischen 2008 und 2014 von 49 auf 33 Brutpaare ab (Abnahme um 33 %). Im UG Jura Nord ging der Bestand zwischen 2009 und 2015 von 70 auf 40 Paare zurück (Abnahme um 43 %). Im Kanton Zürich sank der Bestand von 2010 bis 2014/2015 von 7–8 auf 2–4 Paare ab (Abnahme um 47–71 %). Die demografische Analyse ergab, dass im selben Zeitraum in allen drei UG die lokale Aussterbensrate stark zugenommen hat (Südwestschweiz und Jura Nord von jährlich 0,1 auf 0,2, Kanton ZH von ca. 0,05 auf 0,2), während die Kolonisierungsrate im UG Jura Nord stark zurückgegangen ist (von 0,3 auf 0,1), sich aber in den beiden anderen UG in den letzten 10 Jahren nicht wesentlich verändert hat oder eine Veränderung statistisch nicht nachweisbar ist.

Als mutmassliche Ursachen für diese markanten Bestandsrückgänge der Schweizer Wanderfalken in jüngster Zeit stehen zwei Hypothesen im Vordergrund: (1) Prädation durch den primären natürlichen Beutegreifer des Wanderfalken, den Uhu (*Bubo bubo*), dessen Schweizer Populationen sich vor allem dank Einwanderung aus dem Südwesten (Frankreich) und aus dem Norden (Deutschland) stark erholen. (2) Direkte und illegale Verfolgung durch den Menschen. Besonders die zeitliche Koinzidenz der Häufung von verdächtigen Todesfällen (Vergiftungsfällen) und des Einsetzens des Bestandsrückgangs ist ein starkes Indiz für die Bedeutung der direkten Verfolgung. Allerdings ist es wahrscheinlich, dass weitere Faktoren, wie tendenziell zunehmende Störungen durch den Menschen (Kletterer, Vogelfotographen, Gleitschirmflieger, Wanderer, Geocaching, Holzschlag zur Brutzeit usw.) sowie Verluste durch Kollisionen an menschlicher Infrastruktur (Draht, Glas, Windturbinen etc.) ebenfalls einen Anteil an dieser Entwicklung haben dürften.

Jüngste wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass auch in stabilen oder zunehmenden Populationen der Grössenordnung der drei hier untersuchte Wanderfalkenpopulationen bereits die Wilderei von wenigen Individuen pro Jahr zu einer deutlichen Abnahme führen kann. Somit erscheint es durchaus möglich, dass die direkte Verfolgung durch den Menschen regional eine bestandsbedrohende Wirkung haben könnte, ganz besonders in sehr kleinen Populationen wie im Kanton Zürich.

1. Ziel

Aufgrund Hinweisen auf Bestandsabnahmen des Wanderfalken (*Falco peregrinus*) in jüngster Zeit sowie ausgelöst durch zunehmende Meldungen von illegaler Verfolgung des Wanderfalken durch Taubenzüchter haben wir diesen Bericht verfasst, in dem wir vor allem auf die jüngste Bestandsentwicklung des Wanderfalken in der Schweiz eingehen. Wir berücksichtigen darin die Situation im Kanton Zürich besonders und gehen der Frage nach, welchen Einfluss die in jüngster Zeit zunehmend nachgewiesenen oder vermuteten Vergiftungen auf die Population haben könnten.

2. Methoden

Zur Beurteilung der rezenten Bestandssituation des Wanderfalken in der Schweiz haben wir uns entschlossen, qualitativ hochwertige Daten von Kontrollen von Horstrevieren in den drei bestkontrollierten Untersuchungsgebieten der Schweiz zu verwenden.

Daten aus Populationsstudien des Wanderfalken in der Schweiz in genügend feiner zeitlicher Auflösung sind aus drei Gebieten vorhanden, die allesamt in der Nord- oder Westschweiz liegen (Abb. 1): die Südwestschweiz ("SW-CH"), die nördliche Hälfte des Jura ("Jura Nord") und aus dem Kanton Zürich ("ZH"). Wir beschreiben die Feldmethoden und die Daten im Folgenden kurz.

Wanderfalken besetzen zur Brut teilweise über Jahrhunderte dieselben Horstfelsen oder Horstfelskomplexe (Ratcliffe 1993; White et al. 2013). Diese "Einheit" eines Wanderfalkenvorkommens in einem Gebiet bezeichnen wir synonym als *Horst*, *Platz* oder *Revier*.

2.1 Datengrundlagen

In der Südwestschweiz kontrollieren Gabriel Banderet und seine Arbeitsgruppe bereits seit 1960 in einem Gebiet von 4993 km² alljährlich die meisten der bekannten Horste des Wanderfalken mehrfach pro Brutzeit und notieren Besetzung sowie Bruterfolg bei jedem Paar. Diese Wanderfalkenstudie ist die am längsten dauernde Populationsstudie einer Vogelart in der Schweiz (sie geht 2016 mittlerweile in ihr 57. Jahr); wir konnten die 55 Jahre zwischen 1960 und 2014 berücksichtigen. Für die Analyse in dieser Arbeit beschränkten wir uns auf die Präsenz oder Absenz einer Brutpaare (in den Originaldaten von Gabriel Banderet "couple nicheur" genannt), also eines Revierpaares, das zur Eiablage schritt, weil die Angabe über die Revierpaare in dieser Studie nicht für die ganze Zeitperiode vorhanden war.

Im Jura Nord (Jura nördlich einer Linie von La Chaux-de-Fonds nach Biel/Bienne, Fläche 3270 km²) kontrolliert die Arbeitsgruppe von Marc Kéry seit 2005 alljährlich eine möglichst grosse Zahl der bekannten Horste und notiert ebenfalls Besetzung und Bruterfolg. In unserem Bericht analysieren wir ebenfalls die Präsenz/Absenz der Revierpaare, also unabhängig davon, ob es zur Brut kam oder nicht.

Im Kanton Zürich (Fläche 1748 km²) sammelt die Orniplan AG (Martin Weggler und Kollegen) seit 2002 sämtliche Nachweise von Wanderfalken an den bekannten Horstplätzen und speichert sie in einer Datenbank, aus welcher am 25. April 2016 ein Auszug aller Wanderfalkenbruthinweise gemacht wurde. In diesem Bericht analysieren wir ebenfalls die Präsenz/Absenz der Revierpaare, unabhängig davon, ob es zur Brut kam oder nicht.

Man beachte also, dass wir in den drei UG leicht unterschiedliche Masse für den Bestand des Wanderfalken verwendeten, nämlich eben Brutpaare in der Südwestschweiz und Revierpaare in den beiden anderen Studieng gebieten. Da typischerweise nicht alle Revierpaare ein Gelege zeitigen, wird die Zahl der Brutpaare normalerweise tiefer liegen als jene der Revierpaare. Für die Beurteilung des Trends, welcher unsere Hauptzielgrösse ist, ist es aber egal, ob wir Brut- oder Revierpaare analysie-

ren. Wenn wir im Folgenden von Paaren sprechen, so wird aus dem Zusammenhang klar, ob wir Revier- oder Brutpaare meinen.

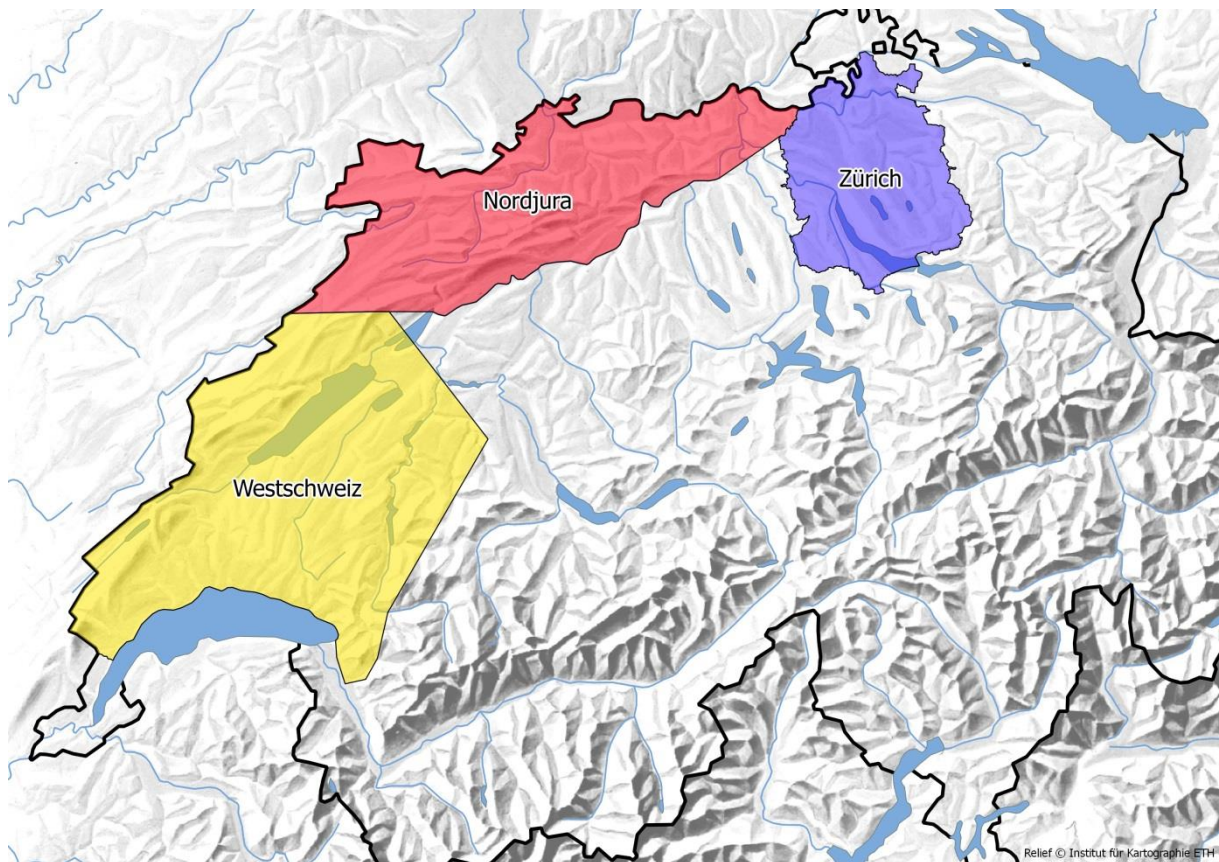


Abb. 1. Lage der drei Untersuchungsgebiete für den Wanderfalken: Südwestschweiz (gelb; Kantone FR, NE, VD, BE und VS; Arbeitsgruppe von G. Banderet ab 1960; 4993 km²), Jura Nord (rot; Kantone BE, JU, SO, BL, BS, AG; Arbeitsgruppe von M. Kéry ab 2005; 3270 km²) und Kanton Zürich (violett; Daten der Orniplan AG/Martin Weggler, ab 2002; 1748 km²).

2.2 Statistische Analysen

Die Daten von jedem der drei Untersuchungsgebiete wurden in einer Matrix zusammengefasst, in der in den Zeilen die bekannten Horstplätze und in den Spalten die Jahre standen (siehe Tab. 2 für ein Beispiel). Die Elemente der Matrix (der Inhalt einer Zelle, die durch einen bestimmten Horst und ein bestimmtes Jahr definiert wird) beinhalten die Präsenz (codiert als eine Eins) oder die Absenz (codiert als eine Null) eines Revierpaares (Paare im Revier) oder eines Brutpaares (Paare mit nachgewiesener Eiablage).

Zur Analyse der Bestandstrends sowie der Wahrscheinlichkeiten des lokalen Aussterbens und der Kolonisierung an einem Horst von einem Jahr zum nächsten verwendeten wir eine Variante des sog. multi-season occupancy models (MacKenzie et al. 2003; Kéry und Schaub 2012), auch dynamisches Occupancy-Modell genannt (Kéry et al. 2013). Bei dieser liessen wir die in der Regel übliche Komponente des Modells weg, welche für den Falsch-Negativ-Messfehler korrigiert. Das heisst, es erfolgte keine Korrektur für die Möglichkeit, dass ein in einem bestimmten Jahr eigentlich besetzter Horst bei der Kontrolle als "unbesetzt" klassifiziert wurde, weil keine Vögel entdeckt wurden, obwohl welche da waren. Wir mussten diese Annahme treffen, weil wir die zur Korrektur für diese Art von Messfehlern

notwendigen Messwiederholungen nicht zu Verfügung hatten bzw. die besuchsspezifischen "Messresultate" zwar im Feld fast immer festgehalten, jedoch nicht in den Datenbanken verzeichnet wurden.

Wir passten diese Modelle an die Daten aus jedem Untersuchungsgebiet einzeln an und verwendeten dabei bayesianische Schätztechniken (Kéry 2010, Kéry und Schaub 2012), welche wir mit dem Programm JAGS (Plummer 2003) implementierten. Wir verwendeten sogenannte "vague Priors", welche zu Schätzungen führen, die bei gängigen Stichprobengrößen numerisch jenen der ebenfalls weitverbreiteten Maximum-Likelihood-Schätzmethode entsprechen (Kéry 2010, Kéry und Royle 2016).

Obwohl die vorhandenen Datensätze in den drei Untersuchungsgebieten qualitativ hochstehende Umweltmessdaten enthalten, wurde die Interpretation der Bestandstrends (also der Veränderung der Anzahl Paare über die Jahre) durch fehlende Werte kompliziert, weil in den meisten Jahren nicht sämtliche Horste kontrolliert wurden. Um den Gesamtbestand in einem Gebiet in einem Jahr zu schätzen, musste der Besetzungszustand für diese Jahre/Horste geschätzt werden. Ein grosser Vorteil einer bayesianischen Analyse ist die Einfachheit, mit der sich solche fehlenden Werte schätzen lassen, mitsamt einer korrekten Fehlerfortpflanzung (Kéry 2010). Die Vertrauensintervalle unserer Bestandsschätzungen berücksichtigen die Schätzunsicherheit vollständig, welche durch die "fehlenden Werten" zustande kommen.

Um den zeitlichen Verlauf der Kolonisierungs- und Aussterbensparameter, welche den Bestandsveränderungen zugrunde liegen, möglichst präzise schätzen zu können sowie um für zeitliche Autokorrelation in diesen Parametern zu korrigieren, bauten wir in unsere Modelle eine "random-walk-Glättung" über die Zeit ein (Johnson und Hoeting, 2003). Dabei kann es vorkommen, dass die geglätteten Werte unter den effektiv beobachteten liegen, weil sie ja eben eine mehrjährige Tendenz anzeigen und die jährlichen Fluktuationen herausmitteln.

Bei der Datenmatrix aus dem UG Südwestschweiz war es in vielen Jahren der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraums (1960 bis ca. 1980) nicht immer klar, ob ein Horst kontrolliert und für unbesetzt befunden (Null) wurde oder ob er gar nicht kontrolliert wurde (fehlender Wert). Somit konnten wir in diesem Datensatz Nullen und fehlende Werte teilweise nicht sauber unterscheiden. Da wir jedoch davon ausgehen können, dass die beobachtete Anzahl Paare die Bestandsentwicklung des Wanderfalken in diesem Gebiet auch zu Beginn der Studienperiode trotzdem genügend genau widerspiegelt, haben wir für die Untersuchung der langfristigen Bestandstrends in diesem Gebiet nicht ein dynamisches Occupancy-Modell für die Platz/Jahr-Matrix verwendet, sondern eine einfachere Poisson-Regression mit einem additivem (d.h. geglättetem) Term über die Zeit. Diese Analyse führten wir mit dem Softwarepaket mgcv im Programm R durch (Wood 2006).

3. Resultate

3.1 Südwestschweiz 1960–2014

In den Zeitraum 1960–2014 fiel die letzte Phase des durch Pestizide verursachten, weltweiten Bestandszusammenbruchs des Wanderfalken (Ratcliffe 1993), welcher in der Südwestschweiz in den Jahren 1971, 1973, 1974 und 1975 zum vollständigen Verschwinden des Wanderfalken führte. Danach folgte ab zweiter Hälfte der 1970er-Jahre eine vor allem in den 1980er- und in den 1990er-Jahren beschleunigte Bestandserholung, welche sich seit 1996 bei rund 50 Paaren stabilisierte, in den letzten Jahren jedoch wieder abnahm (Abb. 2). Diese Abbildung dürfte die Abnahme und spätere Erholung etwas zu stark darstellen, da das Untersuchungsgebiet in den 1960er- und 1970er-Jahren etwas kleiner war als später, und der relativ kleine Bestand in den 1960er-Jahren dadurch mitbeeinflusst wird.

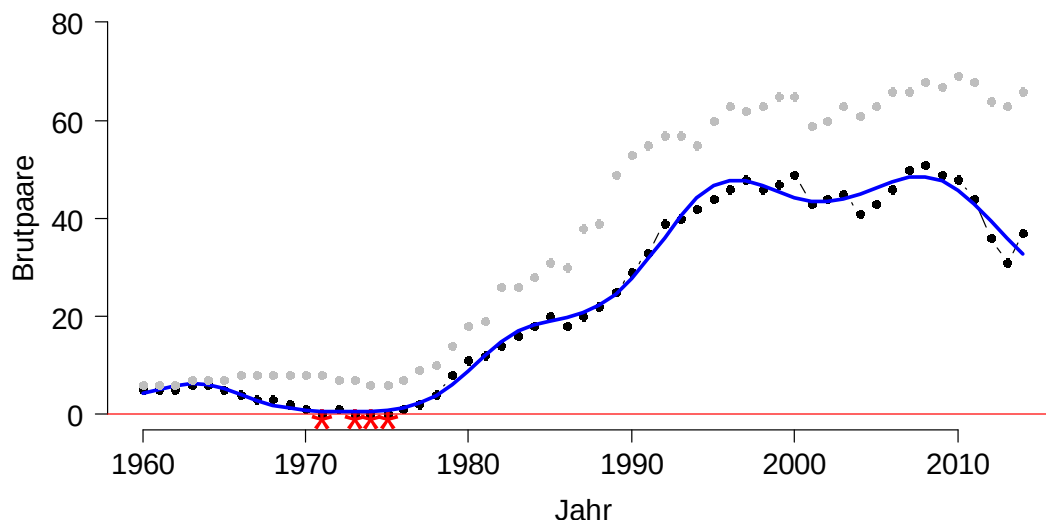


Abb. 2. Bestandstrend des Wanderfalken im Untersuchungsgebiet Südwestschweiz. Die grauen Punkte zeigen die Anzahl der kontrollierten Horstplätze, und die schwarzen Punkte die Anzahl der dabei gefundenen Brutpaare (Paare, die zur Eiablage schritten). Die vier roten Sterne heben Jahre hervor, in denen der Wanderfalken im UG als Brutvogel völlig verschwunden war. Die blaue Linie zeigt den geglätteten Bestandstrend.

Die jüngste Bestandsentwicklung in der Südwestschweiz (seit 2000) ist in der Tab. 1 sowie in der Abb. 3 genauer dargestellt. Es wird ersichtlich, dass der Wanderfalken in diesem Zeitraum eine Bestandsabnahme von ca. 49 (2000) auf bloss noch ca. 33 Paare (2014) (geglättete Zahlen) hinnehmen musste. Somit wurde in der Südwestschweiz in den letzten 6 Jahren eine Abnahme der Brutpaare um 33 % festgestellt.

Tab. 1. Anzahl Brutpaare (beobachtet und geglättet) des Wanderfalken im UG Südwestschweiz zwischen 2000 und 2014.

Jahr	Anzahl Brutpaare (beobachtet)	Anzahl Brutpaare (geglättet)
2000	49	44,2
2001	43	43,5
2002	44	43,4
2003	45	43,9
2004	41	44,9
2005	43	46,3
2006	46	47,6
2007	50	48,4
2008	51	48,5
2009	49	47,6
2010	48	45,7
2011	44	42,9
2012	36	39,5
2013	31	36,1
2014	37	32,7

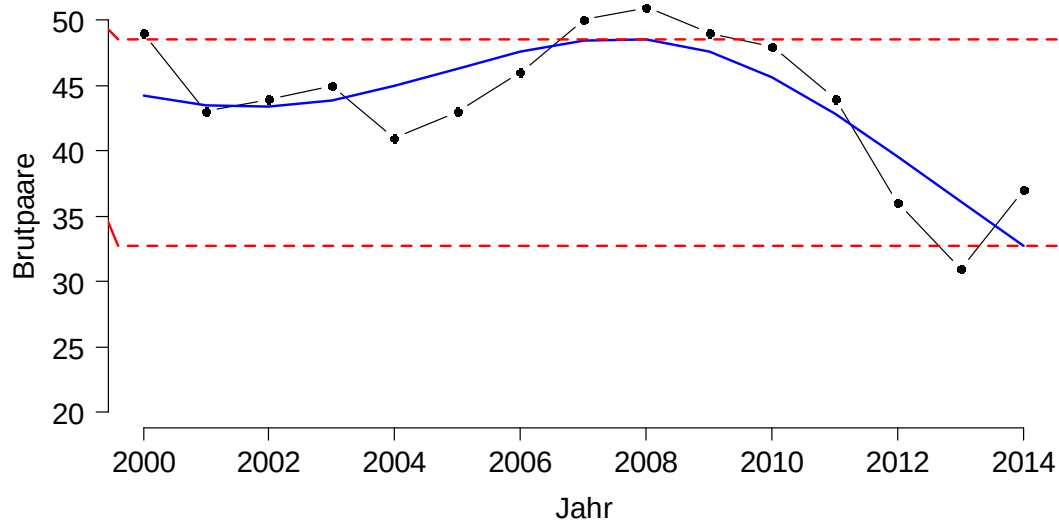


Abb. 3. Detail (2000–2014) des Bestandstrends des Wanderfalken in der Südwestschweiz. Die schwarzen Punkte zeigen die Anzahl der gefundenen Brutpaare, und die blaue Linie zeigt den geglätteten Bestandstrend. Die horizontalen, gestrichelten roten Linien zeigen das Maximum (2008) und das Minimum (2014) des geglätteten Trends in den letzten 10 Jahren an, dessen Differenz eine Bestandsabnahme um 33 % ausweist.

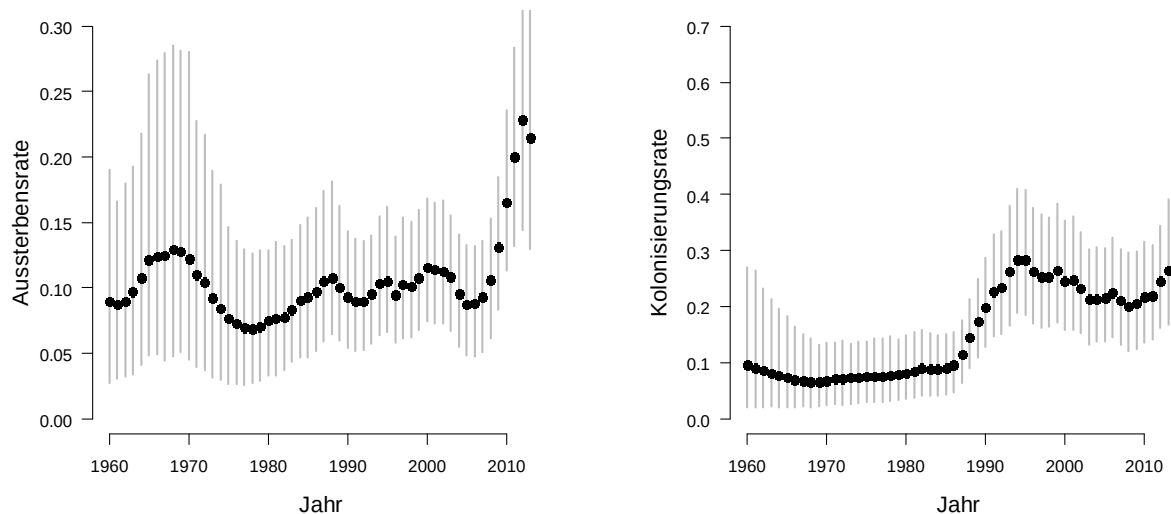


Abb. 4. Zeitlicher Verlauf der demografischen Aussterbens- und Kolonisierungsrate, welche der Populationsdynamik des Wanderfalken in der Südwestschweiz zugrunde liegen (95 % Vertrauensbereiche in Grau).

Die genauere Analyse der Populationsdynamik durch die Schätzung der demografischen Raten (Wahrscheinlichkeit des lokalen Aussterbens bzw. der lokalen Kolonisierung) im dynamischen Occupancy-Modell zeigte ein Hinaufschieszen der Aussterbensrate gegen Ende der Untersuchungsperiode (ab ca. 2008) hin zu Werten, die jene am Ende des sog. Pestizid-Crashes in den 60er-Jahren bei weitem übertreffen (Abb. 4 links). Dagegen blieb die Kolonisierungsrate in der Südwestschweiz in den letzten zehn Jahren etwa bei den Werten der Vorjahre (Abb. 4 rechts).

3.2 Jura Nord 2005–2015

Der Wanderfalkenbestand im Untersuchungsgebiet Jura Nord hat sich von ca. 70 Paaren (2005–2009) auf nur noch ca. 40 Paare im letzten Jahr der Untersuchungsperiode (2015) verringert (Abb. 5). Das entspricht einer Bestandsabnahme um 43 % in nur 6 Jahren (2009–2015).

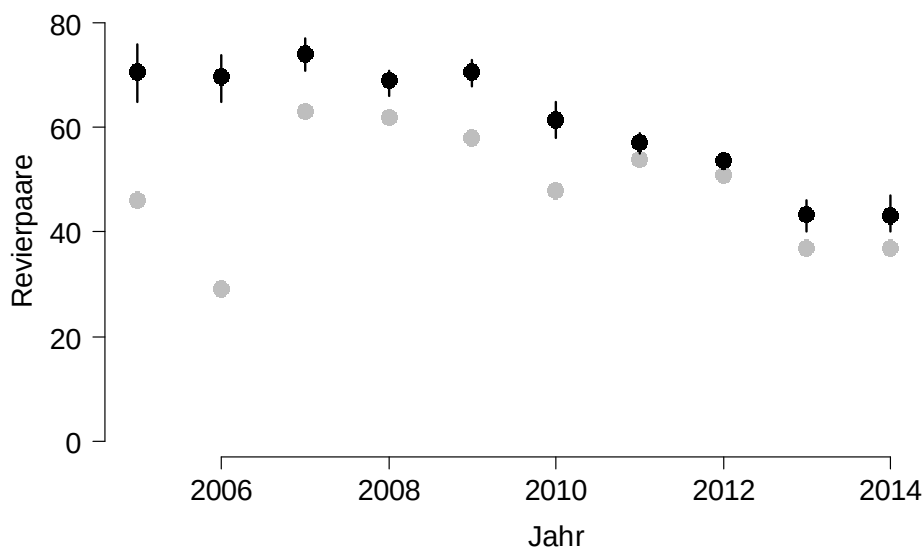


Abb. 5. Bestandsentwicklung des Wanderfalken im Untersuchungsgebiet Jura Nord im Zeitraum 2005–2015. Die grauen Punkte geben die beobachtete Anzahl Paare an, welche jedoch von den jährlichen Schwankungen in der Anzahl der kontrollierten Horste verfälscht ist. Die schwarzen Punkte geben die korrigierte Anzahl der besetzten Paare (mit 95 % Vertrauensbereich).

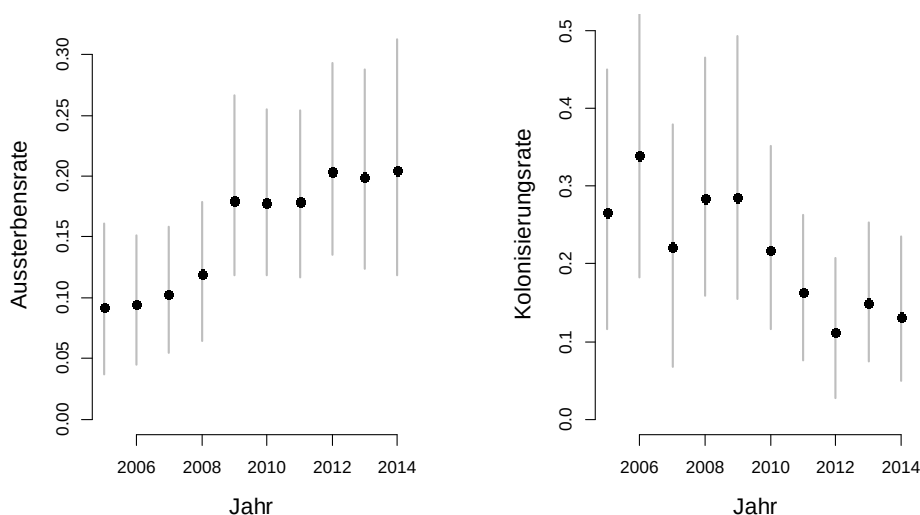


Abb. 6. Zeitlicher Verlauf der demografischen Raten (Aussterbens- und Kolonisierungsrate), welche der Populationsdynamik des Wanderfalken im Untersuchungsgebiet Jura Nord zugrunde liegen (95 % Vertrauensbereiche in Grau).

Die Analyse der demografischen Raten im UG Jura Nord zeigt, dass sich im selben Zeitraum die Aussterbenswahrscheinlichkeit an einem besetzten Platz von 10 auf 20 % verdoppelt (Abb. 6 links) und die Kolonisierungswahrscheinlichkeit eines unbesetzten Horstplatzes von ca. 30 % auf nur noch wenig mehr als 10 % abgenommen hat.

3.3 Kanton Zürich 2002–2015

Die Besetzung (Präsenz/Absenz eines Revierpaares) der acht seit 2000 bekannt gewordenen Zürcher Horstplätze des Wanderfalken ist in der Tab. 2 detailliert dargestellt. Korrigiert man mittels dynamischem Occupancy-Modell für die jährlichen Schwankungen in der Anzahl der kontrollierten Horstplätze (Abb. 7), so zeigt sich, dass der Bestand bis 2010 immer rund sieben bis acht Paare betragen haben dürfte, danach sukzessive bis auf nur noch 2–4 Paare (2014/2015) abgenommen hat. Das entspricht einer Bestandsreduktion um mind. 50 % in nur 4–5 Jahren.

Tab. 2. Besetzung der acht seit 2000 im Kanton Zürich bekannt gewordenen Wanderfalken-Horstplätze nach Angaben der Orniplan AG (M. Weggler). Eine Eins bedeutet, dass an einem Horstplatz im betreffenden Jahr ein Wanderfalkenpaar festgestellt worden war und eine Null, dass zwar Kontrollen stattfanden, aber kein Wanderfalkenpaar nachweisbar war. 'NA' bedeutet ein fehlender Wert, d.h., dass ein Platz im betreffenden Jahr nicht kontrolliert wurde.

Platz	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
A	1	1	NA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B	NA	NA	NA	NA	1	1	1	1	1	NA	1	0	0	0
C	1	1	1	1	1	1	1	NA	1	0	0	0	0	0
D	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	0	1
E	1	1	1	1	1	1	NA	NA	1	1	1	1	1	NA
F	NA	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
G	1	NA	NA	NA	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
H	1	1	1	1	1	1	NA	1	1	1	0	0	0	0

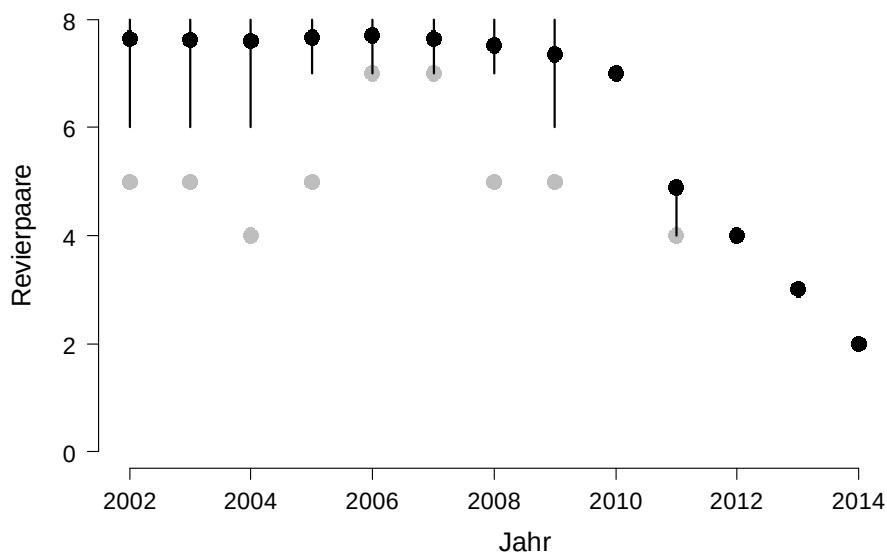


Abb. 7. Bestandsentwicklung des Wanderfalken im Kanton Zürich im Zeitraum 2002–2015. Die grauen Punkte geben die beobachtete Anzahl Paare an, welche jedoch von den jährlichen Schwankungen in der Anzahl der kontrollierten Horste verfälscht ist. Die schwarzen Punkte geben die korrigierte Anzahl der besetzten Paare an (mit 95 % Vertrauensbereich).

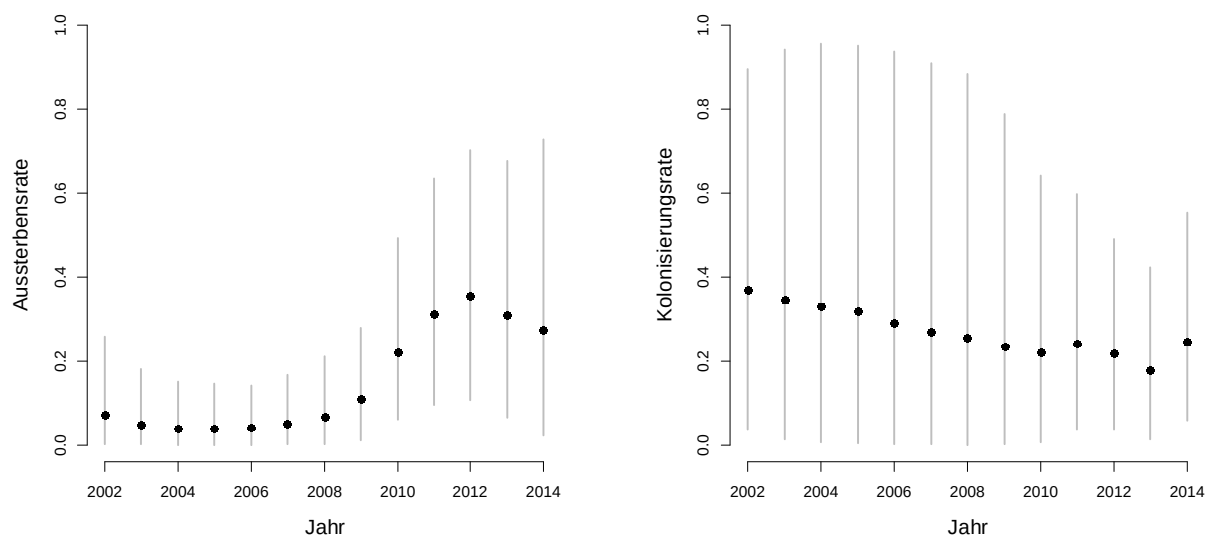


Abb. 8. Zeitlicher Verlauf der demografischen Raten (Aussterbens- und Kolonisierungsrate), welche der Populationsdynamik des Wanderfalken im Kanton Zürich zugrunde liegen (95 % Vertrauensbereiche in Grau).

Die Analyse der demografischen Raten zeigt, dass sich im selben Zeitraum die Aussterbenswahrscheinlichkeit eines besetzten Platzes von ca. 5 auf über 20 % vervielfacht hat (Abb. 8 links). Die Kolonisierungswahrscheinlichkeit eines unbesetzten Horstplatzes wird aufgrund der sehr kleinen Zahlen nur sehr unpräzise geschätzt, doch auch hier deuten die Schätzungen auf eine Abnahme zum Schluss der Untersuchungsperiode hin (Abb. 8 rechts).

4. Diskussion

4.1 Bestandstrends und ihre demografischen Ursachen

Der Wanderfalkenbestand in der Schweiz verlief in seinen grossen Mustern parallel zu jenen in vielen anderen Ländern und Regionen in Nordamerika und Europa (Ratcliffe 1993, White et al. 2013): nach einem durch Umweltgifte wie die Pestizide DDT und Dieldrin verursachten Zusammenbruch zwischen den 1950er- und 1970er-Jahren erholte sich der Bestand bis um die Jahrtausendwende wieder weitgehend. Der Wanderfalken darf damit global und auch in der Schweiz als eine der ganz grossen Erfolgsgeschichten im Naturschutz gelten.

Allerdings ist der Bestandsverlauf in jüngster Zeit nicht mehr so positiv, und das ist bisher noch sehr wenig bekannt und auch kaum publiziert. Unsere Untersuchung zeigt, dass in drei der am besten untersuchten Teilpopulationen des Wanderfalken in der Schweiz (Südwestschweiz, Arbeitsgruppe Gabriel Banderet; Jura Nord, Arbeitsgruppe Marc Kéry; Kanton Zürich, Orniplan AG) die Bestände in den letzten 10 Jahren zwischen 33 und mind. 50 % abnahmen, nämlich im UG Südwestschweiz von 2008–2014 von 49 auf 33 Brutpaare (- 33 %), im UG Jura Nord von 2009–2015 von 70 auf 40 Revierpaare (- 43 %) sowie im Kanton ZH von 2010–2014/2015 von 7–8 auf nur noch 2–4 Revierpaare (- >=50 %). Diese überraschend starken Bestandsrückgänge in allen drei Populationen erstaunen, und ihre Synchronizität (ihr Beginn war in allen Fällen zwischen 2008 und 2010) deutet auf grossräumig wirksame, gemeinsame Ursachen hin.

Die Analyse der demografischen Ursachen dieser Bestandstrends erfolgte durch die Analyse der lokalen Aussterbensraten (d.h. der Wahrscheinlichkeit, dass ein besetzter Horstplatz im Folgejahr verwaist wird) sowie der lokalen Kolonisierungsraten (d.h. der Wahrscheinlichkeit, dass ein verlassener Platz im Folgejahr wieder besetzt wird) in einem sog. dynamischen Occupancy-Modell (MacKenzie et al. 2003). Sie zeigte, dass im selben Zeitraum (beginnend um 2008–2010) in allen drei Untersuchungsgebieten die Aussterbensrate stark zugenommen hat (Südwestschweiz und Jura Nord von 0,1 auf 0,2; Kanton ZH von ca. 0,05 auf 0,2), während die Kolonisierungsrate in einem Untersuchungsgebiet (Jura Nord) stark abgenommen hat (von 0,3 auf 0,1), aber in den beiden Untersuchungsgebieten SW-CH und Kanton ZH im Zeitraum der jüngsten Bestandsabnahmen sich nicht klar verändert hat.

Zusätzlich werden in den letzten 5 Jahren immer mehr immature (einjährige) Wanderfalken verpaart in den Revieren angetroffen (Gabriel Banderet, Marc Kéry, pers. Beob.). Bei einer langlebigen Art wie dem Wanderfalken kann das darauf hindeuten, dass die "Reserve" von adulten "floaters", also noch nicht revierhaltenden Wanderfalken, die bei Ausfällen von Reviervögeln in den Revieren einspringen können, aufgebraucht ist. Einjährige Wanderfalken brüten viel seltener und weniger erfolgreich als adulte, so dass ein grosser Anteil verpaarter Einjähriger automatisch zu einer Abnahme der Reproduktion einer Wanderfalkenpopulation führen wird.

4.2 Welche Faktoren beeinflussen die den Bestandstrends zugrunde liegenden demografischen Raten?

Aufgrund vorliegenden Daten und Informationen aus dem In- und nahen Ausland (Frankreich und Deutschland) darf davon ausgegangen werden, dass zwei Faktoren ganz besonders für die jüngsten Bestandsabnahmen der Schweizer Wanderfalkenpopulation in Frage kommen: die Bestandserholung des Uhus (*Bubo bubo*) sowie wiederaufkommende menschliche Verfolgung, wohl mehrheitlich durch Vergiftungen durch Taubenzüchter. Es ist allerdings möglich, dass weitere Faktoren wie Störungen durch den Menschen (Kletterer, Vogelfotographen, Gleitschirmflieger, Wanderer, Geocaching, Holzschlag zur Brutzeit usw.) sowie weitere zusätzliche Mortalität durch Kollisionen an zivilisatorischer Infrastruktur (Verdrahtung der Landschaft, Zäune, Scheiben, Windkraft, Verkehrsträger) ebenfalls einen gewissen Anteil an dieser Entwicklung haben dürften, zumal beides in den letzten Jahren zugenommen haben.

Der Uhu ist der grösste Prädator des Wanderfalken und teilt mit diesem seine Ansprüche an das Brutbiotop weitgehend: er brütet meist an hoch aufragenden Felsen. Der Uhu war bis ca. in die 1980er-Jahre ausserhalb der Alpen seit vielen Jahrzehnten weitgehend ausgerottet. Danach hatten sich erst einzelne Paare durch lokale Aussetzungen vor allem im Gebiet des Kantons BL angesiedelt. In den letzten 10–20 Jahren aber findet eine grossräumige Wiederbesiedlung der Schweiz vermutlich in erster Linie durch Einwanderung von den natürlicherweise erstarkenden und sich ausbreitenden Populationen in Deutschland und Frankreich statt (Rau et al. 2015). Dadurch haben sich zahlreiche Uhupaa-re an bisherigen Wanderfalken-Felsen angesiedelt, und in der Regel bedeutet das, dass diese Plätze vom Wanderfalken aufgegeben werden (bzw. dass siedlungswillige Wanderfalken einem grossen Risiko unterliegen, von den ansässigen Uhus erbeutet zu werden). Die Bestandserholung des Uhus in der Schweiz ist in vollem Gange. Im Untersuchungsgebiet Nordjura beispielsweise dürfte die Uhudichte mittlerweile mit jener des Wanderfalken vergleichbar sein (unveröffentlichte Daten der Arbeitsgruppe im Jura Nord).

Als ein zweiter wichtiger Faktor, der für den Bestandsrückgang des Wanderfalken vermutlich mitverantwortlich ist, muss die direkte Verfolgung vor allem durch Vergiftungen durch Taubenzüchter in Betracht gezogen werden. Vor allem aus den Regionen Zürich und Basel, aber lokal auch aus der Ostschweiz und aus dem Aargau gibt es Hinweise auf solche illegalen Nachstellungen. Obwohl nur ein

Indiz und kein Beweis, so ist doch die zeitliche Koinzidenz der Häufung von verdächtigen Todesfällen (Vergiftungsfällen) ab 2008–2010 mit dem Bestandsrückgang frappant.

4.3 Kann die Vergiftung von ein paar wenigen Wanderfalken überhaupt eine Auswirkung auf die Population haben?

Diese Frage ist für die kleinen bis mittelgrossen Wanderfalkenpopulationen in den drei Untersuchungsgebieten durchaus zu bejahen. Wanderfalken sind relativ langlebige Greifvögel mit eher geringer Fortpflanzungsrate, und bei Tieren mit einer solchen Lebensgeschichte ("life history") ist die Überlebensrate von reproduzierenden Altvögeln besonders wichtig für die Bestandserhaltung (Saether & Bakke 2000). Beispielsweise haben Schaub et al. (2009) nachgewiesen, dass bei einer kleinen, aber derzeit deutlich zunehmenden Bartgeierpopulation in den Alpen, welche 50 adulte Individuen zählt, bereits 2–3 zusätzliche Todesfälle (z.B. durch Wilderei) zum langfristigen Aussterben dieser Population führen dürfte.

Eine besonders relevante und sehr aktuelle Studie verdanken wir Altwegg et al. (2014), die von 1997–2010 eine Wanderfalkenpopulation untersuchten, welche an Gebäuden in Kapstadt in Südafrika brüten. Im Untersuchungszeitraum nahm diese Population von anfänglich 3 auf 18 Brutpaare beträchtlich zu. Altwegg und seine Kollegen konnten aber nachweisen, dass diese Stadtpopulation stark von Einwanderung aus dem Umland (z.B. von den Naturfelsen am Tafelberg) abhängig war, und dass die Stadtpopulation ohne diese Immigration nicht stark zugenommen, sondern leicht abgenommen oder bestenfalls stagniert hätte (Abb. 9). In ihrem sog. "integrierten Populationsmodell" (IPM) konnten sie sogar berechnen, wie viele adulte Wanderfalken pro Jahr in die Stadt einwanderten und dort zu brüten begannen (Abb. 10); es waren pro Jahr nicht mehr als 1 oder 2 Vögel!

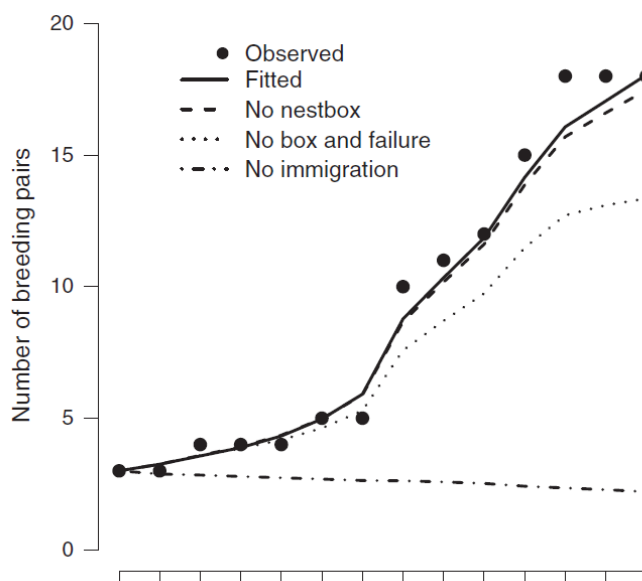


Abb. 9. Einfluss von Nistkästen und Immigration auf die Bestandsentwicklung des Wanderfalken in Kapstadt/Südafrika von 1997–2010 (Reproduktion von Fig. 3 in Altwegg et al. 2014). Die beobachtete Bestandsentwicklung ist durch die Punkte dargestellt. Ohne Nistkästen, aber mit Immigration aus dem Umland (strich-schraffierte Linie) kann der Trend fast perfekt erklärt werden. Wird der Einfluss der Immigration rechnerisch eliminiert (punkt-strich-schraffierte Linie), so hätte die Population anstatt steil zuzunehmen leicht abgenommen.

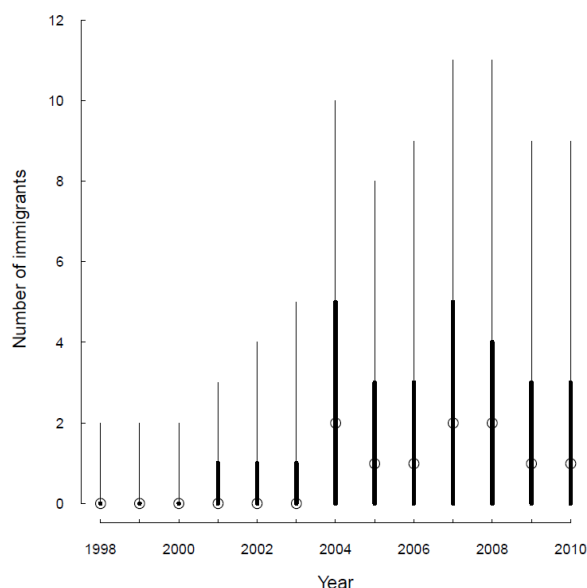


Abb. 10. Geschätzte Anzahl der aus dem Umland einwandernden Wanderfalken in Kapstadt/Südafrika von 1997–2010 (Reproduktion von Fig. 2 in Altwegg et al. 2014). Die Punkte geben die Schätzung aus dem integrierten Populationsmodell an und die Striche zwei Arten der Schätzunsicherheit. Die beste Schätzung der Anzahl Immigranten belief sich auf bloss 0–2 Vögel pro Jahr.

Diese Studie von Altwegg et al. (2014) zeigt sehr eindrücklich, dass es bei kleinen Populationen auf jeden einzelnen Vogel ankommen kann. Um vergleichbare Zahlen für die drei Schweizer Populationen zu erhalten, kann man diese Zahlen proportional zur Populationsgrösse hochrechnen. Wenn bei einer Population von (zum Ende der Untersuchungsperiode von Altwegg et al. 2014) 18 Paaren bereits max. 2 Individuen den Wechsel von einer zu- zu einer abnehmenden Population bewirken, so wäre dies für den Wanderfalken in der Schweiz in ähnlicher Art auch plausibel. Bei einer Population wie jener in der Südwestschweiz, die mit 50 Paaren 2,78 mal grösser ist als jene in Kapstadt (18 Paare), könnten $2,78 \cdot 2 \approx 6$ tote Wanderfalken den Unterschied zwischen einer stabilen und einer abnehmenden Population ausmachen. Analog würden dann im Jura Nord mit seinen ursprünglich ca. 70 Paaren bereits die Entnahme von $(70/18) \cdot 2 \approx 8$ Wanderfalken pro Jahr zu einer starken Abnahme anstelle einer Populationsstabilität (wie man sie um 2005 noch feststellen konnte) führen. Und übersetzt man das Resultat von Altwegg et al. (2014) auf die sehr kleine Zürcher Population, so deutet das an, dass bereits ein einziger vergifteter Wanderfalken pro Jahr zu einer deutlichen Bestandsabnahme führen könnte.

Diese Hochrechnungen setzen voraus, dass die Produktivität in den Populationen von Kapstadt und in der Schweiz vergleichbar ist. Die Fig. 1 in Altwegg et al. (2014) zeigt aber eine höhere Produktivität in dieser zu einem grossen Teil in Nistkästen brütenden Wanderfalkenpopulation als jene in "Naturpopulationen" wie in der Schweiz, wo Horstplätze oft mehr der Witterung oder natürlichen Prädatoren wie Mardern und Füchsen ausgesetzt sind. Bei einer geringeren Produktivität gewinnt allerdings die Einwanderung eine noch grössere Bedeutung. Somit kann davon ausgegangen werden, dass unsere oben angestellten Hochrechnungen auf die Schweiz als eher vorsichtig zu gelten haben, dass also bei uns der Verlust von noch weniger Vögeln als oben berechnet bereits bestandsbestimmend werden könnte.

5. Dank

Unser grösster Dank geht an den Doyen der Schweizer Wanderfalkenforscher, Gabriel Banderet (Lully FR), der uns seine langjährigen Datenreihen zur Verfügung gestellt hat und dem wir diesen Bericht widmen. Weiter gehe er an alle Wanderfalkenbeobachter, welche in den drei Studiengebieten Wanderfalken-Horstkontrollen durchführen und deren Resultate an die Koordinatoren weiterleiten, sowie an Dr. Martin Weggler (Orniplan ZH) für die Lieferung der Daten aus dem Kanton Zürich. Sämi Wechsler hat die Karte in Abb. 1 in verdankenswerter Weise hergestellt.

6. Literatur

- Altwegg, R., A. Jenkins, F. Abadie (2014): Nestboxes and immigration drive the growth of an urban Peregrine Falcon *Falco peregrinus* population. *Ibis* 156: 107–115.
- Johnson, D.S. & J.A. Hoeting (2003): Autoregressive models for capture-recapture data: A Bayesian approach. *Biometrics* 59: 341–350.
- Kéry, M. (2010): Introduction to WinBUGS for Ecologists. – A Bayesian approach to regression, ANOVA, mixed models and related analyses. Academic Press, Burlington, MA.
- Kéry, M., G. Guillera-Aroita & J.J. Lahoz-Monfort (2013): Analysing and mapping species range dynamics using dynamic occupancy models. *Journal of Biogeography* 40: 1463–1474.
- Kéry, M. & J.A. Royle (2016): Applied hierarchical modeling in ecology—Modeling distribution, abundance and species richness using R and BUGS. Volume 1: Prelude and Static Models. Elsevier/Academic Press.
- Kéry, M., & M. Schaub (2012): Bayesian population analysis using WinBUGS – A hierarchical perspective. Academic Press, Waltham, MA.
- MacKenzie, D.I., J.D. Nichols, J.E. Hines, M.G. Knutson & A.B. Franklin (2003): Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology* 84: 2200–2207.
- Plummer, M. (2003): JAGS: a program for analysis of bayesian graphical models using gibbs sampling. Proceedings of the 3rd International Workshop in Distributed Statistical Computing (DSC 2003), March 20-22 (eds K. Hornik, F. Leisch & A. Zeileis), pp. 1–10, Technische Universität, Vienna, Austria.
- Ratcliffe, D.A. 1993. The Peregrine Falcon. Poyser, Calton.
- Rau, F., R. Lühl & J. Becht (2015): 50 Jahre Schutz von Fels und Falken. Ornithologische Jahreshefte für Baden-Württemberg, Band 31 (Sonderband, November 2015).
- Saether, B.-E. & O. Bakke (2000): Avian life history variation and contribution of demographic traits to the population growth rate. *Ecology* 81: 642–653.
- Schaub, M., R. Zink, H. Beissmann, F. Sarrazin & R. Arlettaz (2009): When to end releases in reintroduction programmes: demographic rates and population viability analysis of bearded vultures in the Alps. *Journal of Applied Ecology* 46: 92–100.
- White, C.M., T.J. Cade, J.H. Enderson (2013): Peregrine Falcons of the World. Lynx Editions, Barcelona, Spain.
- Wood, S.N. (2006): Generalized additive models. An introduction with R. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, USA.