

Aus der Schweizerischen Vogelwarte Sempach

## Intensiver Vogelzug im Spätherbst als Folge einer Stautentladung

Dieter Peter, Barbara Trösch und Lutz Lücker

**Intense bird migration in late autumn due to accumulation of birds in a bad weather period.** – The intensity of bird migration varies widely between places and seasons. Geography, topography, weather conditions and migratory schedules of the birds are the main reasons for this variation. During the night from 5 to 6 November 1998, one night after full moon, we carried out bird counts by moon-watching with the aid of a video equipment. 232 bird silhouettes were counted from 21.40 to 22.40 hrs. near Geneva. This corresponds to a migration traffic rate (MTR) of about 15 000 to 20 000 birds crossing a front line of 1 km perpendicular to the principal direction of migration in 1 hour. This migration intensity was the highest value ever observed for night migration in autumn in Europe, and it was very late compared to the peak migration season. We consider this high migration activity to be mainly the result of an accumulation of migrants due to unfavourable weather. A funnelling effect between the northern border of the Alps and the chain of the Jura mountains might be an additional factor that led to an increased migratory intensity in the region of Geneva. This event was observed and recorded on tape with video equipment and not with a telescope, normally used for moon-watching. A possible degree of inaccuracy for the calculated MTR due to a different species composition compared to the main migration season is discussed and error estimations are presented. Up to now an MTR of 4 000–8 000 was found to be the highest measured in the alps (19 September 1994). Mean MTR during migration season turned out to vary around 2000.

Key words: Migration, moon-watching, weather.

Dieter Peter und Barbara Trösch, Schweizerische Vogelwarte, CH–6204 Sempach;  
Lutz Lücker, 5, Fort de l'Ecluse, CH–1213 Petit-Lancy

Die Intensität des Vogelzuges variiert stark, je nach Jahreszeit und Ort. Die Hauptgründe dafür sind in der geographischen Lage, der Topographie, den Witterungsbedingungen sowie in der Zugphänologie der einzelnen Vogelarten zu finden. 1994 und 1995 wurde der nächtliche Vogelzug im Rahmen eines grenzüberschreitenden Projektes in Mitteleuropa mit der neu definierten Methode der Mondbeobachtung nach Liechti et al. (1996a, b) systematisch erfasst. Verschiedentlich wurden die Beobachtungen nach diesem gross angelegten Projekt systematisch, teilweise auch in unregelmässigen Abständen weitergeführt.

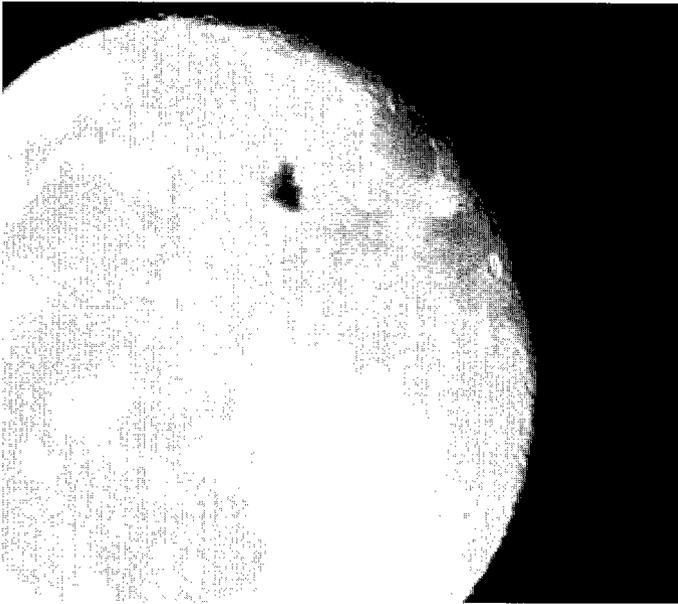
In der Nacht vom 5. auf den 6. November 1998 wurden in der Nähe von Genf Videoaufnahmen des Vollmondes und der davor sichtbaren ziehenden Vögel gemacht (Abb. 1).

### 1. Material und Methoden

In der Nacht des 5. Novembers 1998, eine Nacht nach Vollmond, wurde in Petit-Lancy (46°13'N, 6°08' E, 400 m ü.M.) von 21.40 bis 22.40 Uhr der Vogelzug vor der Mondscheibe beobachtet. Die angewandte Methode wurde in Liechti et al. (1996a) detailliert beschrieben.

#### 1.1. Video-Ausrüstung

Die Flugbewegungen vorüberziehender Vögel wurden mit einer Videokamera (Canon EX1 mit 1:1,4–5,6/75–300 mm Zoom-Objektiv und 2-fach-Konverter; 24 Bilder/s) aufgezeichnet und nachträglich ausgewertet. Die gewählte resultierende Objektiv-Brennweite von 600 mm entspricht 60-facher Vergrösserung. Bedingt durch das enge Sichtfeld der verwendeten Videoausrüstung (vertikal ca. 8 m auf 1000 m) und die manuelle Nachführung auf dem



**Abb. 1.** Eine Vogelsilhouette vor dem Mond (Standbildaufnahme). Bei laufendem Videoband ist der Vogel als Reiher identifizierbar. – *A bird silhouette in front of the moon (still frame picture). It was identified as a heron while the video tape was real time inspected.*

Stativ war nie die ganze beleuchtete Mondoberfläche sichtbar, sondern nur ca. 80–90 % davon. Die von uns berechneten Intensitäten

**Tab. 1.** Grössenklassierung der Vogelsilhouetten im Verhältnis zum Mondkrater Tycho und für die Berechnungen verwendeten Distanzen der Eichentabelle vom September 1994 bzw. die zur Fehlerschätzung berücksichtigten korrigierten Distanzwerte. – *Size classes used for estimations of the silhouette size of the birds in relation to the size of the crater Tycho and corresponding mean distances according to measurement by radar in September 1994 used for the calculation of the migratory intensity, as well as corrected values for error estimations.*

Grössen- klasse <i>Size class</i>	Gössenverhältnis zu Krater Tycho <i>compared to Tycho</i>	Distanz <i>distance</i> (m)	Distanz korrigiert <i>corrected distance</i> (m)
1	punktförmig	1500	1750
2	/so gross	1250	1500
3	halb so gross	1000	1250
4	gleich gross	800	1000
5	doppelt so gross	700	800
6	4-mal so gross	500	600
7	grösser	300	400

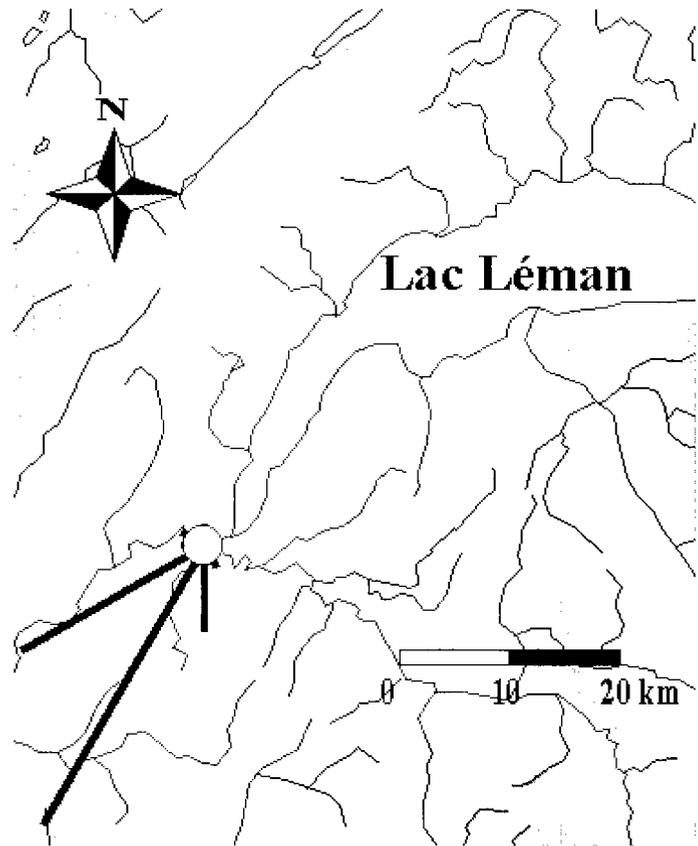
entsprechen folglich Mindestwerten, da im Normalfall der volle von der Erde aus sichtbare Durchmesser des Mondes berücksichtigt wird.

Ein wichtiger Vorteil dieser Beobachtungsmethode ist, dass das Videoband bei Unsicherheiten beliebig oft abgespielt werden kann, bis alle aufgezeichneten Vögel korrekt protokolliert sind.

## 1.2. Schätzung des Fehlers der Methode

Bolshakov (1985) ging davon aus, dass die jeweils beobachtete Silhouette einer bestimmten Art zugeordnet werden kann, womit die Grössenverhältnisse klar und damit die korrekten Flughöhen zu berechnen wären. Nach eigener Erfahrung ist die Artbestimmung nur in seltenen Fällen möglich, da die Silhouetten häufig nur während Sekunden oder Bruchteilen einer Sekunde sichtbar waren. Ausserdem wurde der Vogel unter irgendeiner Perspektive beobachtet. Der Eindruck der Dimension der Tiefe geht bei Anwendung dieser Methode weitgehend verloren. Es werden also zweidimensionale Silhouetten beobachtet, was zu Fehleinschätzungen der Länge eines Vogels führen kann.

**Abb. 2.** Genferseegebiet (Lac Léman, 372 m ü.M.) mit Flugrichtungsverteilung der in Petit-Lancy registrierten Vögel. Nacht vom 5. auf den 6. November 1998. Hellgraue Flächen sind Gebiete, die über 500 m ü.M. liegen, dunklere Flächen über 800, 1400 bzw. 2600 m ü.M. Schwarze Linien stellen Flüsse und Seerufer dar. – *Region of Lake of Geneva (Lac Léman, 372 m above sea level) with distribution of tracks of the birds recorded at Petit-Lancy, 5/6 November 1998. Light gray areas indicate elevations of more than 500 m above sea level, darker areas indicate elevations of more than 800, 1400, 2600 m above sea level. Black lines represent rivers and lakeshores.*



Wir schliessen aber trotzdem nicht aus, dass es wenigstens teilweise möglich ist, etwas über die beobachteten Arten mindestens bis zum Niveau der Gattungen oder Familien auszusagen. Hinweise auf das Spektrum der zu erwartenden Arten lassen sich aus Phänologiedaten ableiten. Ausserdem ist bei einigen Vögeln der Flügelschlag zu erkennen. Auf Grund der Flügelschlagfrequenzen, die wir häufig als relativ niedrig eingeschätzt haben, und der gegebenen Jahreszeit nehmen wir an, dass z.B. Drosseln *Turdus* sp., aber auch etwa Rotkehlchen *Eritracus rubecula* am Zug beteiligt waren. Zum Zeitpunkt der Distanz-Kalibrierung mit Radar im September 1994 waren hingegen hauptsächlich kleinere Singvögel unterwegs (Bloch et al. 1981, Bruderer & Liechti 1990). Die resultierende Grössenklassen/Distanz-Tabelle

(Tab. 1) wurde durch die Grössenstreuung der am Zug beteiligten Arten bestimmt. Das veränderte Artenspektrum Ende Oktober, Anfang November gegenüber dem September könnte eine vergrösserte Reichweite und damit eine gewisse Überschätzung des Zugvolumens bewirken.

Um eine Fehlbeurteilung auszuschliessen, machten wir eine Fehlerschätzung, um zu zeigen, in welchem Mass sich eine Verschiebung des Spektrums der am Zug beteiligten Arten und damit der Silhouettengrössen auf die berechnete Zugintensität auswirken könnte. Durch ein Verschieben um eine Distanzklasse nach aussen erwarten wir eine vollständige Kompensation der grösseren Arten, die spät in der Saison zu erwarten sind. Dies entspricht einer angenommenen Verdoppelung des Sil-

houettendurchmessers der am Zug beteiligten Vogelarten.

## 2. Ergebnisse

### 2.1. Beobachtungen bei Petit-Lancy

Die Video-Aufnahmen vom 5./6. November 1998 bei Genf dokumentieren die höchsten Zugdichten, die in Europa je festgestellt werden konnten. Diese Tatsache erstaunt umso mehr, als zu dieser Jahreszeit eigentlich mit einem starken Abflauen des Vogelzuges zu rechnen ist.

Zwischen 21.40 und 22.40 Uhr wurden 232 Vögel registriert. Die Hauptmasse der Vögel flog konzentriert in Richtung 210 bis 240° ( $220 \pm 21^\circ$ ;  $r = 0,93$ , Abb. 2). Berechnet mit der ursprünglichen Distanz-Eichtabelle resultierte eine Zugintensität (MTR: Migration Traffic Rate) von 18 849 Vögeln, die innerhalb einer Stunde eine Strecke von einem Kilometer Länge (quer zur Zugrichtung) überflogen haben (Lowery 1951). Rechnet man mit den korrigierten Werten (Tab. 1), resultiert ein Wert von 15 440 für die MTR. Da bedingt durch die Methode nicht die ganze Oberfläche des Mon-

des registriert wurde, entspricht der zweite Wert einem theoretischen Minimalwert. Die effektive MTR dürfte zwischen 15 000 und 20 000 Vögel pro Stunde und pro Kilometer Frontlänge liegen. Unter der Annahme, dass diese Zugintensität für 5 Stunden über der 15 km breiten Ebene in der Region Genf anhielt, hatten in dieser Nacht über eine Million Vögel diese Region überquert.

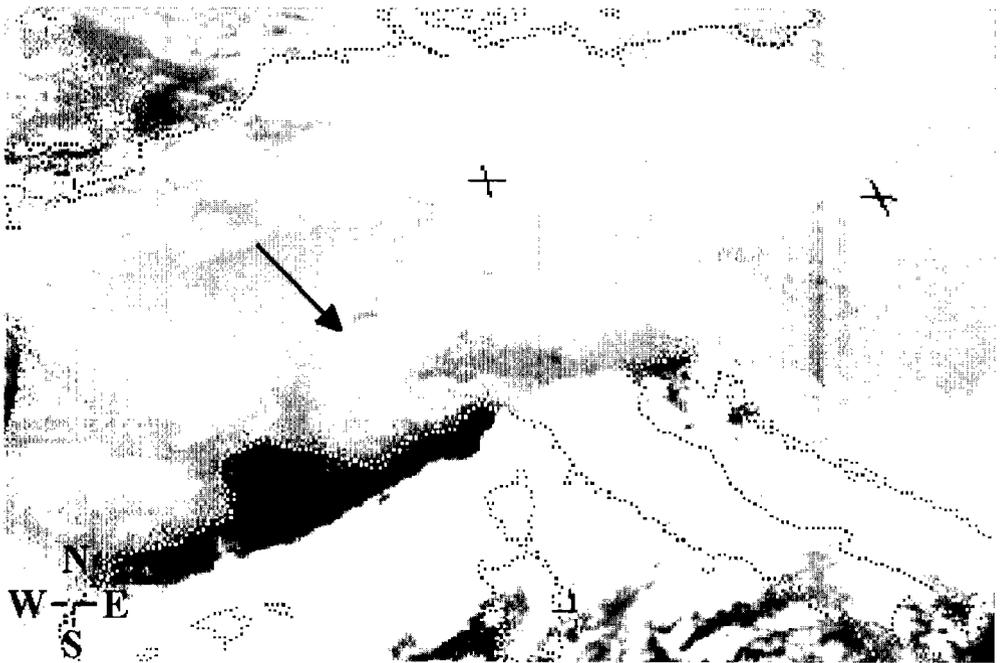
Die relativ hohen Fluggeschwindigkeiten der beobachteten Vogelsilhouetten deuten darauf hin, dass die Vögel mit Rückenwindunterstützung flogen.

### 2.2. Daten von anderen Beobachtungsorten

Weitere Beobachtungen aus den Vollmondnächten im November 1998 liegen uns vor vom 2.11. (21.35–22.00 h) aus Wengen, vom 4.11. (40 min zwischen 23.00 und 23.55 h) und vom 5.11. (80 min zwischen 22.00 und 23.55 h) aus Airolo und Nottwil (21.47–22.00 h) sowie vom 6.11. (110 min zwischen 22.00 und 24.00 h) von Entraque (Mediterrane Alpen, Italien) (Tab. 2). Sie wurden mit Fernrohren (Vergrößerungsfaktor 20- bis 35-fach) durchgeführt, im Gegensatz zu den Beobachtungen in

**Tab. 2.** Anzahl der beobachteten Vogelsilhouetten  $n$  in den verschiedenen Beobachtungsnächten im November 1998. Die Spanne der Zugintensitäten MTR (Vögel pro Kilometer und Stunde) ergibt sich aus Berechnungen mit den Original-Distanzzeichwerten als auch mit den korrigierten Werten (Tab. 1). Eine Angabe der MTR für Wengen ist nicht möglich, da uns für diesen Beobachtungsort keine Größenangaben zu den einzelnen Vogelsilhouetten vorliegen. – *Numbers of observed bird silhouettes  $n$  in front of the disc of the moon within certain time limits and the actual duration of observation in minutes during different nights in early November 1998 at different places. Migration traffic rate MTR (birds per km and h) is calculated based on the new estimated distances for error calculations as given in Table 1 (first value) and on the original calibration measurement of September 1994 (second value). In case of Wengen it was not possible to calculate any migration intensities due to lacking information about silhouette sizes of the observed birds. At Petit-Lancy, instead of a telescope, video equipment was used to observe and record the bird silhouettes crossing in front of the moon.*

Beobachtungsort <i>Site</i>	Geografische Lage <i>coordinates</i>	Höhe m ü.M. <i>altitude</i> m a.s.l.	Datum <i>date</i>	Beobachtungszeit <i>observation</i> <i>time</i>	Beob. dauer <i>duration</i>	$n$ <i>n</i>	Zugintensität MTR <i>migration</i> <i>traffic rate</i>
Wengen	46°37' N, 7°55' E	1275	2.11.98	21.35–22.00	25 min	38	
Airolo	46°31' N, 8°37' E	1165	4.11.98	23.00–23.55	40 min	1	88–106
			5.11.98	23.00–23.55	40 min	1	57–68
Nottwil	47°08' N, 8°08' E	550	5.11.98	21.47–22.00	13 min	31	9646–12060
Petit-Lancy	46°13' N, 6°08' E	420	5.11.98	21.30–22.30	60 min	232	15440–18849
Entraque	44°13' N, 7°23' E	940	6.11.98	22.00–24.00	110 min	18	506–603



**Abb. 2.** Infrarot-Satellitenbild vom 5. November 1998 um 24 h UTC. Die Küstenlinie ist gepunktet nachgezogen. In der Bildmitte erkennt man den Bogen der Alpen mit seinen schneebedeckten Gipfeln. Am unteren Bildrand in der Mitte befindet sich Sardinien. Der trockene Kaltluftstrom, der sich quer über ganz Europa erstreckte, ist durch die wolkenfreie Zone quer durch das Bild deutlich erkennbar. Die Pfeilspitze markiert den Beobachtungsort am Westende des Genfersees (kleiner dunkelgrauer Bogen). – *Infrared satellite picture of 6.11.98 at midnight UTC. The shorelines are marked by the dotted line. The alpine arc with its snowcovered mountain tops is visible in the centre of the picture. At the lower edge the Italian island Sardinia is found. The dry cold air mass which flowed across central Europe is clearly defined as the cloudless zone across the picture. The observation site is indicated by an arrow at the westernmost end of lake of Geneva (small, dark grey arc).*

Petit-Lancy, wo eine Video-Kamera als Beobachtungs- und Aufzeichnungsgerät benutzt wurde.

### 3. Diskussion

Die eng um einen Mittelwert von  $220^\circ$  konzentrierten Flugrichtungen entsprechen recht gut den von Baumgartner & Bruderer (1985) mit Überwachungsradar festgestellten Richtungsverteilungen mit einem Modus von  $224^\circ$  und einem Hauptstrebereich von  $210\text{--}240^\circ$ . Nahezu immer liessen sich die beobachteten Silhouetten mit Bestimmtheit als Vogelsilhouet-

ten identifizieren. In sehr wenigen Fällen (im Bereich  $<1\%$ ) liessen sich Fledermäuse oder Insekten nicht sicher ausschliessen; bei der herrschenden Kälte waren solche allerdings nicht zu erwarten.

Bei vielen Vögeln war der Flügelschlag erkennbar. Auf Grund des Flügelschlagmusters (Schlagphasen unterbrochen durch regelmässige Pausen) konnten die meisten Vögel als Singvögel bestimmt werden.

#### 3.1. Einfluss des Wetters

Der Hauptgrund für das Auftreten einer derart hohen Konzentration des Zuges so spät in der

Saison ist unseres Erachtens in der Wettersituation zu suchen. Starke Gegenwinde und regenreiche Wetterperioden hemmen die Bereitschaft der Vögel zum Ziehen. Im relevanten Zeitbereich vom 21. Oktober bis zum 4. November führte eine anhaltende Schlechtwetterperiode zu einem Zugstau (z.B. Baumgartner 1997), der sich in der Nacht des 5./6. Novembers erstmals entladen konnte.

Mehrere Schlechtwetterfronten durchquerten die Schweiz ab dem 21. Oktober 1998 in kurzen Abständen. Diese Tage waren durch zahlreiche Regenschauer, hohen Bewölkungsgrad und Winde aus westlichen Richtungen gekennzeichnet. In den ersten Novembertagen baute sich ein Tiefdruckgebiet mit Zentrum über den Britischen Inseln auf, das sich in der Schweiz zunächst durch starke Westwinde bemerkbar machte. Eine Kaltfront durchquerte danach die Schweiz von Norden her. Auf deren Rückseite etablierte sich am 5. November ein Hochdruckgebiet über Frankreich. In der Folge bildete sich über Mitteleuropa ein Kaltluftkeil (Abb. 2). Bis auf eine Höhe von maximal 1500 m ü.M. (Höhe der Inversion) wehten schwache Ostwinde. Nach 2 Wochen mit mehr oder weniger schlechten Bedingungen entwickelte sich somit eine Wettersituation mit optimalen Bedingungen für die nach Südwesten ziehenden Vögel (Bruderer 1975, Hilgerloh 1981). In Mitteleuropa war die Nacht vom 5. auf den 6. November 1998 durch sehr gute Sicht, Wolkenlosigkeit und Wind aus östlichen Richtungen gekennzeichnet. Diese Situation lässt den Schluss zu, dass in dieser Nacht witterungsbedingt viele Vögel aufbrachen, die in den vorangehenden Nächten wegen schlechten Wetters am Boden geblieben waren.

### 3.2. Topographie

Der Einfluss topographischer Strukturen auf die Zugrichtungen der Vögel wurde in verschiedenen Studien untersucht (Baumgartner & Bruderer 1985, Liechti & Bruderer 1986). Baumgartner & Bruderer (1985) fanden durch den Verlauf der Jura- und Alpenkette stark beeinflusste Flugrichtungen. In der Region von Genf wurde weniger Streuung in den Flugrichtungen festgestellt als im nordöstlicheren Mit-

telland, wo die Höhenzüge des Jura weniger hoch und weiter von den nördlichen Voralpen entfernt sind. Da in der Region Genfersee der Abstand zwischen der Jura- und der Alpenkette am geringsten ist, kann mit einer Konzentration (Kanalisation) des Vogelzuges an diesem Ort gerechnet werden (Bruderer 1996). Diese kann jedoch die extremen Zugdichten am Abend des 5. November 1998 allein nicht erklären. Ein ähnlich starker Effekt hätte sonst auch bei anderen Untersuchungen festgestellt werden müssen (Liechti et al. 1996a, b). Aus den gleichzeitig durchgeführten Beobachtungen im zentralen Mittelland (Nottwil) könnte man ableiten, dass der Topographieeffekt knapp zu einer Verdoppelung der Zugintensität geführt hat.

Für einen direkten Vergleich mit Petit-Lancy in der Nacht vom 5. auf den 6. November 1998 kommen nur Nottwil und Airolo in Frage. Die Zahlen für die beiden Orte nördlich der Alpen (Nottwil und Petit-Lancy) zeigen eine ausserordentlich hohe MTR an, während in der oberen Leventina bei Airolo kaum Zug festzustellen war. In Wengen wurden in der Nacht vom 2. auf den 3. November erstaunlich viele Vögel beobachtet. Die Erklärung dafür könnte das Ausweichen der Vögel in die Alpentäler bei Schlechtwettersituationen sein, ein Phänomen, das auch bei anderen Gelegenheiten beobachtet werden konnte (Bruderer & Winkler 1976).

### 3.3. Vergleich mit Fangzahlen und Feldbeobachtungen

Der Basellandschaftliche Natur- und Vogelschutzverband betrieb zur fraglichen Zeit eine Beringungs- und Beobachtungsstation auf der Ulmethöchi, Baselland (47°22' N, 7°39' E, 973 m ü.M.). Am Morgen des 6. November wurden dort die meisten Vögel der Herbstsaison gefangen, obwohl nur ein kleiner Teil der Netze geöffnet wurde. Im Jahresbericht des Verbandes ist zu lesen: «Am 6. November entlud sich ein gewaltiger Zugstau». An jenem Tag wurden unter anderem mehr als 1075 tagziehende Erlenzeisige, 741 Kernbeisser und 456 Distelfinken gezählt. Für diese drei Arten entspricht dies den höchsten Tagestotalen der ganzen Beobachtungsperiode vom 26. Septem-

ber bis 7. November 1998. Diese Beobachtungen des intensiven Tagzuges bestätigen unsere Eindrücke aus der vorangehenden Nacht.

### 3.4. Vergleich mit anderen Durchzugsfrequenzen

Intensiver nächtlicher Vogelzug wurde im Bereich der Alpen auch am 19. September 1994 gemessen. Damals wurden MTR von 4000–8000 Vögeln pro Kilometer und Stunde erreicht (Liechti et al. 1995, 1996). Diese Werte lagen also deutlich tiefer als die am 5./6. November 1998 in Petit-Lancy festgestellten, obwohl der September allgemein als der Monat betrachtet wird, in dem wohl die Hauptmasse des Nachtzuges zu beobachten ist. Normalerweise erreicht die MTR Werte um 2000 Vögel pro Kilometer und Stunde, also 5- bis 10-mal weniger als die Rekordwerte, über die hier berichtet wurde.

**Dank.** Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und fruchtbaren Anregungen danken wir Bruno Bruderer, Felix Liechti, Matthias Kestenholz und Ueli Rehsteiner. Für das Überlassen der Feldbeobachtungs- und Beringungslisten danken wir dem Basellandschaftlichen Natur- und Vogelschutzverband, namentlich Matthias Kestenholz. Der Meteorologin Carolin Schmitt von der Universität Freiburg im Breisgau danken wir herzlich für die Hilfe bei der Interpretation der Wetterkarten und Satellitenbilder.

### Zusammenfassung, Résumé

In der Nacht vom 5./6. November konnten wir in der Region Genf anhand von Mondbeobachtungen mittels Videoaufzeichnungen eine Zugintensität MTR von 15000–20000 Vögeln pro Kilometer und Stunde feststellen, 5 bis 10-mal soviel, wie dies normalerweise zu dieser Jahreszeit zu erwarten wäre. Wir führen dieses Phänomen darauf zurück, dass in den zwei Wochen davor sehr häufig Regenfronten aus Westen über Mitteleuropa zogen, die teilweise mit starken Winden aus westlichen Richtungen verbunden waren. In der fraglichen Nacht fanden die Vögel erstmals wieder sehr gute Bedingungen (Rückenwind, keine Niederschläge) für den Zug in die bevorzugte Flugrichtung Südwest vor. Zusätzlich erwarten wir schätzungsweise eine Verdoppelung der lokalen Zugintensität durch den topographisch bedingten Kanalisierungseffekt. Es handelt sich bei den berechneten Intensitäten um die höchsten Werte, die in Europa bisher festgestellt werden konnten. Hohe Dichtewerte wurden fester auch in der Nacht vom 19. September 1994 festgestellt, als die Zugin-

tenstäten (migration traffic rate, MTR) am Nordrand der Alpen 4000–8000 Vögel pro Kilometer und Stunde betragen; normalerweise erreichen die MTR Werte um 2000 Vögel pro Kilometer und Stunde.

### Intense passage d'oiseaux migrateurs en fin d'automne suite à une amélioration des conditions météorologiques

Dans la région genevoise, on a constaté pendant la nuit du 5 au 6 novembre 1998 une intensité migratoire de 15000 à 20000 oiseaux par kilomètre et heure, c'est-à-dire 5 à 10 fois plus par rapport à la normale de cette saison. Ces observations ont été effectuées de nuit, en enregistrant avec un équipement vidéo les oiseaux qui passaient devant le disque lunaire. Le phénomène s'explique de la manière suivante: les perturbations atlantiques fréquentes qui avaient déferlé sur le continent pendant les 2 semaines précédentes avaient bloqué la migration par des vents d'ouest trop forts. Durant la nuit en question, les oiseaux ont enfin trouvé des conditions idéales pour une migration dans leur direction normale (sud-ouest): vent nord-est, pas de précipitations. Une intensité migratoire (MTR) très élevée (4000–8000 oiseaux par km et h) est observée le 19 septembre 1994 au bord nord des Alpes. Une MTR moyenne pendant la saison migratoire se situe autour de 2000 oiseaux par kilomètre et heure.

### Literatur

- BAUMGARTNER, M. (1997): Wetterabhängigkeit des nächtlichen Vogelzuges im Herbst über Süddeutschland. Diss. Univ. Basel.
- BAUMGARTNER, M. & B. BRUDERER (1985): Radarbeobachtungen über die Richtungen des nächtlichen Vogelzuges am nördlichen Alpenrand. *Ornithol. Beob.* 82: 207–230.
- BLOCH, R., B. BRUDERER & P. STEINER (1981): Flugverhalten nächtlich ziehender Vögel – Radardaten über den Zug verschiedener Vogeltypen auf einem Alpenpass. *Vogelwarte* 31: 119–149.
- BOLSHAKOV, K. V. (1985): Moon-watch method for quantitative studying of nocturnal bird passage (collection, calculation and analysis of data). In: V. R. DOLNIK (Hrsg.): *Spring nocturnal bird passage across arid and mountainous regions of middle Asia and Kasakhstan*. Proc. Zool. Inst. Leningrad; USSR Academy of Sciences. (Russisch mit englischer Zusammenfassung).
- BRUDERER, B. (1975): Zeitliche und räumliche Unterschiede in der Richtungsstreuung des Vogelzuges im Schweizerischen Mittelland. *Ornithol. Beob.* 72: 169–179. – (1996): Vogelzugforschung im Bereich der Alpen 1980–1995. *Ornithol. Beob.* 93: 119–130.

- BRUDERER, B. & F. LIECHTI (1990): Richtungsverhalten nachziehender Vögel in Süddeutschland und der Schweiz unter besonderer Berücksichtigung des Windeinflusses. *Ornithol. Beob.* 87: 271–293.
- BRUDERER, B. & R. WINKLER (1976): Vogelzug in den Schweizer Alpen. *Angew. Ornithol.* 5: 32–55.
- HILGERLOH, G. (1981): Die Wetterabhängigkeit von Zugintensität, Zughöhe und Richtungsstreuung bei tagziehenden Vögeln im Schweizerischen Mittelland. *Ornithol. Beob.* 78: 245–263.
- LIECHTI, F. & B. BRUDERER (1986): Einfluss der lokalen Topographie auf nächtlich ziehende Vögel nach Radarstudien am Alpenrand. *Ornithol. Beob.* 83: 35–66.
- LIECHTI, F., B. BRUDERER, R. LARDELLI & D. PETER (1995): The Alps, a weather dependent obstacle for nocturnal autumn migration? *Avocetta* 19: 68.
- LIECHTI, F., D. PETER, R. LARDELLI & B. BRUDERER (1996a): Herbstlicher Vogelzug im Alpenraum nach Mondbeobachtungen – Topographie und Wind beeinflussen den Zugverlauf. *Ornithol. Beob.* 93: 131–152. – (1996b): Die Alpen. Ein Hindernis im nächtlichen Breitfrontzug – eine grossräumige Übersicht nach Mondbeobachtungen. *J. Ornithol.* 137: 337–356.
- LOWERY G. J. (1951): A quantitative study of the nocturnal migration of birds. *Univ. Kansas Publ., Mus. Nat. Hist.* 3: 361–472.

*Manuskript eingegangen 24. August 1999*

*Revidierte Fassung angenommen 26. Oktober 1999*