

Die automatisierte Erfassung von balzenden Waldschnepfen *Scolopax rusticola* mit akustischen Loggern und spezialisierter Analysesoftware

Pierre Mollet, Irene Schürmann, Michael Lanz

Der Einsatz programmierbarer Tonaufnahmegeräte (Akustiklogger) ist eine Möglichkeit zur akustischen Erfassung von Vögeln und auch anderen akustisch aktiven Tierarten. Die Methode ist z.B. sinnvoll, wenn nicht genügend Personal für die Kontrollen im Feld zur Verfügung steht oder wenn die Kontrollpunkte schlecht erreichbar sind. Entsprechende Geräte sind schon seit Jahren in Gebrauch, technisch ausgereift und funktionieren zuverlässig. Eine Herausforderung ist aber auch heute noch die automatisierte Auswertung des Tonmaterials per Software. Wir haben eine Spezialsoftware zur Suche nach Waldschnepfen-Balzstrophen auf Tonaufnahmen entwickeln lassen und getestet. Das Programmpaket «Woodcockscope» fokussiert dabei auf den hochfrequenten Pfiff einer Waldschnepfen-Strophe und ignoriert die tieffrequenten «quorr»-Laute. Das Programm ist ausserordentlich sensitiv und findet einzelne Waldschnepfen-Balzstrophen fast so zuverlässig wie eine erfahrene Beobachterin im Feld. Es ist aber in seiner Originalversion nicht selektiv genug, lässt sich von Störgeräuschen zu leicht täuschen und liefert als Konsequenz zu viele falsch-positive Nachweise. Berücksichtigt man jedoch statt aller Strophen nur Serien von mindestens drei aufeinanderfolgenden Strophen mit zeitlichen Abständen von 2,5 bis 4,5 s zwischen zwei Pfiffen, sind die Ergebnisse viel besser. Mit diesem leicht angepassten Verfahren weist Woodcockscope die Präsenz von balzenden Waldschnepfen zuverlässig nach und es gibt fast keine falsch-positiven Nachweise mehr.

Die Waldschnepfe *Scolopax rusticola* lebt heimlich und entzieht sich fast vollständig der direkten Beobachtung. Nur die Männchen auf ihren abendlichen Balzflügen zur Fortpflanzungszeit sind einigermaßen auffällig. Projekte zur Erfassung der Brutzeitverbreitung basieren darum ausschliesslich auf der mittlerweile als Standard geltenden Methode der abendlichen Kontrolle. Diese Kontrollen können grundsätzlich problemlos von freiwilligen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern durchgeführt werden. Sind jedoch viel mehr Kontrollpunkte zu besetzen als Freiwillige zur Verfügung stehen, braucht es Alternativen. Eine davon ist der Einsatz akustischer Logger (Swiston und Mennill 2009, Shonfield und Bayne 2017, Bobay et al. 2018, Schroeder und McRae 2020). Solche Geräte bestehen aus einem Aufnahmegerät, einem Mikrofon und einer Spannungsquelle und sind in der Regel programmierbar, d.h. man kann sie so konfigurieren, dass sie zu einer vorgegebenen Zeit an vorgegebenen Daten Aufnahmen machen. Der Aufwand an Feldarbeit beschränkt sich damit auf die Montage und Inbetriebnahme dieser Geräte, die regelmässige Datensicherung, allenfalls nötige Wechsel der Spannungsquelle sowie, am Schluss der Feldphase, die Demontage.

Anschliessend müssen die Aufnahmen auf Waldschnepfen-Balzgesänge abgesucht werden. Dazu könnten sie in Echtzeit abgehört werden, doch ist dies sehr zeitintensiv. Effizienter ist es, die Tondokumente in Sonagrammansicht darzustellen und visuell auf Waldschnepfenrufe abzusuchen. Bei grossen Datenmengen ist aber auch diese Methode zu zeitaufwändig. Spezialisierte Software, die Tondokumente auf die gesuchten Signale absucht (Swiston und Mennill 2009, Bardeli et al. 2010, Bobay et al. 2018), ist in solchen Fällen unabdingbar.

Die Suche nach balzenden Waldschnepfen mit einer derartigen, weitgehend automatisierten Methode ist nur dann sinnvoll, wenn sie ähnlich zuverlässig funktioniert wie die Suche durch geübte Beobachterinnen oder Beobachter während abendlicher Kontrollen vor Ort. Ein wesentliches Problem beim Einsatz von Akustikloggern, das es bei der Suche durch Beobachtende nicht oder viel weniger ausgeprägt gibt, sind ungünstige Wetterbedingungen während der Aufnahmen. Für abendliche Kontrollen kann man Tage mit guten Wetterbedingungen (kein Niederschlag, kein bis nur sehr wenig Wind) wählen und so die Wahrscheinlichkeit

maximieren, balzende Schnepfen tatsächlich zu entdecken. Ein Akustiklogger bleibt jedoch einige Zeit, in der Regel mehrere Wochen, an einem Kontrollpunkt montiert und nimmt gemäss dem gewählten Zeitschema auf, unabhängig von den Wetterbedingungen. In solchem Tonmaterial wird es daher mit grösster Wahrscheinlichkeit Aufnahmen mit störenden Hintergrundgeräuschen geben. Eine Software zur Suche nach Waldschnepfen-Balzstrophen muss auch auf solchen Tondokumenten die gesuchten Signale zuverlässig finden und darf sie gleichzeitig nicht mit Störgeräuschen im Hintergrund verwechseln. Anders formuliert: Sie darf weder zu viele falsch-negative noch zu viele falsch-positive Resultate ausgeben. Eine andere Möglichkeit, das Problem zu lösen oder zumindest zu entschärfen, wäre die ausschliessliche Auswertung der Logger-Aufnahmen mit sehr guter Qualität, also derjenigen ohne nennenswerte Hintergrundgeräusche. Eine Methode, solche Tondokumente zuverlässig zu erkennen und auszuwählen, müsste allerdings erst noch entwickelt werden.

In der Brutsaison 2016 testeten wir eine speziell für die Suche nach Waldschnepfen-Balzstrophen entwickelte Software. Wir montierten einen Akustiklogger, der während der ganzen Brutsaison jede Nacht Aufnahmen machte. Anschliessend liessen wir die Software diese Tondokumente auf Waldschnepfen-Balzstrophen absuchen. Um die Qualität des Resultats beurteilen zu können, kontrollierten wir dieselben Aufnahmen auch visuell im Sonagramm auf Waldschnepfen-Balzstro-

phen. Zusätzlich wollten wir die Leistung der Software auch direkt mit derjenigen einer geübten Beobachterin vor Ort vergleichen. Dazu setzte sich jemand von uns (I.S.) an acht Abenden während der Balzzeit an den Aufnahmepunkt neben den Logger mit dem Mikrofon und protokollierte alle balzenden Waldschnepfen.

1. Untersuchungsgebiet und Methoden

1.1. Untersuchungsgebiet

Die Untersuchung fand in der nordöstlichen Schweiz statt, auf einem Höhenzug zwischen dem Walensee und dem Toggenburg (Abb. 1). Der Ort der akustischen Aufnahmen lag auf 1500 m ü.M. auf dem Gebiet der Gemeinde Amden (Kanton St. Gallen). Die Umgebung des Aufnahmepunkts ist gekennzeichnet durch ausgedehnte Wälder, die mit zahlreichen moorigen offenen und halboffenen Flächen durchsetzt sind. Fließende Gewässer, die störende Hintergrundgeräusche verursachen, gibt es in der näheren Umgebung nicht. Abendliche Kontrollen während mehrerer Jahre sowie die in den Datenbanken der Schweizerischen Vogelwarte archivierten Waldschnepfen-Nachweise haben gezeigt, dass die Waldschnepfe in der Gegend regelmässig vorkommt.



Abb. 1: Lage des Aufnahmepunkts in der Ostschweiz. Kartengrundlage © swisstopo.
Location of the recording point in eastern Switzerland.

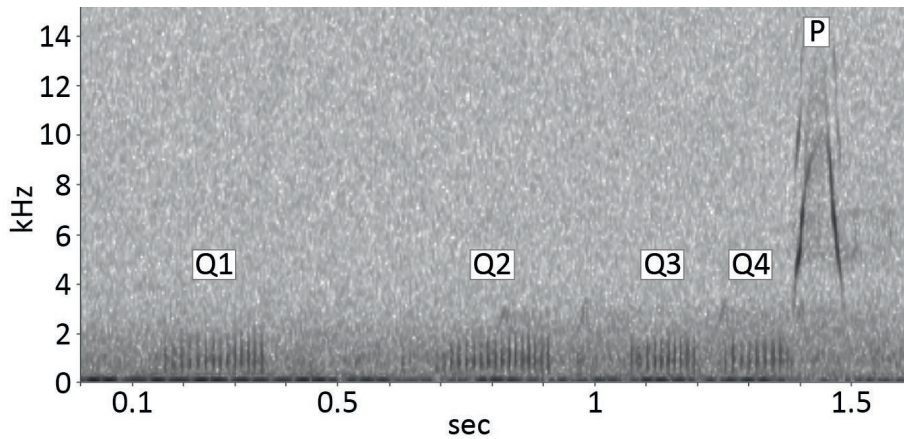


Abb. 2. Sonagramm einer vollständigen Waldschnepfen-Balzstrophe. Zu erkennen sind die charakteristischen tieffrequenten «quorr»-Elemente (in diesem Fall deren vier: Q1 bis Q4) sowie der unmittelbar daran anschliessende hochfrequente Pfiff (P). In der Regel folgt darauf eine ca. 1,5 s dauernde Rufpause, an die sich die nächste Strophe anschliesst.

Sonagram of a complete woodcock roding call. The characteristic low-frequency «quorr» elements (in this case four: Q1 to Q4) can be seen, as well as the high-frequency whistle (P) that immediately follows. Such a call is usually followed by a pause of approximately 1.5 seconds, after which the next call begins.

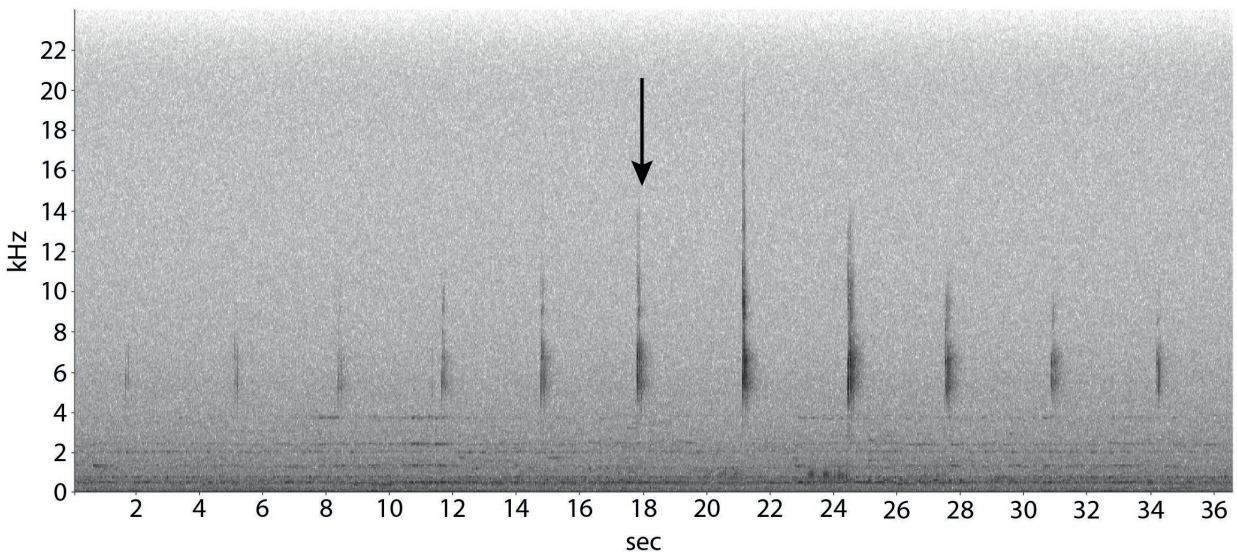


Abb. 3. Sonagramm eines Überflugs einer balzenden Waldschnepfe mit 11 Strophen. Von den Strophen sind fast ausschliesslich die hochfrequenten Pfiffe zu sehen, ausser bei der achten Strophe, bei der (ca. bei Sekunde 24) auch die tieffrequenten «quorr»-Laute erkennbar sind. Der Pfeil markiert die ungefähre zeitliche Mitte des Überflugs, die bei der visuellen Suche im Sonagramm als Zeitpunkt des Überflugs protokolliert wurde.

Sonagram of a roding flight of a woodcock with 11 calls. In almost all of the calls only the high-pitched whistle is visible, except for the eighth, where (at approximately 24 seconds) the low-frequency «quorr» sounds can be seen. The arrow marks the approximate midpoint of the flight, which was noted as the approximate time of the flight during the visual searches of the sonagrams.

1.2. Die Balzstrophe der Waldschnepfe

Die Balzstrophe männlicher Waldschnepfen enthält zwei unterschiedliche Elemente: ein tieffrequentes, einem Quaken ähnliches «quorr» sowie einen hochfrequenten Pfiff. Eine vollständige Strophe dauert ca. 1,5 s und besteht aus mehreren «quorr»-Elementen sowie einem unmittelbar daran anschliessenden Pfiff (Abb. 2). Auf dem Balzflug wird eine Strophe an die andere gereiht, mit einer Pause von ca. 1,5 s vom Ende der einen bis zum Beginn der nächsten Strophe. Der Nachweis einer balzenden Waldschnepfe erfolgt durch die Beobachtung eines «Überflugs», d.h. eines balzenden Vogels, der in Hör- und meist auch Sichtweite vorbeifliegt. Während eines solchen Überflugs sind mehrere Strophen zu vernehmen (Abb. 3). Je nach Beobachtersposition, Geländeform und Flugroute des Vogels können es mehr als 20 Strophen sein. In den meisten Fällen sind es aber deutlich weniger.

1.3. Methoden

1.3.1. Abendliche Kontrollaufnahmen

Zwischen dem 11. Mai und dem 30. Juni protokollierte I.S. am Aufnahmepunkt an acht Abenden alle balzenden Waldschnepfen (Tab. 1). An einem Abend (4. Juni 2016) wurde sie unterstützt durch zwei zusätzliche Personen. Das Wetter war während dieser acht Kontrollsequenzen niederschlagsfrei, vollständig oder annähernd windstill, und es gab keine akustischen Störungen durch Glocken von weidendem Vieh. Die einzige akustische «Störung» waren die Gesänge verschiedener Singvogelarten.

1.3.2. Aufnahmen mit dem Loggersystem

Am 9. Mai 2016 befestigten wir ein akustisches Loggergerät vom Typ Wildlife Acoustics SM3 am Stamm einer einzelstehenden Fichte auf einer Wiese. Das omnidirektionale Mikrofon hängten wir an einen kleinen Ast im Baumwipfel und verbanden es per Kabel mit dem Logger. Wir programmierten das Gerät so, dass es bis am 12. Juli 2016 in jeder Nacht jeweils von einer Stunde vor Sonnenuntergang bis zum Sonnenaufgang permanent aufnahm. Alle dabei erzeugten Tondokumente bestanden aus einem Kanal und hatten eine Länge von einer Stunde, abgesehen von den jeweils letzten Tondokumenten der Nacht, die wegen des Aufnahmeabbruchs bei Sonnenaufgang kürzer waren. Ungefähr alle 10 Tage wechselten wir das Speichermedium und die vier Akkus vom Typ D, die als Spannungsquelle dienten.

1.3.3. Visuelle Suche im Sonagramm

Vom gesamten Tonmaterial erzeugten wir mit der Software Raven Pro 1.6 des Cornell Lab of Ornithology (<https://ravensoundsoftware.com>) Sonagramme und suchten sie visuell auf Waldschnepfen-Balzstrophen ab. Dabei protokollierten wir der grossen Datenmenge wegen nicht jede einzelne Strophe, sondern nur jeden Überflug einer balzenden Schnepfe (Abb. 3).

Aufnahmen mit zu lauten anderen Geräuschen waren nicht auswertbar, weil allenfalls vorhandene Balzstrophen im Sonagramm nicht sichtbar waren. Wir eliminierten solche schlechten Aufnahmen aus dem Datensatz. Um Zeit zu sparen, gingen wir dabei wie folgt vor: Wir öffneten das erste Dokument einer Aufnahmenacht in der Sonagramm-Ansicht. Waren die

Tab. 1. Die von der Beobachterin bzw. mit Woodcockscope erfasste Anzahl Überflüge anlässlich der abendlichen Kontrollsequenzen sowie die Anzahl der falsch-positiven Nachweise von Woodcockscope.

The number of flights recorded by the observer or with Woodcockscope during the evening control sequences, and in addition, the number of false-positive reports from Woodcockscope.

Datum	Startzeit	Endzeit	Mindestanzahl «sicher» identifizierter Flüge	Erfassung absolut und in %		
				Beobachterin	Woodcockscope	Woodcockscope: falsch-positive Meldungen
11.5.2016	20:50	21:45	11	11 (100 %)	8 (72,73 %)	3
15.5.2016	20:50	21:40	8	8 (100 %)	2 (25 %)	3
20.5.2016	20:50	21:50	12	10 (83,33 %)	11 (91,67 %)	0
26.5.2016	20:45	22:25	16	15 (93,75 %)	15 (93,75 %)	8
4.6.2016	21:00	22:25	12	12 (100 %)	11 (91,67 %)	2
10.6.2016	21:00	22:25	10	10 (100 %)	9 (90 %)	0
20.6.2016	21:00	22:10	11	11 (100 %)	11 (100 %)	0
30.6.2016	21:00	22:20	13	13 (100 %)	12 (92,31 %)	4
Total			93	90 (96,77 %)	79 (84,95 %)	20

ersten 10 Minuten des Dokuments wegen zu starken Hintergrundlärms nicht auswertbar, eliminierten wir alle folgenden Aufnahmen bis um 1 Uhr früh ohne weitere Kontrolle und deklarierten diese halbe Nacht, vom Beginn der Aufnahme bis 1:00 Uhr, als «nicht auswertbar». Anschliessend kontrollierten wir die Qualität der ersten zehn Minuten der Aufnahme ab 1 Uhr früh. War auch diese zu schlecht, eliminierten wir auch alle weiteren Aufnahmen der Nacht. Hatte sich der Hintergrundlärm jedoch in der Zwischenzeit gelegt, fuhren wir mit der Suche nach Überflügen ab 1:00 Uhr früh weiter.

1.3.4. Suche per Software

Wir benutzten für die Suche nach den Balzstrophen das Programm «Woodcockscope» (Heeb und Michael 2016). Das Programm ist das Ergebnis einer Bachelorarbeit für Software-Ingenieure an der damaligen Interstaatlichen Hochschule für Technik NTB in Buchs SG (heute Teil der Ostschweizer Fachhochschule OST). Bei dieser Arbeit war einer von uns (P.M.) als Co-Betreuer beteiligt. Das Programm gibt als Resultat eine Tabelle aus, in der alle gefundenen Balzstrophen, Datum und Zeit ihrer Aufnahme sowie weitere Informationen enthalten sind. Im Fall eines Überflugs wie in Abb. 3 sollte das Programm, weil es einzelne Strophen und nicht ganze Überflüge sucht, als Resultat 11 einzelne Nachweise ausgeben.

Wie Woodcockscope arbeitet, beschreiben Heeb und Michael (2016) im Detail. Die beiden wichtigsten Eigenschaften sind die folgenden:

1. Woodcockscope sucht nur nach dem hochfrequenten Pfiff und ignoriert die tieffrequenten «quorr»-Laute. Dies aus drei Gründen: Erstens ist dieser Pfiff wegen seiner ausserordentlichen Tonhöhe sowie wegen seiner charakteristischen Zeit-Frequenzverteilung (zuerst ein Anstieg der Ruffrequenz von ca. 3 auf ca. 10 kHz und dann sogleich wieder ein Abfall auf ca. 3 kHz, alles innert einer Zehntelsekunde) inmitten der Lautäusserungen anderer Vögel auffällig und wird kaum mit solchen verwechselt. Zweitens liegen Laute wie das «quorr»-Elemente der Waldschnepfe in einem Frequenzbereich, in dem sich auch die häufigsten Hintergrundgeräusche befinden. Das erschwert das Auffinden. Drittens hatten wir bei Vorversuchen mit den Akustikloggern festgestellt, dass die «quorr»-Elemente im Gegensatz zu den hochfrequenten Pfiffen auf Aufnahmen häufig gar nicht hörbar und im Sonagramm auch kaum zu sehen sind, sofern omnidirektionale Mikrofone wie beispielsweise das Modell SMM-A2 von Wildlife Acoustics sowie die Logger-Modelle SongMeter SM-3 oder SM-4 desselben Unternehmens verwendet werden. Der Unterschied zu den Aufnahmen, die mit tragbaren Aufnahmegeräten (Olympus LS-14)

und Richtmikrofonen von Sennheiser (Modell ME-66) gemacht wurden, war jedenfalls augenfällig. Auf letzteren sind die «quorr»-Elemente problemlos hörbar und im Sonagramm auch sichtbar. Deutlich werden diese Unterschiede beim Vergleich von Abb. 3 (Aufnahme mit Logger SongMeter SM-3 sowie omnidirektionalem Mikrofon SMM-A2, beide von Wildlife Acoustics) und Abb. 2 (Aufnahme mit Handgerät Olympus LS-14 und Sennheiser-Richtmikrofon ME-66).

2. Woodcockscope arbeitet, etwas vereinfacht, in drei Schritten: zuerst Suche nach den Pfiffen, anschliessend Verifizierung der Suchresultate mit dem Ziel, falsch-positive Nachweise zu eliminieren, und zum Schluss Ausgabe der Resultate. Das Programm ist darauf optimiert, im ersten Schritt möglichst wenige echte Pfiffe zu übersehen, d.h. möglichst wenig falsch-negative Nachweise zu produzieren. Um dies zu erreichen, ist es auf möglichst hohe Sensitivität «getrimmt». Dafür wird eine unbegrenzt hohe Anzahl falsch-positiver Nachweise in Kauf genommen. Die Eliminierung möglichst aller dieser falsch-positiven Nachweise erfolgt dann erst im zweiten Schritt. Beide Schritte in Kombination sollten realitätsnahe Resultate ergeben.

Bei der Sichtung des rohen Daten-Outputs von Woodcockscope stellten wir bald fest, dass die Anzahl der darin enthaltenen falsch-positiven Meldungen gross war. Wir versuchten deshalb in einer zweiten Stufe der Auswertung, diese Anzahl mittels einer Methoden Anpassung zu minimieren. Aus dem rohen Output von Woodcockscope verwendeten wir keine Einzelstrophen mehr, sondern nur alle Serien von mindestens drei direkt aufeinanderfolgenden Strophen mit eng definiertem zeitlichem Abstand von Pfiff zu Pfiff. Die genaue Untersuchung derjenigen Überflüge, von denen wir während der acht Kontrollsequenzen mit einem Hand-Aufnahmegerät Aufnahmen machten, zeigte, dass der zeitliche Abstand zwischen zwei Pfiffen fast immer zwischen 2,5 und 4,5 s lag. Nur in 2 von 199 untersuchten Fällen war dieser Abstand länger, und nie war er kürzer. Darum wählten wir aus der Liste aller von Woodcockscope gefundenen Strophen Serien von mindestens drei aufeinanderfolgenden Pfiffen aus, bei denen der zeitliche Abstand zwischen zwei Pfiffen stets zwischen 2,5 und 4,5 s lag. Alle Nachweise, die diese Bedingungen nicht erfüllten, eliminierten wir für diese zweite Stufe der Auswertung.

2. Ergebnisse und Diskussion

2.1. Aufnahmen mit dem Loggersystem

Vom 9. Mai bis am 12. Juli produzierte das Loggersystem 591 Tondokumente mit einer gesamten Grösse von rund 167 GB. Das Material aus acht vollständigen und zwölf halben Nächten, bestehend aus ungefähr 127 Stunden Aufnahmen (ca. 22 % des gesamten Aufnahmемaterials), war wegen zu starker Hintergrundgeräusche nicht auswertbar. Diese Geräusche wurden, in abnehmender Häufigkeit, von Wind, Niederschlag oder Glocken von nahem Weidevieh verursacht (Abb. 4).

2.2. Signalsuche im Sonogramm

Die visuelle Suche im Sonogramm dauerte ca. drei Arbeitstage und ergab insgesamt 999 Treffer, davon 942 klassische Balzflüge von Einzeltöglern. Bei den restlichen 57 Überflügen handelte es sich um Verfolgungsjagden jeweils zweier Schnepfen, während derer die Vögel nicht die normalen Balzstrophen, sondern andere Laute von sich gaben (Zimmermann et al. 2025). Die zeitliche Verteilung der 942 Überflüge zeigt die deutliche Trennung in eine abendliche und eine frühmorgendliche Balzaktivität (Abb. 5). Erstere begann ungefähr um die Zeit des Sonnenuntergangs, selten auch früher, und dauerte in der Regel etwas mehr als eine Stunde. Letztere begann ungefähr 1,5 h vor Sonnenaufgang und dauerte etwas weniger als eine Stunde. Im Lauf der Saison änderte sich dieses Muster nicht wesentlich. Während

der Nacht fand zwischen diesen beiden Aktivitätsmaxima kaum Balz statt. Auffällige Ausnahmen waren ein paar Nächte um den 21. Mai sowie ein paar weitere um den 20. Juni. Interessanterweise waren genau diese beiden Daten im Jahr 2016 Nächte mit Vollmond.

2.3. Suche per Software

Die Suche nach Balzpfiffen mit Woodcockscope auf allen auswertbaren Tondokumenten dauerte mit einem normal leistungsfähigen Windows-10-Laptop ungefähr 10,5 h. Die von der Software ausgegebene Tabelle enthielt 11046 Treffer. Die Reduktion aller dieser Einzelstrophen auf Dreier- oder längere Serien mit den definierten Zeitabständen von 2,5 bis 4,5 s von Pfiff zu Pfiff liess 777 Serien übrig, die aus insgesamt 4159 Strophen bestanden.

2.4. Vergleich Software – Beobachterin

Summiert über alle acht Kontrollsequenzen vor Ort protokollierte die Beobachterin insgesamt 90 Überflüge der Waldschnepfe. Woodcockscope fand im selben Material insgesamt 79 Überflüge (Tab. 1). Während sechs der acht Kontrollsequenzen (11. und 15. Mai sowie während aller vier Sequenzen im Juni) fand die Beobachterin die meisten Überflüge. Woodcockscope übersah jeweils einen oder mehrere davon, abgesehen von der Sequenz am 20. Juni, als sowohl die Beobachterin vor Ort als auch Woodcockscope genau dieselben 11 Überflüge fanden.

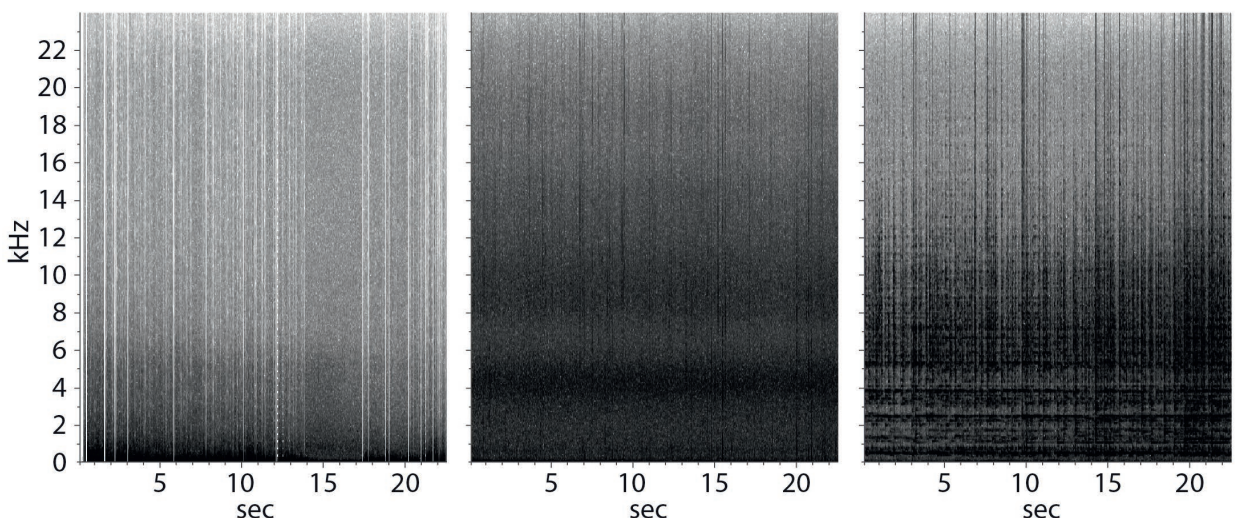


Abb. 4. Sonogramme nicht auswertbarer Tondokumente wegen Wind (links), Niederschlag (Mitte) oder naher Weidevieh-Glocken (rechts). Für möglichst gute Vergleichbarkeit wurden die Sonogramme in Abb. 3 und 4 mit genau denselben Parametern für das Sonogramm-Fenster erzeugt.

Sonograms of audio recordings that could not be evaluated due to wind (left), precipitation (center), or nearby cattle bells (right). To ensure the best possible comparability, the sonograms in Figs. 3 and 4 were generated using exactly the same parameters for the sonogram window.

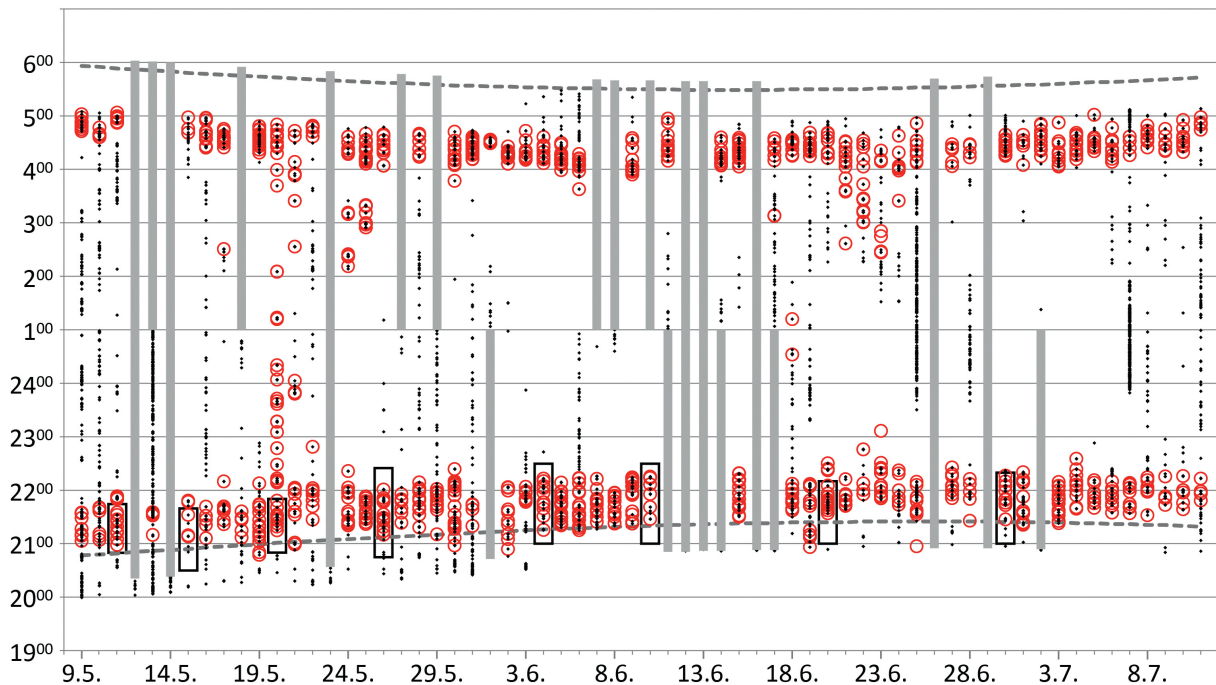


Abb. 5. Die Ergebnisse der visuellen Suche nach Überflügen in den Sonagrammen (rote Kreise) und der Suche nach einzelnen Strophen mit Woodcockscope (schwarze Punkte). Erstere können als gesicherte Waldschnepfen-Nachweise gelten. Letztere jedoch sind roher Software-Output der Woodcockscope-Originalversion (11 046 Nachweise einzelner Strophen inkl. aller Falsch-Positiven). Schwarze Rahmen: Kontrollsessionen vor Ort. Graue Balken: Nicht auswertbare Tondokumente. Graue unterbrochene Linien: Sonnenuntergang bzw. -aufgang.

The results of the visual search for roding flights in the sonograms (red circles) and the search for calls with Woodcockscope (black dots). The former can be considered reliable evidence of woodcock presence. The latter, however, are raw software output from the original version of Woodcockscope (11 046 call detections, including all false positives). Black frames: control sequences on site. Grey bars: audio recordings that could not be evaluated. Grey dashed lines: sunset and sunrise, respectively.

Woodcockscope fand drei Überflüge, die von der Beobachterin nicht protokolliert wurden: zwei am 20. Mai und einen am 26. Mai. Eine nachträgliche Detailkontrolle an den jeweiligen Stellen auf den Tondokumenten bestätigte die korrekte Bestimmung. Die Mindestanzahl der sicher identifizierten Überflüge war somit während dieser beiden Kontrollsequenzen um zwei Überflüge bzw. um einen Überflug grösser als die von der Beobachterin protokollierten. Über alle acht Kontrollsequenzen gab es demnach mindestens 93 Überflüge.

Woodcockscope ist genügend sensitiv, um bei optimalen äusseren Bedingungen Waldschnepfen-Präsenz ähnlich zuverlässig zu erfassen wie eine erfahrene Beobachterin. Scheinbar wesentlich schlechter als die Beobachterin arbeitete Woodcockscope nur an einem von acht Abenden (am 15. Mai), an dem die Beobachterin acht Überflüge notierte, Woodcockscope aber nur zwei fand. Wir vermuten, dass die Beobachterin an diesem einen Abend mehrere falsch-positive Meldungen protokollierte, denn bei einer Nachkontrolle in den Sonagrammen fanden wir nur drei Überflüge. Zwei davon waren exakt dieselben, die auch Woodcockscope gefun-

den hatte. Auch bei optimalen äusseren Bedingungen sind erfahrene Beobachterinnen und Beobachter vor Ort nicht unfehlbar. Die eigene Erfahrung lehrt jedenfalls, dass es bei Waldschnepfen-Balzkontrollen immer wieder Fälle gibt, in denen man weit entfernt und ausser Sichtweite balzende Vögel zu erkennen glaubt, aber doch nicht ganz sicher ist, dass es sich tatsächlich um eine Waldschnepfe gehandelt hat. In diesem Sinn ist auch der zuvor gebrauchte Begriff der «sicher identifizierten Überflüge» nicht korrekt. Die Identifizierung ist nicht in allen Fällen vollständig sicher. Die Anzahl der von der Beobachterin protokollierten Überflüge ist aber dennoch die geeignete Vergleichsgrösse für die Beurteilung der Leistung einer Suchsoftware, weil sie dem etablierten Standard für Waldschnepfen-Brutzeiterfassungen entspricht.

Ignoriert man die Resultate dieses einen etwas aus der Reihe fallenden Abends des 15. Mai, fand Woodcockscope 77 (94 %) der von der Beobachterin registrierten 82 Überflüge, und die Waldschnepfen-Präsenz wurde für alle Abende bestätigt.

Weiter meldete Woodcockscope auch für die acht Kontrollsequenzen Strophen, die die Beobachterin nicht protokolliert hatte, bei denen aber, anders als bei den drei schon erwähnten Strophen, in den Sonagrammen an den betreffenden Stellen nichts zu finden war. Wir nehmen an, dass es sich um falsch-positive Nachweise handelte. Aufgrund ihrer zeitlichen Verteilung war anzunehmen, dass sie von ca. 20 Überflügen stammten (Tab. 1). Diese 20 falsch-positiven Nachweise, verteilt auf die acht Kontrollsequenzen, bestätigen mehr oder weniger die Ergebnisse der Suche über die ganze Brutsaison: Woodcockscope ist sehr sensitiv und findet echte Waldschnepfen-Balzstrophen zuverlässig. Schon kleine akustische Störungen wie beispielsweise der Gesang von Singvögeln führt jedoch zu einer Anzahl von falsch-positiven Meldungen, die nicht vernachlässigt werden kann. Möglicherweise sind solche falsch-positiven Meldungen ein charakteristischer Nachteil einer Software, die derart sensitiv ist, dass sie ab und zu sogar echte Waldschnepfen-Balzpfeife findet, die dem Ohr der Beobachterin entgingen. In der Theorie sollte der zweite in Woodcockscope implementierte Analyseschritt falsch-positive Nachweise eliminieren. Doch das gelingt nicht zufriedenstellend.

2.5. Vergleich Software – Suche im Sonagramm

Die 11 046 Nachweise des Original-Outputs von Woodcockscope sind nicht direkt mit den im Sonagramm gefundenen 942 Überflügen vergleichbar. Für einen direkten Vergleich braucht es eine grafische Darstellung. Diese Darstellung (Abb. 5) zeigt zunächst einmal, dass über die ganze Aufnahmeperiode hinweg die Anzahl der von Woodcockscope erbrachten falsch-positiven Nachweise enorm ist. Das Bild der tageszeitlichen Verteilung der Waldschnepfenbalz unterscheidet sich darum gegenüber demjenigen der visuellen Suche im Sonagramm ganz wesentlich. Auch auf Aufnahmen, die für die visuelle Suche als «auswertbar» klassifiziert wurden (und dabei zumindest brauchbare äussere Bedingungen herrschten), meldete Woodcockscope sehr viele falsch-positive Nachweise (z.B. in den Nächten vom 9. Mai, 10. Mai, 25. Juni oder 7. Juli). Nur bei besten Bedingungen gibt Woodcockscope realitätsnahe Resultate aus. Auffallend ist jedenfalls die vergleichsweise geringe Anzahl an solchen falsch-positiven Meldungen in den ersten Stunden nach den unter ausgezeichneten Bedingungen stattfindenden Kontrollsequenzen vor Ort. In fünf von acht Nächten im Anschluss an eine Kontrollaufnahme gab es bis 1:00 Uhr früh keine falsch-positiven Resultate (15. und 20. Mai, 10., 20.

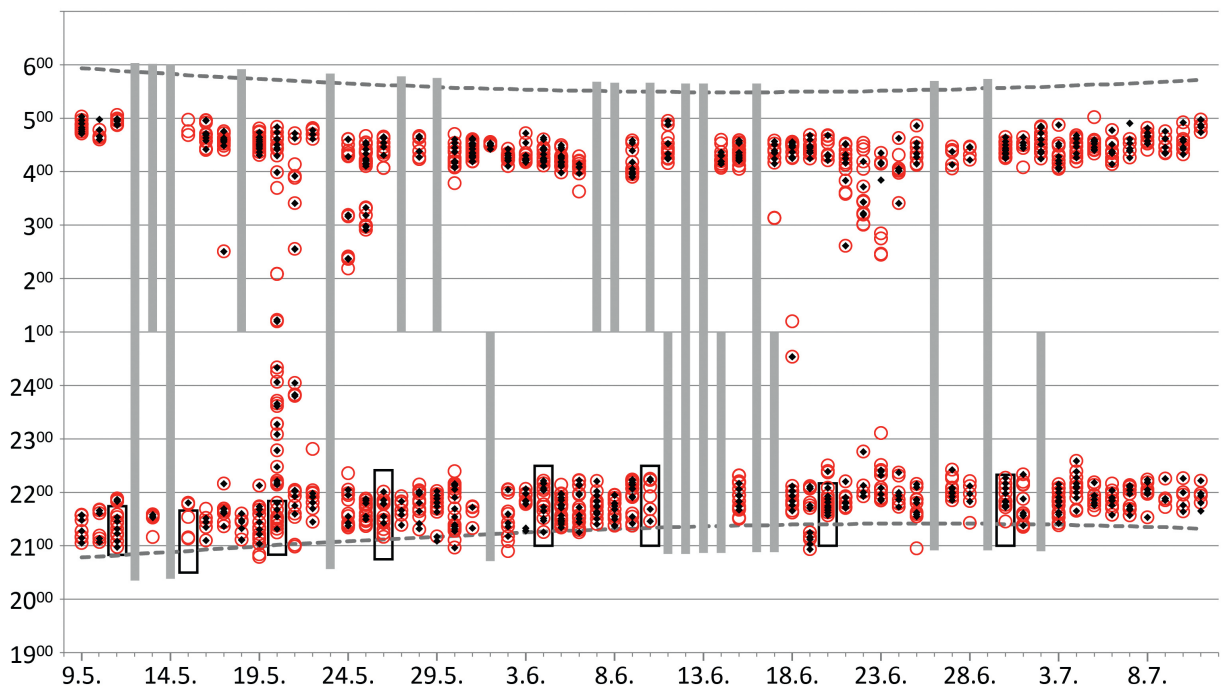


Abb. 6. Die Resultate von Woodcockscope (schwarze Punkte) sind reduziert auf die Dreierserien mit zeitlichen Abständen von 2,5 bis 4,5 s zwischen zwei Pfiffen. Alle anderen Daten sind gleich wie in Abb. 5.

Woodcockscope output (black dots) is reduced to series of three calls each, with time intervals between 2.5 and 4.5 s between two high-pitched calls. All other data are the same as in Fig. 5.

und 30. Juni), und in den anderen 3 Nächten waren es nur einige wenige. Die erneute Nachkontrolle der Sonagramme zeigte, dass auch in anderen Nächten ohne falsch-positive Nachweise (z.B. am 24. Mai oder am 3. und 4. Juli) die Bedingungen ausgezeichnet waren und Störgeräusche weitgehend fehlten.

Wir versuchten, mit einer zusätzlichen detaillierten Kontrolle die Gründe für die vielen falsch-positiven Nachweise zu eruieren. Dazu wählten wir 100 Nachweise zufällig aus und kontrollierten die entsprechenden Stellen in den Tondokumenten noch einmal, erstens visuell im Sonagramm und zusätzlich auch noch durch Abhören. Auf den Aufnahmen gab es an den entsprechenden Stellen in der Regel Hintergrundgeräusche, sei es durch leichten Wind, durch die Lautäusserungen von Singvögeln oder ab und zu auch durch leichten Niederschlag. Dennoch war kein Muster erkennbar, und die Ursache der meisten falschen Waldschnepfen-Nachweise blieb letztlich unklar.

Vergleicht man die Resultate der Suche im Sonagramm nicht mit den 11046 Einzelstrophen aus dem Original-Output von Woodcockscope, sondern mit den 777 Serien à mindestens drei Strophen, dann stimmen die saisonalen und tageszeitlichen Verteilungen der Software und der visuellen Suche im Sonagramm sehr viel besser überein (Abb. 6). Abgesehen von der einzigen Ausnahme des frühmorgendlichen 15. Mai wies Woodcockscope die Präsenz der Waldschnepfe für alle auswertbaren Abende und frühen Morgenstunden ($n = 100$) nach. Die Anzahl der falsch-positiven Meldungen ist nun vernachlässigbar. Eine detaillierte Kontrolle aller auswertbaren Aufnahmen vom 9./10. Mai bis am 20./21. Mai zeigte, dass Woodcockscope für diese Nächte 120 Überflug-Meldungen ausgab, davon nur eine einzige falsch-positive. Dafür gab es 54 Überflüge, die Woodcockscope übersah (falsch-negativ). Diese hohe Zahl relativiert sich, wenn man berücksichtigt, dass alle Überflüge mit nur einer oder mit zwei Strophen nicht berücksichtigt wurden. 19 der 54 falsch-negativen Meldungen vom 9./10. Mai bis am 20./21. Mai betrafen Überflüge mit weniger als drei Strophen.

Während Woodcockscope in seiner Originalversion noch zu viele falsch-positive Meldungen ausgab, um für die Praxis einsatzbereit zu sein, brachte die Selektion aller Serien mit mindestens drei Strophen und mit Abständen von jeweils 2,5 bis 4,5 s zwischen Pfiffen (siehe Kapitel 1.3.4.) den Durchbruch. Dieses einigermaßen starre Muster ist, im Gegensatz zu einzelnen Pfiffen, offensichtlich derart einzigartig, dass es kaum noch mit anderen akustischen Signalen verwechselt wird. Die Implementierung dieser zusätzlichen Selektion in Woodcockscope wäre der nächste, vermutlich kleine, Schritt, um das Programm im grösseren Stil für die weitgehend automatisierte Suche nach balzenden Waldschnepfen einsatzbereit zu machen.

Interessant wäre ein Vergleich mit der Leistung neuartiger Software wie BirdNET, die als «deep artificial neural network» (DNN) bezeichnet wird (Kahl et al. 2021). Die Leistung von BirdNET bei der Suche nach alpinen Brutvogelarten ist jedenfalls beeindruckend, im Vergleich zur Suche nach denselben Arten per klassische Brutvogelkartierung (Aubert et al. 2024).

Dank

Thomas Sattler hatte die Idee zur Entwicklung von «Woodcockscope» und fungierte als Co-Betreuer der Bachelorarbeit. Manuel Gmür, Revierförster des Forstreviers Amden-Weesen, hat für uns die Fichte erklettert und das Mikrofon im Wipfelbereich montiert und auch wieder demontiert. Barbara Fierz und Beat Briggen haben bei einer der acht abendlichen Ansitz-Kontrollen geholfen. Guido Häfliger schrieb den Software-Code zur Eliminierung aller Nachweise mit weniger als drei Strophen, und Lukas Jenni, Patrick Mächler und Valentin Amrhein gaben wertvolle Hinweise zur Verbesserung des Manuskripts.

Abstract

Mollet P, Schürmann I, Lanz M (2025) Automated monitoring of roding Eurasian Woodcocks *Scolopax rusticola* with acoustic loggers and specialised software. Ornithologischer Beobachter 122: 302–311.

The use of programmable sound recording devices (acoustic loggers) is one way of acoustically recording birds and other acoustically active animal species. Its use is an adequate way of monitoring animals when there is not enough staff available for field checks or if the checkpoints are difficult to reach. Such devices have been in use for years and work reliably. However, the automated evaluation of the sound material using software is still a challenge today. We used special software developed to search for Eurasian Woodcock roding calls on sound recordings. On the one hand, the «Woodcockscope» programme package is extremely sensitive and detects individual Eurasian Woodcock roding calls in soundfiles almost as reliably as an experienced observer in the field. In its original version, however, it is not selective enough and produces too many false-positive detections. However, if only series of at least three consecutive calls with time intervals of 2.5 to 4.5 seconds between two high-pitched calls are considered, rather than all single calls, the results are much better. Following this slightly adapted procedure, Woodcockscope reliably detects the presence of roding Eurasian Woodcocks and produces almost no false positives.

Literatur

- Aubert S, Pradervand J-N, Jacot A (2024) L'intelligence artificielle (IA) comme aide à l'inventaire de l'avifaune nicheuse et migratrice des parcs solaires alpins. *Nos Oiseaux* 71: 35–50.
- Bardeli R, Wolff D, Kurth F, Koch M, Tauchert K-H, Frommolt K-H (2010) Detecting bird sounds in a complex acoustic environment and application to bioacoustic monitoring. *Pattern Recognition Letters* 31: 1524–1534.
- Bobay LR, Taillie PJ, Moorman CE (2018) Use of autonomous recording units increased detection of a secretive marsh bird. *Journal of Field Ornithology* 89: 384–392.
- Heeb T, Michael P (2016) Automatisiertes Detektieren und Ausmessen von Waldschnepfenbalzrufen. Bachelorarbeit, Interstaatliche Hochschule für Technik, Buchs, und Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Kahl S, Wood CM, Eibl M, Klinck H (2021) BirdNET: a deep learning solution for avian diversity monitoring. *Ecological Informatics* 61: 101236.
- Schroeder KM, McRae SB (2020) Automated auditory detection of a rare, secretive marsh bird with infrequent and acoustically indistinct vocalizations. *Ibis* 162: 1033–1046.
- Shonfield J, Bayne EM (2017) Autonomous recording units in avian ecological research: current use and future applications. *Avian Conservation and Ecology* 12 (1): 14.
- Swiston KA, Mennill DJ (2009) Comparison of manual and automated methods for identifying target sounds in audio recordings of Pileated, Pale-billed, and putative Ivory-billed woodpeckers. *Journal of Field Ornithology* 80: 42–50.
- Zimmermann JL, Santiago S, Dunning J, Jenni L (2025) Communication of Eurasian Woodcocks in dark environments. *British Birds* 118: 27–36.

Manuskript eingegangen am 25. Januar 2024

Autorin und Autoren

Pierre Mollet ist Biologe und arbeitet seit 1993 an der Schweizerischen Vogelwarte, primär als Verantwortlicher für den Schutz und die Förderung des Auerhuhns. Seit rund 20 Jahren beschäftigt er sich auch mit der Waldschnepfe und dem Haselhuhn und mit der Frage, wie für diese sehr heimlich lebenden Arten die Präsenz besser und effizienter dokumentiert werden kann. Dem Einsatz von akustischen Erfassungssystemen kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Irene Schürmann-Kälin ist Biologielehrerin an einem Zürcher Gymnasium und Mitglied im Vorstand des Naturschutzvereins Meilen. Für das Avimonitoring des Kantons kartiert sie die Vogelarten verschiedener Lebensräume am Pfannenstiel. Ausserdem plant und organisiert sie regelmässig ornithologische und botanische Grundkurse in ihrer Gemeinde. Michael Lanz studierte Umweltingenieurwesen. Seine Diplomarbeit schrieb er über die Habitatnutzung von Waldschnepfen im Waldreservat Amden. Seither gehört die Waldschnepfe zu seinen Lieblingsvögeln, und jedes Jahr sitzt er ein paar Abende in der Dämmerung auf Waldlichtungen, um den Balzflug der «fliegenden Frösche» zu beobachten. Zudem arbeitet er seit 2008 an der Schweizerischen Vogelwarte im Ressort Wald und beschäftigt sich dort besonders mit Spechten, anderen Waldvögeln und der Lebensraumförderung.

Pierre Mollet und Michael Lanz, Schweizerische Vogelwarte, Seerose 1, CH-6204 Sempach, E-Mail pierre.mollet@vogelwarte.ch, michael.lanz@vogelwarte.ch; Irene Schürmann, Bergstrasse 156, CH-8706 Meilen, E-Mail irene.schuermann@diskmail.ch