

7.8 Radiotelemetrie

Valentin Amrhein, Universität Basel

Telemetrie, nach den griechischen Wörtern für "fern" und "messen", wurde ursprünglich entwickelt, um mit kleinen Radiosendern physiologische Parameter wie den Herzschlag registrieren und übermitteln zu können, ohne das Tier oder den Menschen in seiner Bewegungsfreiheit einzuschränken. Mit der fortschreitenden Miniaturisierung der Sender hat sich die Radiotelemetrie zu einem oft unverzichtbaren Hilfsmittel in vielen Bereichen der zoologischen Feldforschung entwickelt. Luchse, im Rahmen eines Wiederansiedlungs-Projektes von einem Gebiet in ein anderes verfrachtet, können anhand ihres Telemetriesenders geortet und verfolgt werden. Telemetriesender können Informationen über Temperatur oder Bewegung von Tieren übermitteln, kodiert in Häufigkeitsänderungen der meist ein bis zwei kurzen Ortungssignale pro Sekunde. Albatrosse werden mit langlebigen und leistungsstarken Sendern ausgestattet, deren Signale während der ausgedehnten Nahrungsflüge über dem Nord-Pazifik von Satelliten empfangen werden (Kapitel 7.7 und 7.9). Die leichtesten heute erhältlichen Sender sind für die Verwendung bei den kleinsten europäischen Säugetieren oder sogar bei größeren Käfern geeignet.

Eine der Stärken der Radiotelemetrie ist, dass das Verhalten von Tieren in regelmäßigen Zeitabständen erfasst werden kann, ganz gleich ob zum Beispiel ein Vogel gerade singt, fliegt, oder schläft. Dadurch können systematische Fehler bei der Datenaufnahme vermieden werden, mit denen Freilandbeobachtungen oft behaftet sind. Singvögel zum Beispiel sind vor allem im dichten Gebüsch kaum über einen längeren Zeitraum zu beobachten, so dass oft nur die Männchen aufgrund ihres Gesanges nachzuweisen sind. Weil revierbesitzende Männchen in der Stunde vor Sonnenaufgang fast ununterbrochen singen, ist man geneigt, festzustellen, dass zum Beispiel männliche Nachtigallen (*Luscinia megarhynchos*) frühmorgens im Allgemeinen stationär sind. Was aber, wenn frühmorgens nicht alle Männchen singen? Erst durch das Verfolgen von Nachtigallen, die mit einem Sender ausgestattet waren, konnte gezeigt werden, dass revierlose, nicht-singende Männchen vor Sonnenaufgang weiträumige Erkundungsflüge unternehmen und oft mehrere Reviere singender Männchen besuchen (Amrhein et al. 2004).

Telemetriesender stellen mit ihrem Gewicht meist eine Belastung für das Tier dar, so dass es von zentraler Bedeutung ist, Sender auszuwählen, die das Verhalten der Tiere so wenig wie möglich beeinflussen. Im Vordergrund muss immer das Wohl der zu untersuchenden Tiere stehen. Als

vorsichtig anzuwendende Faustregel kann gelten, dass das Gewicht des Senders 5% des Tiergewichtes nicht übersteigen soll, wobei kleinere Tiere tendenziell etwas mehr Gewicht, größere dagegen prozentual eher weniger tragen können (Kenward 2001). Für die Telemetrierung kleinerer Tiere sind Sender mit einem minimalen Gewicht von 0,5 bis 1 g und einer Sendezeit von ein bis vier Wochen ab etwa 100 Euro erhältlich. Die einzelnen Individuen werden anhand der unterschiedlichen Frequenzen ihrer Sender identifiziert. Zum Registrieren der Radiosignale benötigt man einen Empfänger (ab etwa 700 Euro) und zum Beispiel eine Yagi-Antenne mit drei Elementen (Querstäben). Für Fang und Besenderung sind meist amtliche Bewilligungen erforderlich, und die freigegebenen Frequenzbereiche unterscheiden sich von Land zu Land. Informationen zu Lieferanten von Ausstattung und Analyse-Software finden sich unter www.biotelem.org und in Kenward (2001) sowie Millspaugh u. Marzluff (2001).

Eines der wichtigsten und sensibelsten Kapitel der Radiotelemetrie ist die Anbringung des Senders am Tier. Die Wahl der Methode hängt vor allem von der gewünschten Zeitdauer der Datenaufnahme ab, sowie natürlich von der jeweiligen Studienart. Sollen die Sender nur einige Tage am Tier bleiben und danach von selber abfallen, so empfiehlt sich, die Sender in das Fell oder die Federn zu kleben. Dazu kann man möglichst hautverträgliches Cyanoacrylat ("Sekundenkleber") benutzen. Für längerfristigen Einsatz gibt es zum Beispiel mehrere Arten von Rucksäcken, deren Konstruktion und Anbringung aber viel Übung und wenn möglich die Unterweisung durch einen erfahrenen Anwender erfordern (Abb. 7.17).



Abb. 7.17. Telemetriesender mit Rucksackschlaufen und Nachtigall

Prinzipiell muss man davon ausgehen, dass jede Methode, einen Sender anzubringen, sowie auch der in jedem Fall erforderliche Fang der Tiere, irgendeine Art von negativem Einfluss ausüben kann. Die kritische Frage ist, ob dieser Einfluss stark genug ist, um die Verhaltensweise, die wir studieren wollen, systematisch zu stören oder das Tier ernsthaft zu beeinträchtigen. Der Einsatz von Radiotelemetrie erfordert daher immer eine sorgfältige und langfristige Planung.

Die ersten Übungen am Telemetriegerät können erfolgen, indem ein Kollege die Rolle des zu untersuchenden Tieres spielt und den Sender im entsprechenden Lebensraum versteckt. Nach mehrmaliger Sendersuche in wechselnder Umgebung und Richtungspeilungen aus verschiedenen Entfernungen bekommt man ein Gefühl für die ortsabhängige Ortungsgenauigkeit sowie für das - je nach Befestigungsart häufig notwendige - Wiederfinden abgefallener Sender. Da Häuser oder auch Bäume die Radiowellen reflektieren können, muss die Methodik je nach Umgebung flexibel gehandhabt werden, was zum Beispiel das abwechselnde Halten der Antenne über dem Kopf oder neben dem Körper sowie die senkrechte oder waagerechte Ausrichtung der Antennenstäbe einschließt. Die Feststellung der Ortungsrichtung sowie die Einschätzung der Distanz zum Sender erfolgen über die Lautstärke des Signals bzw. visuell über den Pegelausschlag am Empfänger. Die Position des Senders wird durch meist horizontales Schwenken der Antenne und Ortung der größten Signalstärke abgeschätzt; dabei sollte man öfters die eigene Position wechseln, um durch Triangulierung, das heißt durch die entweder intuitive oder, mit Hilfe von Maßstab und Karte, exakte Verrechnung verschiedener Winkel zur größten Signalstärke die Position des Senders zu ermitteln (Abb. 7.18). Da das menschliche Ohr Lautstärkenunterschiede bei geringerer Lautstärke besser einschätzen kann, empfiehlt sich eine möglichst kleine Einstellung der Verstärkerleistung; dadurch wird bei horizontalem Schwenken der Antenne auch der Empfangsbereich enger und die Ortung präziser.

Eine häufige Fragestellung ist, ob sich die Ausdehnung der Aktionsräume (*home ranges*) verschiedener Gruppen von Individuen unterscheidet oder zeitlich ändert. Zur Berechnung der Aktionsräume stehen vielerlei Methoden zur Verfügung, die in der Literatur eingehend und zum Teil kontrovers diskutiert sind (Harris et al. 1990; Kenward 2001; Millspaugh u. Marzluff 2001). Vor dem Einsatz spezieller Software kann man die Ortungspunkte zunächst von Hand in eine Karte eintragen, die äußersten Punkte mit Linien verbinden (*Minimum Konvex Polygon*) und sich durch Auszählen der Quadrate auf einem Millimeterpapier einen ersten Überblick über die Lage und Größe der Aktionsräume verschaffen.



Abb. 7.18. Radiotelemetrie mit einer Yagi-Antenne

Als Faustregel für die Berechnung von Aktionsräumen kann gelten, dass pro Individuum mindestens 30 unabhängige, das heißt eine hinreichende Zeitdauer auseinander liegende, Ortungspunkte erfasst werden sollten (Kenward 2001). Die Anzahl der Ortungspunkte, die für eine realistische Einschätzung des Aktionsraumes nötig sind, variiert aber von Art zu Art und von Individuum zu Individuum. Der Aktionsraum eines die meiste Zeit auf dem Nest sitzenden Vogelweibchens ist bei 30 Ortungspunkten vermutlich noch lange nicht vollständig erfasst, während der Aktionsraum des Männchens, das seine Singwarten oder Futterplätze regelmäßig wechselt, im gleichen Zeitraum viel besser einzuschätzen ist. Vor der Planung einer Telemetrie-Studie sollte man sich daher intensiv mit der Lebensweise der betreffenden Tierart befassen; im besten Falle kann man sich an anderen Telemetrie-Studien orientieren, die an der gleichen Art oder an verwandten Arten durchgeführt wurden. Trotz des relativ großen zeitlichen Aufwandes pro Individuum ist zu beachten, dass im Allgemeinen nicht die Anzahl der Ortungspunkte, sondern die Anzahl der Individuen die Stichprobengröße für die Datenanalyse darstellt, was die Beobachtung einer ausreichenden Anzahl von Individuen erfordert.

Am Anfang der Planung einer Radiotelemetrie-Studie muss die Frage stehen, ob es nicht andere Methoden gibt, die billiger, weniger aufwändig, zuverlässiger oder für die Tiere schonender sein können. Harris et al. (1990) und Kenward (2001) listen in sehr empfehlenswerten Einführungen einige Alternativen auf. Auch bei einer so verlockenden Technik wie der

Radiotelemetrie sollte nicht die Methode im Vordergrund stehen, sondern die biologische Fragestellung mit klar formulierten Hypothesen. Trotz des großen Aufwandes ist die Radiotelemetrie aber für viele Fragestellungen nach wie vor die Methode der Wahl.

Weiterführende Literatur

Harris S, Cresswell WJ, Forde PG, Trehella WJ, Woollard T, Wray S (1990) Home-range analysis using radio-tracking data - a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal Review* 20: 97-123.

Kenward RE (2001) *A Manual for Wildlife Radio Tagging*. Academic Press, London.

Millspaugh JJ, Marzluff JM (eds) (2001) *Radio Tracking and Animal Populations*. Academic Press, London.