

On-Farm Risikoanalysen zur Entwicklung von Kontrollmaßnahmen bei Kreuzkraut-Arten

Suter, M.¹ und Lüscher, A.²

Keywords: Case-control study, logistic regression, weed control, management practice

Abstract

Poisonous Senecio species occur in grasslands of various countries. Their further spread into farmland must be prevented, but efficient methods for their control are often lacking, especially under organic farming. We propose on-farm surveys designed as case-control studies to assess the risk for the occurrence of such species and present results of a study on S. aquaticus. Following a case-control design, 72 plots were evaluated for their botanical composition, half the plots contained S. aquaticus. For all the plots, the soil nutrients and the details of management practice, such as type and intensity of management and fertiliser application, were recorded from the farmer. There was a high risk for occurrence of S. aquaticus with low nitrogen fertilisation, with a decrease of management intensity in the preceding 15 years, high inclination, and gaps in the sward. For the long-term control of S. aquaticus, we suggest promoting dense swards and preventing sward damage as much as possible.

This paper demonstrates the great power of case-control studies in on-farm research. The design allows thorough statistical testing using generalised linear models and provides reliable results in relatively short time. Various questions can be linked to the management practice on farms and over a wide range of environmental conditions. Such data can hardly be obtained from small plot experiments.

Einleitung und Zielsetzung

Kreuzkräuter (*Senecio* sp.) treten in den letzten Jahren vermehrt im bewirtschafteten Grasland auf. Da Kreuzkräuter für Tiere und Menschen giftig sind, ist auf Landwirtschaftsflächen deren Verbreitung zu verhindern und das Vorkommen zu bekämpfen. Eine einzelne Pflanze des Jakobs-Kreuzkraut produziert beispielsweise bis 100'000 Samen pro Jahr, diese werden auch mit dem Wind verbreitet und bleiben lange keimfähig. Sind auf einer Parzelle große Bestände und eine entsprechende Samenbank einmal etabliert, wird die Bekämpfung sehr aufwändig und schwierig, speziell im Biologischen Landbau.

Vieles deutet darauf hin, dass die zunehmende Verbreitung der einheimischen Kreuzkraut-Arten auch mit veränderter Bewirtschaftung in den letzten Jahren zusammenhängt (Suter et al. 2007). Deshalb sollten effiziente Massnahmen die Bewirtschaftung miteinschliessen; zudem müssen sie nachhaltig sein und auch im Biologischen Landbau angewendet werden können. Das Testen von Massnahmen mittels Experimenten würde eine genaue Analyse erlauben. In solchen Versuchen dauert es aber meist zu lange bis allfällige Wirkungen gezeigt werden können; zudem müsste für praxisrelevante Aussagen eine große Anzahl von Umweltbedingungen in der Anlage berücksichtigt werden. Umgekehrt haben einfache Tests auf Betrieben den Nachteil, dass keine statistisch gesicherten Aussagen gemacht werden können. Meist sind in einem solchen Falle nur Beschreibungen der vielfältigen Umstände möglich.

¹ Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus AGFF, Reckenholzstrasse 191, 8064 Zürich, Schweiz, matthias.suter@art.admin.ch

² Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8064 Zürich, Schweiz

Wir schlagen deshalb Untersuchungen vor, die wohl auf Betrieben durchgeführt werden, aber einem optimierten statistischen Design folgen. Solche „On-Farm“ Erhebungen erlauben statistisch gesicherte Aussagen über das Auftretensrisiko von Problemarten und machen es möglich, in relativ kurzer Zeit wirksame Massnahmen zur Kontrolle zu entwickeln.

Methoden

Fragestellungen zum Auftretensrisiko einer Pflanzenart können besonders gut mit „Case-Control“ Studien angegangen werden (Agresti 2002). Case-Control Studien werden oft in medizinischen Untersuchungen eingesetzt (Peto et al. 2000). Das Design wird so angelegt, dass „Fälle“ (Cases: z. B. Personen mit einer Krankheit) mit „Kontrollen“ (Controls: Personen ohne diese Krankheit) verglichen werden, wobei sich beide Gruppen betreffend ihrer weiteren Eigenschaften möglichst ähnlich sein sollen.

Entscheidend dabei ist, dass die „Fälle“ a priori von den „Kontrollen“ unterschieden werden können, was bei einer Krankheit oder dem Vorkommen einer Problemart sicher möglich ist. Die Faktoren, die zum „Fall“ geführt haben, müssen nicht bekannt sein und können über lange Zeit gewirkt haben. Für beide Gruppen werden sodann möglichst detailliert alle Faktoren erfasst, die potentiell zum Problem geführt haben können. Dies bedingt einiges an Erfahrung und sorgfältiger Planung. Der Einfluss der erhobenen Faktoren auf die beiden Gruppen wird mittels logistischer Regression analysiert; die Zielvariable ist das Auftreten des „Falles“ bzw. der „Kontrolle“. Mit Hilfe der Regression kann sodann das relative Risiko für das Auftreten der „Fälle“ relativ zur „Kontrolle“ berechnet werden. Das relative Risiko gibt das Verhältnis der Auftretenswahrscheinlichkeit für zwei Stufen einer erklärenden Variablen an (z. B. Raucher versus Nichtraucher; Agresti 2002).

Im Folgenden wird eine Case-Control Studie vorgestellt, die im Sommer 2005 zur Berechnung des Auftretensrisikos von *Senecio aquaticus* (Wasser-Kreuzkraut) durchgeführt wurde (Suter & Lüscher 2008). Im Schweizer Mittelland und dem Alpen-nordrand wurden total 72 Parzellen untersucht, die Hälfte davon mit bzw. ohne *S. aquaticus*. In unmittelbarer Umgebung einer Kreuzkrautparzelle (Case) wurde eine Vergleichsparzelle ohne Kreuzkraut ausgewählt (Control), die möglichst ähnliche Standorteigenschaften aufwies, sich aber in der Bewirtschaftung unterscheiden konnte. In jeder Parzelle wurde auf einer repräsentativen Fläche von 5 m x 5 m eine Vegetationsaufnahme durchgeführt und die Lückigkeit der Grasnarbe geschätzt. Weiter wurden Neigung und Exposition gemessen und Proben des Bodens entnommen (0 bis 10 cm), welche auf die Hauptnährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium sowie den pH und die Körnung analysiert wurden. Durch Befragung der Bewirtschafter erfassten wir den Nutzungstyp (Mähwiese oder Weide) und die Düngung (Gülle, Mist, in seltenen Fällen Mineraldünger). Aus diesen Angaben wurde der applizierte, pflanzenverfügbare Stickstoff berechnet ($N_{\text{verfügbar}}$ gedüngt, berechnet nach Walther et al. 2001). Auch Nutzungsänderungen und Störungen in den letzten 15 Jahren wurden festgehalten.

Ergebnisse und Diskussion

Die systematische Auswahl und Untersuchung der Flächen erlaubte es, aus dem Datensatz mittels dem beschriebenen Analyseverfahren die vier wichtigsten Faktoren zu selektieren, die für das Auftreten von *S. aquaticus* entscheidend waren (Tabelle 1). Es wurden zudem alle Interaktionen zwischen diesen Haupteffekten getestet; jedoch waren weder die Interaktionen noch zusätzliche Faktoren signifikant.

Einen entscheidenden Einfluss hatte die Stickstoff-Düngung. Auf Parzellen, die mit 100 kg N pro ha und Jahr gedüngt wurden, war das Risiko für das Auftreten von *S. aquaticus* etwa dreimal kleiner als auf Parzellen, die 50 kg N pro ha und Jahr erhielten (Relatives Risiko = 0.38; Tabelle 1). Hohe Stickstoffgaben und Nutzungsintensitäten fördern schnellwachsende Arten mit hoher Konkurrenzkraft (Carlen et al. 2003); unter solchen Bedingungen bildet sich meist eine dichte Grasnarbe. Wir schliessen daraus, dass hohe Konkurrenz und ein dichter Bestand die Keimung und Etablierung von *S. aquaticus* vermindern. Trotz dieser Präferenz für Flächen mit geringer Düngung konnte *S. aquaticus* auch in mehreren Parzellen mit mittlerer bis hoher Düngung und Nutzungsintensität gefunden werden.

Tabelle 1: Umwelt- und Bewirtschaftungsvariablen mit signifikanten Effekten auf das Vorkommen von *Senecio aquaticus*. Die Variablen wurden mittels logistischer Regression und Vorwärtsselektion getestet. Das relative Risiko für das Auftreten von *S. aquaticus* ergibt sich aus dem Vergleich jeder einzelnen Variablen mit dem Achsenabschnitt (Agresti 2002).

Variable	Regressions-Koeffizient	Relatives Risiko	p-Wert
Achsenabschnitt (Intercept) †	-1.87		
N _{verfügbar} gedüngt	-0.02	0.38 ‡	0.023
Verminderung der Nutzungsintensität	1.89	6.64	0.035
Neigung	4.96	2.70 #	0.022
Lückigkeit: Hoch (5 - 25%)	1.59	4.91	0.043
R ²	0.48		

† Der Achsenabschnitt repräsentiert Grasland mit 0% Neigung und geringer Lückigkeit (< 5%), das mit N_{verfügbar} von 50 kg / ha und Jahr gedüngt und auf dem die Nutzungsintensität nicht verändert wurde

‡ Relatives Risiko im Vergleich zum Achsenabschnitt für das Auftreten von *S. aquaticus* bei 100 kg N_{verfügbar} / ha und Jahr

Relatives Risiko für das Auftreten von *S. aquaticus* bei einer Neigung von 20%

Parzellen, auf denen in den letzten 15 Jahren die Nutzungsintensität vermindert wurde, zeigten ein gut sechsmal höheres Risiko für das Auftreten von *S. aquaticus* als Parzellen, deren Nutzung nicht verändert wurde (Relatives Risiko = 6.64; Tabelle 1). Nach einer Verminderung der Nutzungsintensität verändert sich oft die Vegetationszusammensetzung. Arten, die mit weniger Nährstoffen auskommen, nehmen überhand und können bedürftigere Arten verdrängen (Koutroubas et al. 2000). Bei einer Extensivierung ist zudem das Auflockern der Bestandesstruktur und das Auftreten von Lücken sehr wahrscheinlich, und *S. aquaticus* mit seiner grossen Anzahl flugfähiger Samen konnte sich in diesen Nischen ausbreiten.

Die Neigung war ein weiterer signifikanter Faktor. Steile Parzellen hatten ein fast dreimal so hohes Risiko für das Auftreten von *S. aquaticus* als ebene Parzellen (Relatives Risiko für eine Neigung von 20% = 2.70; Tabelle 1). Werden stark geneigte Flächen bewirtschaftet, sind Grasnarbenverletzungen i.d.R. nicht zu vermeiden, sei es

durch Tritt bei Beweidung oder durch Fahrspuren bei Mahd. Die entstehenden Lücken weisen gute Bedingungen für die Keimung und Etablierung von Pflanzen auf (Silvertown et al. 1989). Dass solche Lücken für *S. aquaticus* wichtig sind, wurde auch für die untersuchten Flächen gezeigt: Parzellen mit hoher Lückigkeit von 5 bis 25% hatten ein ca. fünfmal höheres Risiko für das Auftreten von *S. aquaticus* als Parzellen mit geringer Lückigkeit (Relatives Risiko = 4.91; Tabelle 1).

Schlussfolgerungen

Die Resultate zeigen, dass die Bestandesdichte bzw. Lückigkeit und damit verbundene Faktoren wie Nutzungsänderungen und Neigung einen grossen Einfluss auf das Vorkommen von *S. aquaticus* haben. Der Förderung einer dichten Grasnarbe kommt deshalb zentrale Bedeutung zu. Auch die Pflege der Parzellen, zum Beispiel das Mähen von Problempflanzen, sollte keinesfalls vernachlässigt werden.

Case-Control Studien haben ein grosses Potenzial für die „On-Farm“ Forschung, denn sie liefern in relativ kurzer Zeit verlässliche Aussagen unter echten Praxisbedingungen. Verschiedenste Fragestellungen können mit der Bewirtschaftung und den Standortfaktoren verbunden werden, die auf den Betrieben schon über lange Zeit bestehen. Solche Daten können durch Kleinparzellen-Experimente nicht erhalten werden.

Danksagung

Wir danken allen beteiligten Landwirten und Beratern wie auch F. Reutlinger für die Mithilfe bei der Datenerhebung und R. Flisch und H. Stünzi für die Bodenanalysen. Das Projekt wurde unterstützt vom Bundesamt für Landwirtschaft BLW.

Literatur

- Agresti A. (2002): *Categorical data analysis*, 2nd edn. Wiley, New York, 710 S.
- Carlen C., Kölliker R., Reidy B., Lüscher A., Nösberger, J. (2002): Effect of season and cutting frequency on root and shoot competition between *Festuca pratensis* and *Dactylis glomerata*. *Grass Forage Sci* 57:247-254.
- Koutroubas S.D., Veresoglou D.S., Zounos A. (2000): Nutrient use efficiency as a factor determining the structure of herbaceous plant communities in low-nutrient environments. *J Agron Crop Sci* 184:261-266.
- Peto R., Darby S., Deo H., Silcocks P., Whitley E., Doll R. (2000): Smoking, smoking cessation, and lung cancer in the UK since 1950: combination of national statistics with two case-control studies. *Brit Medical J* 321:323-329.
- Suter M., Siegrist-Maag S., Connolly J., Lüscher, A. (2007): Can the occurrence of *Senecio jacobaea* be influenced by management practice? *Weed Res* 47:262-269.
- Suter M., Lüscher A. (2008): Occurrence of *Senecio aquaticus* in relation to grassland management. *Appl Veg Sci* 11:317-324.
- Silvertown J., Smith B. (1989): Mapping the microenvironment for seed germination in the field. *Ann Bot* 63:163-168.
- Walther U., Ryser J.-P., Flisch R. (2001): Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. *Agrarforschung* 8:1-80.