



**Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin (FIWI)**

**Abteilung Wildtiere**

Dept. Infektionskrankheiten und Pathobiologie, Vetsuisse Fakultät, Universität Bern  
Länggass-Str. 122, Postfach, CH-3001 Bern; Tel. +41 31 631 24 43

**u<sup>b</sup>**

**UNIVERSITÄT  
BERN**

# **Moderhinke Projekt Projet Piétain Progetto Zoppina**

## **2. Zwischenbericht, November 2019**



**Gaia Moore-Jones & Marie-Pierre Ryser-Degiorgis**

## Zusammenfassung

**Hintergrund:** Die Moderhinke (Klauenfäule) ist eine weltweit verbreitete, schmerzhafte und wirtschaftlich bedeutende Erkrankung der Klauen, die durch das Bakterium *Dichelobacter nodosus* verursacht wird. Schafe sind am meisten betroffen, allerdings können auch Wildwiederkäuer wie Steinböcke und Mufflons schwer erkranken. Während die Krankheit in der Regel bei Haustieren behandelt werden kann, können schwerwiegende Veränderungen bei Wildwiederkäuern zum Tod führen. Weil die Erkrankung in Schweizer Schafherden sehr verbreitet ist, soll in den nächsten Jahren ein nationales Bekämpfungsprogramm beim Schaf implementiert werden. Allerdings wurde schon vereinzelt nachgewiesen, dass Rinder und Ziegen gesunde Träger von *D. nodosus* sein und als Ansteckungsquelle für Schafe wirken können. Bei anderen in der Schweiz vorkommenden Huftieren, die alle miteinander interagieren können - wie Gämsen, Hirschen, Rehen und Neuweltkameliden, lagen hingegen zu Beginn dieses Projekts noch keine Daten vor. Im Hinblick auf die Planung des nationalen Bekämpfungsprogramms und in Bezug auf die Auswirkung der Erkrankung in Schweizer Steinbockkolonien war eine bessere Datengrundlage über die Situation dringend notwendig.

**Ziele und Methoden:** Um die Häufigkeit des Erregers bei Wildwiederkäuern zu schätzen, wurden dank der Zusammenarbeit zahlreicher Wildhüter und Jäger aus allen Kantonen in der ganzen Schweiz 1821 Wildwiederkäuer (Steinböcke (N=589), Gämse (N=410), Rothirsche (N=408) und Rehe (N=409)) über zwei Jahren (2017-2019) beprobt (Zwischenklautupfer) und auf das Vorkommen des Erregers der Moderhinke (zwei Typen davon, d.h. bösartigen wie auch gutartigen sog. "Stämmen" von *D. nodosus*) getestet. Darüber hinaus wurden allfällige Fussveränderungen sowie beobachtete Wechselwirkungen zwischen Haus- und Wildwiederkäuern im Beprobungsgebiet für jede Probe dokumentiert. Letztlich wurde eine Umfrage bei allen Wildhütern mit Steinbockkolonien in ihren Aufsichtsgebieten durchgeführt, um die Häufigkeit und das Ausmass vergangener Moderhinke-Ausbrüche zu dokumentieren.

**Nachweis von *D. nodosus*:** Wir haben bei allen vier einheimischen Wildwiederkäuern ein seltenes Vorkommen von *D. nodosus* dokumentiert, sowohl für gutartige (1,97%; 36 Tiere, v.a. Rothirsche) als auch für bösartige Stämme (0,05%; 1 kranker Steinbock). Zwei männlich adulte Steinböcke, der erste mit gutartigem *D. nodosus* und der zweite mit bösartigem *D. nodosus* infiziert, zeigten Moderhinke-Veränderungen an den Füßen. Die meisten beobachteten Wechselwirkungen zwischen Schalenwild und Nutztieren wurden mit Schafen und Rindern beobachtet. Die Ergebnisse der parallel bei den Nutztieren durchgeführten Studie hat eine hohe Anzahl gesunder Rinder (83.3%) und einen kleineren Anteil gesunder Schafe (7.8%) als Träger gutartigen Stämmen dokumentiert. Bösartige Stämme wurden fast ausschliesslich bei gesunden Schafen (17.6%) nachgewiesen. Somit deuten die Resultate darauf hin, dass *D. nodosus* sich bei Wildwiederkäuerpopulationen höchstwahrscheinlich nicht aufrechterhält, im Gegensatz zur Situation bei Schafen (bösartiger und gutartiger *D. nodosus*) und Rindern (gutartiger *D. nodosus*).

**Umfrage:** Die Ergebnisse der Umfrage haben gezeigt, dass die Moderhinke beim Steinbock eine relativ selten auftretende Krankheit ist: Die Moderhinke wurde vor 2018 bei 16 von 40 (40%) Schweizer Steinbockkolonien beobachtet. In 9 der 40 Kolonien (23%) wurde nur einmal ein einzelnes Tier mit Moderhinke beobachtet, während ein wiederholtes Auftreten mit dem Befall mehrere Tiere in nur 7 Kolonien (18%) dokumentiert wurde. Die Ursache dieses Unterschieds zwischen Kolonien bleibt zu eruieren.

**Schlussfolgerungen:** Die Ergebnisse dieser Studie weisen darauf hin, dass Wildwiederkäuerpopulationen keine bedeutende Rolle als Ansteckungsquelle für *D. nodosus*-empfindliche Tierarten spielen und somit kein Risiko für neu sanierte Schafherden darstellen. Somit ist es naheliegend, dass Kontakte zu Hauswiederkäuern, insbesondere Schafen und Rindern, die Hauptansteckungsquelle für empfindliche Wildwiederkäuer wie den Steinbock darstellen.

## Résumé

**Contexte:** Le piétain (pourriture des onglons) est une maladie des onglons, douloureuse et économiquement importante, qui est répandue dans le monde entier. Elle est causée par la bactérie *Dichelobacter nodosus*. Les moutons sont les plus touchés mais les ruminants sauvages comme les bouquetins et les mouflons peuvent aussi développer des symptômes graves. Bien que la maladie puisse normalement être traitée chez les animaux domestiques, de graves lésions chez les ruminants sauvages peuvent entraîner leur mort. A cause de la présence étendue de la maladie au sein des troupeaux de moutons Suisse, un programme national de lutte va être mis en place chez les ovins au cours des prochaines années. Cependant, il a déjà été prouvé par des cas isolés que les bovins et les chèvres peuvent être des porteurs sains de *D. nodosus* et peuvent donc servir de source d'infection pour les ovins. Dans le cas d'autres ongulés présents en Suisse, qui peuvent tous interagir les uns avec les autres - comme les chamois, les cerfs, les chevreuils et les camélidés du Nouveau Monde - aucune donnée n'était disponible au début de ce projet. En ce qui concerne la planification du programme national de lutte et l'impact de la maladie dans les colonies de bouquetins suisses, il est urgent d'avoir une meilleure base de données sur la situation actuelle.

**Objectifs et méthodes:** Afin d'estimer la fréquence de l'agent du piétain chez les ruminants sauvages, 1821 animaux (bouquetins (N=589), chamois (N=410), cerfs élaphe (N=408) et chevreuils (N=409)) ont été échantillonnés (écouvillon interdigital) et testés au cours d'une période de deux ans (2017-2019) grâce à la collaboration de nombreux garde-faunes et chasseurs dans tous les cantons Suisse. Ceci a permis de pouvoir détecter la présence de l'agent du piétain de deux types différents (soit des "souches" de *D. nodosus* dites malignes ou bénignes). Lors de l'échantillonnage, les éventuelles lésions aux onglons des animaux échantillonnés et les interactions observées dans la région de l'échantillonnage entre ruminants domestiques et sauvages ont été documentées pour chaque échantillon. Enfin, une enquête a été menée auprès de tous les garde-faunes ayant des colonies de bouquetins dans leurs districts de surveillance afin de documenter la fréquence et la gravité de foyers de piétains antérieurs.

**Détection de la présence de *D. nodosus*:** Nous avons documenté une occurrence rare de *D. nodosus* chez les quatre ruminants sauvages indigènes, tant pour les souches bénignes (1,97% ; 36 animaux, principalement le cerf élaphe) que pour les souches malignes (0,05% ; 1 bouquetin malade). Deux bouquetins mâles adultes, le premier infecté par *D. nodosus* bénin et le deuxième par *D. nodosus* malin, présentaient tous les deux des changements de pieds typiques pour le piétain. La plupart des interactions entre les ruminants sauvages et les ruminants domestiques impliquaient des moutons et des bovins. Les résultats de l'étude parallèle chez les animaux domestiques ont montré qu'un grand nombre de bovins (83,3 %) et une plus petite proportion d'ovins (7,8 %), tous en bonne santé, étaient porteurs de souches bénignes. Les souches malignes ont cependant aussi été mises en évidence mais presque exclusivement chez des ovins sains (17,6 %). Ainsi, les résultats indiquent qu'il est peu probable que *D. nodosus* persiste dans les populations de ruminants sauvages, contrairement à la situation chez les ovins (*D. nodosus* malin et bénin) et les bovins (*D. nodosus* bénin).

**Questionnaire:** Les résultats du questionnaire ont montré que le piétain est une maladie relativement rare au sein des colonies de bouquetins. Avant 2018, le piétain a été observé dans 16 des 40 (40%) des colonies suisses de bouquetins. Dans 9 des 40 colonies (23 %), seulement un "foyer" avec un seul animal atteint a été observé, tandis que dans 7 colonies (18 %), des cas répétés de piétain avec plusieurs animaux atteints ont été signalés. La cause de cette différence entre les colonies reste à déterminer.

**Conclusions:** Les résultats de cette étude suggèrent que les populations de ruminants sauvages ne jouent pas un rôle significatif en tant que source d'infection pour les espèces d'animaux sensibles à *D. nodosus* et ne constituent donc pas un risque pour les troupeaux de moutons récemment assainis. Il semble donc évident que les contacts avec les ruminants domestiques, en particulier avec les ovins et les bovins, constituent la principale source d'infection pour les ruminants sauvages susceptibles tels que le bouquetin.

### Appendix 1: Tableaux et figures en français.

## Riassunto

**Contesto:** La zoppina è una patologia degli unghioni diffusa in tutto il mondo, dolorosa ed economicamente importante, causata dal batterio *Dichelobacter nodosus*. Nonostante colpisca soprattutto le pecore, anche ruminanti selvatici come gli stambecchi e i mufloni possono ammalarsi gravemente. Mentre la zoppina può solitamente essere curata negli animali domestici, lesioni severe nei ruminanti selvatici possono risultare fatali. A causa dell'ampia diffusione della malattia negli allevamenti ovini in Svizzera, sarà implementato prossimamente un programma nazionale di lotta contro la zoppina negli ovini. Tuttavia, è già stato dimostrato in casi isolati che bovini e caprini possono essere portatori sani di *D. nodosus* e possono quindi fungere da fonte d'infezione per gli ovini. All'inizio di questo progetto non esistevano ancora dati sulla presenza di *D. nodosus* presso altri ruminanti domestici e selvatici quali camosci, cervi, caprioli e camelidi sudamericani. Si rendeva quindi necessaria la disposizione di dati sulla presenza di questo batterio sia per la pianificazione del programma nazionale di controllo che per la comprensione dell'impatto della malattia nelle diverse colonie di stambecchi svizzeri.

**Obiettivi e metodi:** Per valutare la frequenza dell'agente patogeno della zoppina nei ruminanti selvatici, sono stati campionati 1821 animali (stambecco (N=589), camoscio (N=410), cervo (N=408) e capriolo (N=409)) e nell'arco di due anni, (marzo 2017 marzo 2019) grazie alla collaborazione di numerosi guardacaccia e cacciatori in tutta la Svizzera. Inoltre, potenziali lesioni degli unghioni e interazioni tra animali domestici e selvatici osservate nella regione di campionatura sono state annotate per ogni animale campionato. I campioni (tamponi interdigitali) sono stati analizzati per verificare la presenza di due varianti dell'agente patogeno della zoppina (i così detti "ceppi" maligni e benigni di *D. nodosus*). Infine, è stata condotta un'indagine (questionario) tra i guardiacaccia, nei quali territori di sorveglianza ci sono delle colonie di stambecchi, al fine di documentare la frequenza e l'estensione di precedenti focolai di zoppina.

**Presenza di *D. nodosus*:** Abbiamo rilevato una presenza relativamente rara di *D. nodosus* in tutte e quattro le specie di ruminanti selvatici, sia per quanto riguarda i ceppi benigni (1,97%; 36 animali, principalmente cervi) che maligni (0,05%; uno stambecco ammalato). Due stambecchi maschi adulti, uno infettato da *D. nodosus*, ceppo benigno e l'altro da *D. nodosus*, ceppo maligno, mostravano lesioni agli unghioni tipici per la zoppina. La maggior parte delle interazioni tra ruminanti selvatici e domestici sono state osservate tra ovini e bovini. I risultati dello studio parallelo sui ruminanti domestici hanno rilevato un numero elevato di bovini (83,3%) e una percentuale minore di ovini sani (7,8%) che presentavano ceppi benigni di *D. nodosus* senza avere lesioni agli unghioni. D'altro canto, ceppi maligni sono stati rivelati quasi esclusivamente in ovini sani (17,6%). Questi risultati indicano quindi l'improbabilità della persistenza di *D. nodosus* nelle popolazioni di ruminanti selvatici, a differenza della situazione negli ovini (ceppo maligno e benigno) e nei bovini (ceppo benigno).

**Questionario:** La valutazione del questionario ha mostrato come la zoppina sia una malattia relativamente rara negli stambecchi in Svizzera: prima del 2018 la malattia è stata osservata in 16 delle 40 (40%) colonie di stambecchi. In 9 delle 40 colonie (23%) è stato osservato un solo focolaio con un solo animale colpito dalla zoppina, mentre in 7 colonie (18%) sono stati segnalati ripetuti focolai con più di un animale coinvolto. In fine resta da determinare la causa di questa differenza tra le colonie.

**Conclusioni:** I risultati di questo studio indicano che le popolazioni di ruminanti selvatici non hanno un ruolo significativo come fonte d'infezione per le specie sensibili a *D. nodosus*, non rappresentando quindi un rischio per le greggi di pecore appena risanate.

È per contro evidente che i contatti con i ruminanti domestici, in particolare ovini e bovini, sono la principale fonte d'infezione per i ruminanti selvatici sensibili come lo stambecco.

**Appendice 2: Tabelle e figure in italiano.**

## 1. Hintergrund

Die Moderhinke (Klauenfäule) ist eine weltweit verbreitete Erkrankung der Klauen, die durch das Bakterium *Dichelobacter nodosus* verursacht wird. Schafe sind am meisten betroffen, allerdings können auch Wildwiederkäuer wie Steinböcke und Mufflons schwer erkranken. Während die Krankheit in der Regel bei Haustieren behandelt werden kann, können schwerwiegende Veränderungen bei Wildwiederkäuern zum Tod führen.

Die Moderhinke verursacht sehr schmerzhaft Klauenveränderungen und ist daher tierschutzrelevant. Diese in der Schweiz bei Schafen häufig vorkommende Krankheit sorgt auch für hohe wirtschaftliche Einbussen. Deshalb soll in den nächsten Jahren ein nationales Bekämpfungsprogramm beim Schaf implementiert werden.

Bei vielen Erregern kommt es vor, dass gewisse Tierarten oder Individuen als «gesunde Träger» wirken, d.h. sie können den Erreger auf den Füßen tragen und andere Tiere anstecken, ohne selber zu erkranken. Im Fall der Moderhinke wurde schon vereinzelt nachgewiesen, dass Rinder und Ziegen gesunde Träger von *D. nodosus* sein und als Ansteckungsquelle für Schafe wirken können. Bei anderen in der Schweiz vorkommenden Wiederkäuern wie Gämsen, Hirschen, Rehen und Neuweltkameliden, laggen hingegen zur Beginn der Studie noch keine Daten vor.

Durch die in der Schweiz weit verbreitete Alping der Schafe besteht ein hohes Risiko von Interaktionen unter Schafen aus verschiedenen Herden mit unterschiedlichem oder sogar unbekanntem Gesundheitszustand sowie von multiplen Wechselwirkungen (direkt und indirekt) zwischen Schafen und anderen für *D. nodosus* empfänglichen Tierarten. Daher ist es denkbar, dass *D. nodosus* unter diesen Bedingungen zwischen verschiedenen Wiederkäuerarten übertragen wird. Im Hinblick auf die Planung des nationalen Bekämpfungsprogramms und in Bezug auf die Auswirkung der Erkrankung in Schweizer Steinbockkolonien ist eine bessere Datengrundlage über die Situation dringend notwendig.

## 2. Ziele des Projektes

### Im Auftrag des BLV durchgeführtes Projekt (Zusammenarbeit FIWI & Klinik für Nutztiere)

Schweizweite Abschätzung der Häufigkeit von Infektionen mit *D. nodosus* bei vier Wild- und vier Hauswiederkäuern: Steinbock, Gämse, Reh, Rothirsch; Schaf, Ziege, Rind, Neuweltkameliden. Dies soll bei allen Tieren, mit und ohne Klauenveränderungen erfolgen.

Erfassung möglicher Einflussfaktoren, die zu einer erhöhten Infektionshäufigkeit führen könnten - wie das Klima, der Gesundheitszustand, die Altersklasse und zwischenartliche Kontakte.

### Ergänzungsprojekt (FIWI)

Schweizweite Erfassung aller schon vorgekommenen Moderhinke-Ausbrüche in Steinbockkolonien.

## 3. Methoden

**Zeitraum und Studiengebiet:** März 2017-Februar 2019 (Hauptteil der Studie); Wild- und Hauswiederkäuer wurden über einem Zeitraum von zwei Jahren in der ganzen Schweiz beprobt.

**Wildwiederkäuer:** Die Probenentnahme hat hauptsächlich bei bejagten Tieren im Sommer/Herbst 2017 und 2018 stattgefunden. Um sicherzustellen, dass genügend Tiere beprobt werden, wurden auch tot aufgefundene Wildwiederkäuer (Fallwild und Hegeabschüsse) über das ganze Jahr beprobt. Zudem wurden in ausgewählten Bündner Kolonien zusätzliche Proben zum Zweck einer detaillierteren Auswertung gewünscht.

**Hauswiederkäuer:** Die Probenentnahme hat ausschliesslich bei lebenden Tieren stattgefunden. Ausgewählte Betriebe in

der ganzen Schweiz wurden über ein Jahr (Mai 2017- Mai 2018) hierfür besucht.

**Tierdaten:** Für Wild- und Hauswiederkäuer wurden folgende Daten erhoben: Datum der Probennahme, Tierart, Geschlecht, Alter, klinische Anzeichen von Moderhinke, Lokalisation des Fundorts/Betriebs, und beobachtetes Vorkommen von Wechselwirkungen zwischen Wild- und Hauswiederkäuern.

**Probenentnahme und Laboranalyse:** Bei jedem Tier (ob gesunde oder erkrankte Klauen) wurden alle vier Klauenzwischenräume mit einem Wattetupfer gerieben. Der Wattetupfer wurden anschliessend in einer Flüssigkeit gewaschen. Danach wurde der Tupfer entsorgt und die Flüssigkeit im Labor des Instituts für Veterinär- Bakteriologie mittels molekularbiologischen Methoden (PCR) untersucht. Beim erfolgreichem Nachweis des Bakteriums spricht man von einem positiven Resultat; kein Nachweis entspricht einem negativen Resultat.

**Moderhinke Umfrage:**

Zielgruppe: Alle Wildhüter mit Steinbockkolonien in ihrem Aufsichtsgebiet. Die Umfrage bestand aus drei Teilen, nämlich Teil I: Persönliche Informationen zum Befragten, Teil II: Angaben zur Kolonie, Teil III: Detaillierte Angaben zu Moderhinke-Ausbrüchen.

**4. Resultate**

**4.1 Häufigkeit von Infektionen mit *D. nodosus* bei Wildwiederkäuern**

Insgesamt haben wir über zwei Jahre (2017-2019) 1821 Proben aus allen 26 Kantonen erhalten (Tabelle 1 und Abb. 2). Das Ziel der 1786 Proben wurde hiermit übertroffen (102%), wobei diese Zahl die zusätzlichen Steinbockproben beinhaltet.

Aus den 1821 erhaltenen Proben, erwiesen sich 37 Tiere aus sechs Kantonen (GR, VS, BE, UR, LU, VD) als positiv (Tabelle 2).

**Tab. 1: Resultate für die Wildwiederkäuer**

Tierart	Anzahl Proben	Positiv gutartig	Positiv bössartig
Steinbock	589	3	1
Gämse	410	1	0
Rothirsch	408	31	0
Reh	409	1	0
Total	1821*	36	1

\*Für fünf Tiere war die Tierart nicht angegeben.

**Tab. 2: Kantone mit positiven Wildwiederkäuern (= Nachweis von *D. nodosus*): Anzahl positiver Tiere/Anzahl getesteter Proben**

	Tierart							
	Steinbock		Rothirsch		Reh		Gämse	
	Ben.	Bös.	Ben.	Bös.	Ben.	Bös.	Ben.	Bös.
<b>BE</b>	1/14	0/14	1/16	0/16	0/79	0/79	0/24	0/24
<b>GR</b>	1/319*	1/319*	23/172	0/172	0/41	0/41	0/136	0/136
<b>LU</b>	0/3	0/3	0/6	0/6	1/32	0/32	0/13	0/13
<b>UR</b>	0/14	0/14	0/9	0/9	0/4	0/4	1/16	0/16
<b>VD</b>	1/11	0/3	0/3	0/3	0/15	0/15	0/6	0/6
<b>VS</b>	0/133	0/133	7/83	0/83	0/17	0/17	0/111	0/111

\* Adulte männliche Steinböcke mit schweren Fussveränderungen  
Ben.= benign; Bös.=bössartig

Insgesamt wurde ein Tier (männlicher adulter Steinbock aus Graubünden) mit dem bösartigen *D. nodosus* identifiziert und die restlichen 36 Tiere wiesen gutartige Stämme auf. Aus diesen 36 waren 31 (86%) Rothirsche.

Insgesamt zeigten zwei Steinböcke Moderhinke-Veränderungen. Es handelte sich um zwei männliche adulte Tiere aus Graubünden (Abb. 1) mit schwerwiegenden Klauenveränderungen: der eine war mit bösartigem *D. nodosus* und der andere mit gutartigem *D. nodosus* infiziert.



**Abb. 1 Fussveränderungen bei Steinböcken mit *D. nodosus* Nachweis (=positiv)**

Die beiden oberen Bilder (A und B): Bösartiger *D. nodosus* Steinbock mit schwerwiegenden Geschwür im Zwischenklauenspalt, gräulicher Verfärbung und übermässig lange Klauen, der für bösartigen *D. nodosus* positiv war.

Die unteren Bilder (C und D): Füße eines Steinbocks mit dem gutartigen Stamm von *D. nodosus* mit schwerwiegend übermässig lange und rissige Schalen (andere, Moderhinke-typische Veränderungen auf dem Bild nicht sichtbar).

Die anderen Tiere mit benignem *D. nodosus* zeigten keine Moderhinke-ähnliche Veränderungen an den Klauen. Bei zwei Rothirschen bleibt diese Aussage unklar, da weder die veränderten Füße noch Fotos bei den Proben beigelegt wurden.

In der parallel laufenden Hauswiederkäuer-Studie wurden ganz andere Resultate erzielt (Tabelle 3).

**Tab. 3: Resultate für die Hauswiederkäuer**

Tierart	Anzahl Proben	Positiv gutartig	Positiv bösartig
Schafe	690	58	94
Rinder	849	694	0
Ziegen	790	23	0
NWK	591	13	3
TOTAL	2920	788	97

Flurin Ardüer et. al 2019  
\*Neuweltkameliden

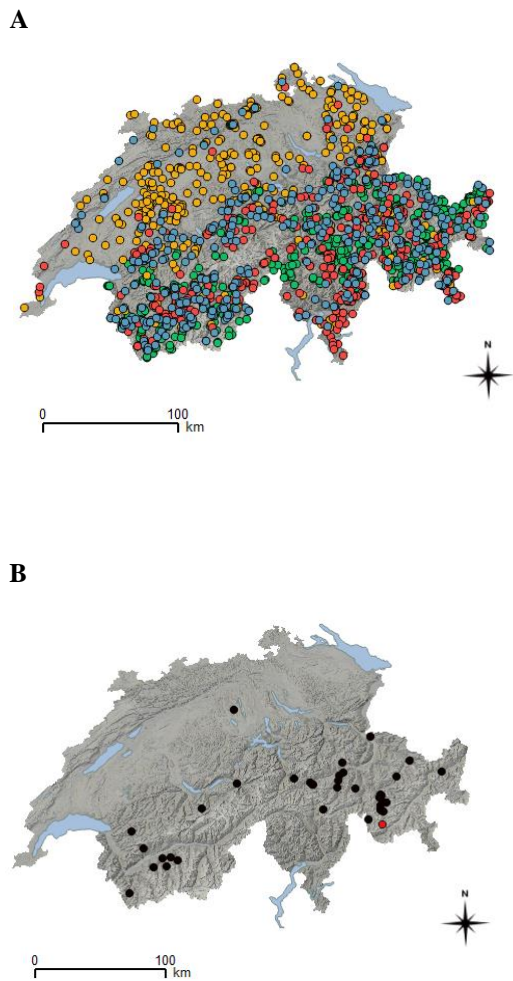
Insgesamt haben 68% der 1821 Teilnehmer die Fragen bezüglich Wechselwirkungen

zwischen Wild- und Hauswiederkäuern beantwortet. Die meisten Kontakte zwischen Wild- und Hauswiederkäuern wurden mit Rindern und Schafen beobachtet (auf < 50 m oder > 50 m sowie die nicht gleichzeitige Besetzung der Weide).

Betreffend die positiven Rothirsche wurden bei 82% der dokumentierten Ereignisse (23/28) direkte und indirekte Kontakte mit Rindern angegeben. Im Fall des positiven Rehs wurden nur Kontakte mit Rindern und bei der positiven Gämse mit allen Hauswiederkäuern ausser Ziegen im Beprobungsgebiet dokumentiert

Bei zwei Steinböcken (ohne Fussveränderungen) mit dem gutartigem *D. nodosus* wurden im Beprobungsgebiet von einem Tier Wechselwirkungen mit allen Hauswiederkäuern beobachtet und vom anderen nur mit Schafen.

Für die beiden Steinböcke mit den schwerwiegenden Fussveränderungen (Infektion einerseits mit gutartigem und andererseits mit bösartigem *D. nodosus*) wurden keine bekannten Wechselwirkungen angegeben.



**Abb. 2 (A) Verteilung der Proben (B) *D. nodosus* positive Tiere**

A: Farbige Punkte zeigen die verschiedene Spezies: Gelb: Reh; Rot: Rothirsch; Blau: Gämse und Grün: Steinbock.

B: Schwarze Punkte entsprechen den Tieren mit gutartigem *D. nodosus* und der rote Punkt dem Tier mit bösartigem *D. nodosus*.

#### 4.2 Moderhinke Umfrage bei Steinbockkolonien in der Schweiz

Bei der Umfrage haben 74 Wildhüter mitgemacht und wir haben somit eine 100% Beteiligungsrate erreicht. Alle 16 Kantone mit Steinbockkolonien haben sich beteiligt und 85% (40/47) der Steinbockkolonien wurden repräsentiert. Insgesamt wurden 46 Ausbrüche (definiert als ein oder mehrere Fälle in einem Zeitabstand von maximal 6

Monaten zwischen einander) in 16 aus 40 Kolonien beschrieben. Bei 56% dieser Kolonien wurde ein Ausbruch pro Kolonie dokumentiert und in 65% der Kolonien mit Ausbrüchen wurde nur ein betroffenes Tier in der gesamten Kolonie beobachtet. Eine Ausnahme besteht bei sieben Kolonien, in welchen mehrere Ausbrüche über mehrere Jahre, mit meistens mehr als einem betroffenen Tier pro Kolonie war. (Tabelle 4). In Bezug auf Wechselwirkungen mit anderen Wild- und mit Hauswiederkäuern wurden in allen Steinbockkolonien - ob mit oder ohne Moderhinke-Ausbrüchen - am meisten Kontakt mit Gämsen, gefolgt von Schafen und Rindern beobachtet.

**Tab. 4: Steinbockkolonien mit mehreren Ausbrüchen**

Kanton	Name	Ausbruch-Anzahl	Periode der Ausbrüche	Anzahl erkrankter Tiere
GR	Julier	3	2011-2017	1 - 10
GR/TI	Safien-Rheinwald	5	1996-2016	1- 10
BE	Justistal	3	2010-2018	1 - 10
OW/B E/NW	Hutstock	5	2006-2013	1
SG/AI/ AR	Alpstein	3	1996-2011	6 – 15
VS	Chablais	14	2004-2018	1– 5
SG/GL	Foostock	4	2004-2016	1-5

## 5. Diskussion

Bei dieser Studie handelte es sich um die erste schweizweite Erfassung des Vorkommens von *D. nodosus* bei einheimischen Wild- und Hauswiederkäuern. Aus unseren Resultaten ist es ersichtlich, dass das Vorkommen bei Wildtieren auf das gesamte Schweizer Territorium sehr gering ist (37/1821). Bei allen vier Tierarten (Steinbock, Gämse, Rothirsch und Reh) wurde mindestens ein positives Tier gefunden und die meisten



zeigten keine Veränderungen an den Füßen. Alle Tiere ausser einen einigen, kranken Steinbock waren trugen die gutartige Form von *D. nodosus*.

Moderhinke-typische Fussveränderungen wurden nur bei zwei Steinböcken gemeldet. In beiden Fällen handelte es sich um zwei männliche adulte Tiere aus dem Kanton Graubünden, die mit gutartigem bzw. bösartigem *D. nodosus* infiziert waren.

Hiermit konnten wir nochmals zeigen, dass beim Steinbock - anders als beim Schaf - gravierende, potentiell lebensbedrohliche Fussveränderungen mit der gutartigen Form von *D. nodosus* in Verbindung stehen können. Letztlich zeigte die Studie bei den Hauswiederkäuern, dass Schafe und Rinder Reservoirs für die gutartige Form von *D. nodosus* und Schafe für die bösartige Form darstellen. Die Abwesenheit von Klauenveränderung bei den aller meisten Tieren bestätigt, dass sie den Erreger als gesunde Träger verbreiten können. Durch die häufigen Wechselwirkungen zwischen Wildwiederkäuern, Schafen und Rindern auf Sömmungsweiden ist daher davon auszugehen, dass diese Nutztiere als Hauptansteckungsquelle für empfängliche Wildpopulationen fungieren. Um eine solche zwischenartliche Übertragung zu beweisen, wären jedoch ergänzende molekularbiologische Untersuchungen notwendig.

Abschliessend zeigte die Umfrage, dass die Moderhinke beim Steinbock eine sporadisch auftretende Krankheit ist, die in zahlreichen Kolonien auftritt. Eine Ausnahme besteht bei sieben Kolonien, in welcher Fälle immer wieder dokumentiert wurden. Lokale klimatische Verhältnisse oder Populationseigenschaften (Populationsdynamik, Genetik) spielen vielleicht eine Rolle dabei. Diese Einflussfaktoren müssten näher untersucht werden, um die Epidemiologie der Moderhinke auf lokaler Ebene besser verstehen zu können.

## 6. Schlussfolgerung

Im Hinblick auf das kommende Moderhinke-Bekämpfungsprogramm beim Schaf zeigen unsere Ergebnisse, dass Wildwiederkäuer

keine Reservoir-Population für *D. nodosus* bilden und somit kein Risikofaktor für neu sanierte Schafherden sein sollten. Wechselwirkungen mit Hauswiederkäuern, insbesondere mit Schafen und Rindern, sind vermutlich die Hauptansteckungsquelle für empfängliche Wildwiederkäuer.

## 7. Aussichten bis Ende 2019

Vergleich der Kolonien mit vermehrtem Auftreten der Moderhinke mit Kolonien ohne oder mit nur seltenen Fällen:

-Nähere Auswertung des Fragebogens.

-Abschätzung der Infektionshäufigkeit mit *D. nodosus* beim Steinbock auf lokaler Ebene

## 8. Merkblätter und Artikel

Ryser-Degiorgis M.-P., Moore-Jones G., J. Wimmershoff, 2017. Moderhinke. FIWI-Merkblatt, Mai 2017. (auch auf Französisch und Italienisch)

Ryser-Degiorgis M.-P., Moore-Jones G. 2017. Moderhinke – eine zu bekämpfende Tierkrankheit. Schweizer Jäger 6: 58-59.

Ryser-Degiorgis M.-P., Moore-Jones G. 2017. Zoppina – una malattia da combattere. Caccia e Pesca 4: 21-23.

## 9. Vorträge und Poster

**Moore-Jones G.**, Ryser-Degiorgis M.-P. Epidemiologische Studie der Moderhinke in der Schweiz. CAS-Kurs, Vetsuisse-Fakultät Bern, Universität Bern, 26.03.2017 (Vortrag)

**Moore-Jones G.**, Ryser-Degiorgis M.-P. Untersuchung zur Moderhinke in der Schweiz. Wildhüter-Versammlung, Jagdinspektorat, Münsingen (BE), 07.04.2017 (Vortrag)

**Moore-Jones G.**, Ryser-Degiorgis M.-P. Untersuchung zur Moderhinke in der Schweiz. Wildhüter-Rapport, Amt für Jagd und Fischerei, Maienfeld (GR), 04.08.2017 (Vortrag)

**Moore-Jones G.**, Ryser-Degiorgis M.-P. Untersuchung zur Moderhinke in der Schweiz. Wildhüter-Rapport, Centre de conservation de la faune et de la nature St-Sulpice (VD), 23.08.2017 (Vortrag)

**Moore-Jones G.**, Ryser-Degiorgis M.-P. Die Moderhinke – eine tierschutzrelevante Krankheit bei Wild- und Hauswiederkäuern. Nacht der Forschung, Universität Bern, 16.09.2017 (Poster)

**Moore-Jones G.**; Ardüser F.; Dürr S.; Gobeli-Brawand S.; Steiner A.; Zanolari P.; Ryser-Degiorgis M-P; Epidemiologische Studie der Moderhinke beim freilebenden Steinbock und andere potenzielle Wirte: Identifizierung von Reservoir Spezies und Risikofaktoren für eine Infektion. EWDA conference, Larissa, Griechenland, 28.08.2018 (Vortrag)

**Moore-Jones G.**; Ardüser F.; Dürr S.; Gobeli-Brawand S.; Steiner A.; Zanolari P.; Ryser-Degiorgis M-P; Die Moderhinke – Epidemiologische Studie der Moderhinke beim freilebenden Steinbock und andere potenzielle Wirte: Identifizierung von Reservoir Spezies und Risikofaktoren für eine Infektion. GCB Symposium, Universität Bern, 31.01.2019 (Poster)

**Moore-Jones G.**, Ryser-Degiorgis M.-P. Epidemiologische Studie der Moderhinke in der Schweiz. CAS-Kurs, Vetsuisse-Fakultät Bern, Universität Bern, 29.03.2019 (Vortrag)  
**Moore-Jones G.**, Epidemiologische Studie über *Dichelobacter nodosus* im freilebenden Alpensteinbock und ander potenzielle Wirte: Identifizierung von Reservoir Spezies und Risikofaktoren für eine Infektion. Mid-term Evaluation, Vetsuisse-Fakultät Bern, Universität Bern, 18.04.2019 (Vortrag)

**Moore-Jones G.**; Ardüser F.; Dürr S.; Gobeli-Brawand S.; Steiner A.; Zanolari P.; Ryser-Degiorgis M-P; Epidemiologische Studie über die Moderhinke in der Schweiz. Moderhinke Tagung, Tierspital, Vetsuisse-Fakultät Bern, Universität Bern, 25.04.2019 (Vortrag)

**Moore-Jones G.**; Ardüser F.; Dürr S.; Gobeli-Brawand S.; Steiner A.; Zanolari P.; Ryser-Degiorgis M-P; Epidemiologische Studie über *Dichelobacter nodosus* im freilebenden

Alpensteinbock und ander potenzielle Wirte: Identifizierung von Reservoir Spezies und Risikofaktoren für eine Infektion. Groupe d'Etude sur l'Ecopathologie de la Faune Sauvage de Montagne (GEEFSM), Aostatal, Italien 15.06.2019 (Vortrag)

**Moore-Jones G.**; Ardüser F.; Dürr S.; Gobeli-Brawand S.; Steiner A.; Zanolari P.; Ryser-Degiorgis M-P; Epidemiologische Studie über *Dichelobacter nodosus* im freilebenden Alpensteinbock und ander potenzielle Wirte: Identifizierung von Reservoir Spezies und Risikofaktoren für eine Infektion. 7th Mountain Ungulate Conference (WMUC), Bozeman Montana, USA 10.- 13.09.2019 (Poster)

## 10. Wissenschaftliche Publikationen

Ardüser F.; **Moore-Jones G.**; Gobeli-Brawand S.; Dürr S.; Steiner A.; Ryser-Degiorgis M-P; Zanolari P.; *Dichelobacter nodosus* in sheep, cattle, goats and South American camelids in Switzerland— Assessing prevalence in potential hosts in order to design tar-geted disease control measures, Preventive Veterinary Medicine (PVM), 6.05.2019

**Moore-Jones G.**; Ardüser F.; Dürr S.; Gobeli-Brawand S.; Steiner A.; Zanolari P.; Ryser-Degiorgis M-P; Identifying maintenance hosts for infection with *Dichelobacter nodosus* in free-ranging wild ruminants in Switzerland: a prevalence study, PlosOne (in Revision)

## 10. Dank

Wir danken ganz herzlich allen beteiligten Jagdverwaltungen, Wildhütern, Jägern und Jägerinnen, Biologen und Tierärzten für die Teilnahme an dieser Studie. Ohne Sie wäre die erfolgreiche Durchführung dieses Projektes nicht möglich gewesen.

Das Projekt wurde in enger Zusammenarbeit zwischen dem FIWI, der Wiederkäuerklinik (P. Zanolari und F. Ardüser), dem Institut für Veterinär-Bakteriologie (S. Gobeli) und dem Institut für Veterinary Public Health der Universität Bern (S. Dürr) durchgeführt.

Diese Arbeit wurde vom Bundesamt für Veterinärwesen mit einem Beitrag von mehreren Jagdverwaltungen (FR, GR, NW, TI, SZ) und dem Bundesamt für Umwelt finanziell unterstützt.

**Dieser Bericht geht an:**

- Alle kantonale Jagdverwaltungen
- BAFU, Sektion Wildtiere und Waldbiodiversität

## Appendix 1:

**Tab. 1: Résultats chez les animaux sauvages**

Espèces	Nombres Echantillons	Positif bénin	Positif malin
Bouquetin	589	3	1
Chamois	410	1	0
Cerf	408	31	0
Chevreuril	409	1	0
Total	1821*	36	1

\*Pour 5 animaux l'espèce n'été pas indiquée

**Tab. 2: Cantons avec des ruminants sauvages positifs (présence de *D. nodosus*): nombre d'échantillons positifs/nombre total testé**

Espèces								
Bouquetin			Cerf		Chevreuril		Chamois	
	Ben.	Mal.	Ben.	Mal.	Ben.	Mal.	Ben.	Mal.
<b>BE</b>	1/14	0/14	1/16	0/16	0/79	0/79	0/24	0/24
<b>GR</b>	1/319*	1/319*	23/172	0/172	0/41	0/41	0/136	0/136
<b>LU</b>	0/3	0/3	0/6	0/6	1/32	0/32	0/13	0/13
<b>UR</b>	0/14	0/14	0/9	0/9	0/4	0/4	1/16	0/16
<b>VD</b>	1/11	0/3	0/3	0/3	0/15	0/15	0/6	0/6
<b>VS</b>	0/133	0/133	7/83	0/83	0/17	0/17	0/111	0/111

\* Bouquetin mâle adulte avec de graves lésions aux onglons  
Ben.= bénin; Mal.=malin

**Tab. 3: Résultats d'animaux domestiques**

Espèces	Nombres Echantillons	Positif bénin	Positif malin
Mouton	690	58	94
Bovin	849	694	0
Chèvre	790	23	0
CNM	591	13	3
TOTAL	2920	788	97

Flurin Ardüer et. al 2019

\* Camélidés du Nouveau Monde

**Tab. 4: Colonies de bouquetins avec des foyers récurrents de piétain**

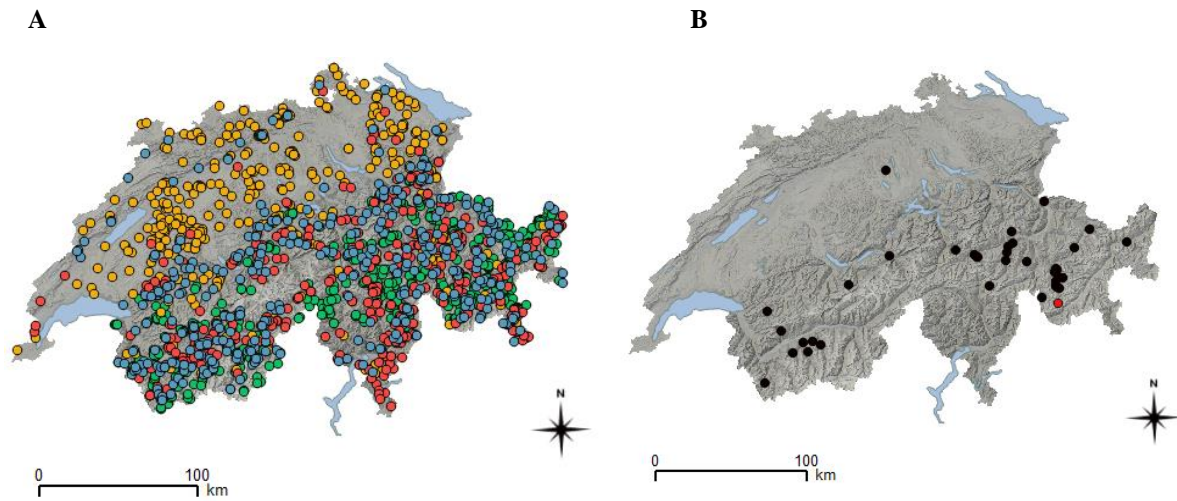
Canton	Nom	Nombres de foyers	Période des foyers	Nombres d'animaux atteints
GR	Julier	3	2011-2017	1 - 10
GR/TI	Safien-Rheinwald	5	1996-2016	1- 10
BE	Justistal	3	2010-2018	1 - 10
OW/BE/NW	Hutstock	5	2006-2013	1
SG/AI/AR	Alpstein	3	1996-2011	6 – 15
VS	Chablais	14	2004-2018	1– 5
SG/GL	Foostock	4	2004-2016	1-5



**Fig. 1 Lésions de pieds de bouquetin avec détection (=positif) de *D. nodosus***

Les deux images du haut (A et B): Bouquetin positif pour *D. nodosus* malin avec ulcérations sévères dans l'espace interdigital, décoloration grisâtre et ongles excessivement longs.

Les images ci-dessous (C et D) : Pieds d'un bouquetin positif pour la souche bénigne de *D. nodosus* aux ongles trop longs et fissurés (autres lésions typiques du piétain non visible sur l'image).



**Fig. 2 (A) Distribution des échantillons analysés (B) Animaux positifs pour *D. nodosus***

A : Les points colorés indiquent les différentes espèces : jaune: chevreuil; rouge: cerf; bleu: chamois et vert: bouquetin.

B : Les points noirs correspondent aux animaux avec *D. nodosus* bénin et le point rouge à l'animal avec *D. nodosus* malin.

## Appendice 2:

**Tab. 1: Risultati dei ruminanti selvatici**

Specie	Numero campioni	Ceppi positivi benigni	Ceppi positivi maligni
Stambecco	589	3	1
Camoscio	410	1	0
Cervo	408	31	0
Capriolo	409	1	0
Totale	1821*	36	1

\* La specie non è stata specificata in cinque animali.

**Tab. 2: Cantoni con ruminanti selvatici positivi (presenza di *D. nodosus*):** numero di campioni positivi/numero totale di campioni analizzati

Specie								
	Stambecco		Cervo		Capriolo		Camoscio	
	Ben.	Mal.	Ben.	Mal.	Ben.	Mal.	Ben.	Mal.
<b>BE</b>	1/14	0/14	1/16	0/16	0/79	0/79	0/24	0/24
<b>GR</b>	1/319*	1/319*	23/172	0/172	0/41	0/41	0/136	0/136
<b>LU</b>	0/3	0/3	0/6	0/6	1/32	0/32	0/13	0/13
<b>UR</b>	0/14	0/14	0/9	0/9	0/4	0/4	1/16	0/16
<b>VD</b>	1/11	0/3	0/3	0/3	0/15	0/15	0/6	0/6
<b>VS</b>	0/133	0/133	7/83	0/83	0/17	0/17	0/111	0/111

\* Stambecchi maschi adulti con lesioni severe degli unghioni  
Ben.= ceppo benigno; Mal.= ceppo maligno

**Tab. 3: Risultati dei ruminanti domestici**

Specie	Numero campioni	Positivi benigni	Positivi maligni
Ovini	690	58	94
Bovini	849	694	0
Caprini	790	23	0
CSA*	591	13	3
TOTALE	2920	788	97

Flurin Ardüer et. al 2019

\* Camelidi sudamericani

**Tab. 4: Colonie di stambecchi con focolai ricorrenti**

Cantone	Nome	Numero di focolai	Periodo dei focolai	Numero di animali colpiti
GR	Julier	3	2011-2017	1 - 10
GR/TI	Safien-Rheinwald	5	1996-2016	1- 10
BE	Justistal	3	2010-2018	1 - 10
OW/BE/NW	Hutstock	5	2006-2013	1
SG/AI/AR	Alpstein	3	1996-2011	6 – 15
VS	Chablais	14	2004-2018	1– 5
SG/GL	Foostock	4	2004-2016	1-5

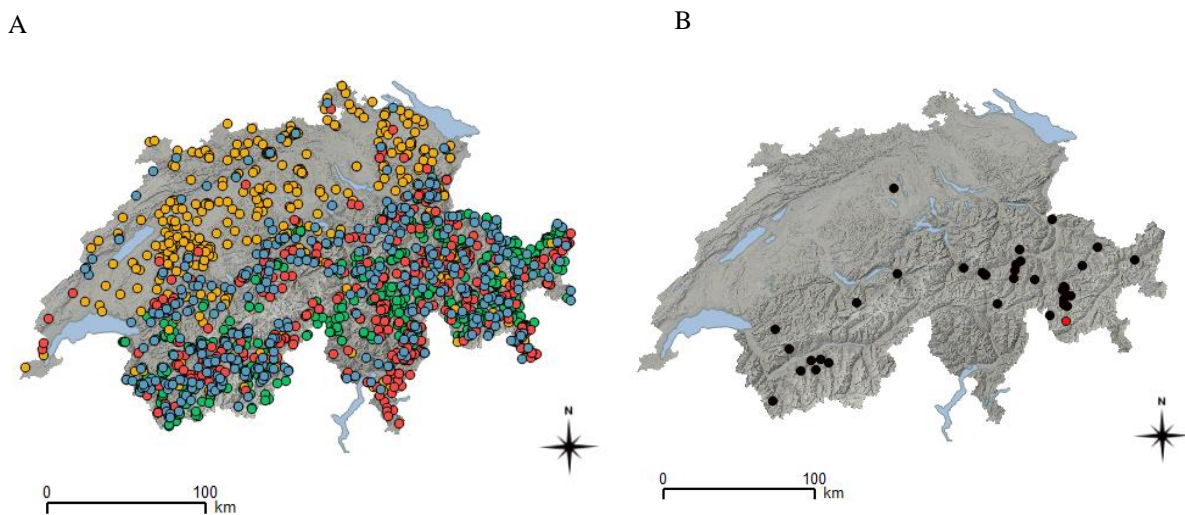




**Fig. 1 Lesioni degli unghioni di Stambecchi positivi per *D. nodosus***

Le due immagini in alto (A e B): Stambecco positivo per *D. nodosus*, ceppomaligno con ulcerazioni severe nello spazio interdigitale, decolorazione grigiastra e unghioni eccessivamente lunghi.

Le immagini in basso (C e D): Unghioni di uno stambecco positivo *D. nodosus*, ceppo benigno con unghioni eccessivamente lunghi e fissurati. (altre lesioni tipiche della zoppina non sono visibili nell'immagine).



**Fig. 2 Distribuzione (A) degli animali campionati e analizzati (B) degli animali positivi per *D. nodosus***

A: I punti colorati indicano le diverse specie: giallo: capriolo; rosso: cervo; blu: camoscio e verde: stambecco

B: I punti neri corrispondono ad animali con *D. nodosus* benigno e il punto rosso all'animale con *D. nodosus* maligno.