

Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum	14	131–146	St. Pölten 2001
--	----	---------	-----------------

Die Dispersion des Iltis *Mustela putorius* L., 1758 in der Kulturlandschaft: Sind Mikrosatelliten-Primer vom Mink *Mustela vison* SCHREBER, 1777 auf den Iltis übertragbar?

CHRISTIAN SEEBASS & RÜDIGER SCHRÖPFER

Schlüsselwörter: *Mustela putorius*, Iltis, *Mustela vison*, Mink, Mikrosatelliten, PCR
Keywords: *Mustela putorius*, polecat, *Mustela vison*, American mink, microsatellites, PCR

Zusammenfassung

Ohne Jagddruck durch den Menschen könnten wohl die meisten Kleinraubtiere in der Europäischen Kulturlandschaft überleben. Einige Arten jedoch stehen vor Problemen, vor allem auf Grund der „Verinselung“ ihrer Lebensräume. Dies trifft offensichtlich auch auf den Iltis zu, obwohl er durchaus die Merkmale eines „Kulturfolgers“ aufweist (u.a. hohe Reproduktionsstärke, breites Nahrungsspektrum, Nutzung anthropogener Lebensräume). Die Auswertungen von Jagdstrecken als einzig verfügbarer Datengrundlage geben trotz gebotener Vorsicht Hinweise darauf, dass der Iltis auch in potentiell geeigneten Gebieten keineswegs flächendeckend vorkommt. Unter Verknüpfung verschiedener biologischer Faktoren wird die Hypothese aufgestellt, dass sippenartige Populationsstrukturen entstehen, die durch eine gewisse Bindung der Individuen an den Geburtsort und eine (für das Frettchen *M.p. furo* nachgewiesene) Beutetierprägung aufrechterhalten werden. Um diese Hypothese zu prüfen, sollen daher Iltisse verschiedener Lokalitäten in Nordwestdeutschland mittels DNA-Analysen untersucht werden. Entsprechende spezifische PCR-Primer sind gegenwärtig für die Iltisse noch nicht verfügbar. Aufgrund der fehlenden Informationen über die Sequenzen genomischer Iltis-DNA wurde die Anwendbarkeit von sechs Mikrosatelliten-Primerpaaren getestet, die für den Mink entwickelt wurden. In der gegenwärtigen Analyse werden die ersten Ergebnisse der laufenden Studie präsentiert. Insgesamt erwiesen sich die Amplifikate in fünf der sechs Loci in hohem Maße reproduzierbar, jedoch erscheint das Niveau der individuellen Differenzierung anhand des untersuchten molekularen Markersystems als gering. Weitere Arbeiten müssen zusätzliche Marker-Loci und ein evaluiertes Detektionssystem einschließen.

Summary

Most of the European small carnivore species are able to survive in the cultivated landscape, if they are not persecuted by man. Only some of them meet problems, particularly by the ongoing fragmentation of habitats. This apparently is also true for the polecat. Analyses of hunting bags indicate a more clustered than an even dispersion pattern. This is in contrast to the fact that the polecat shows some characteristics of a species which may gain profit from synanthropy (i. e. use of man-made habitats, wide food spectrum, high reproduction rate). We hypothesize that polecats develop a demic population structure, maintained by a certain level of philopatry and imprinting on a prey preference. The latter was demonstrated in ferrets *M. p. furo*. It is aimed to test this hypothesis by DNA analyses in polecats from different localities of northwestern Germany. Specific PCR primers are still not available for this mustelid. Due to this, we tested the cross-species amplification of six microsatellite markers which were originally developed for the American mink. This paper shows the first results of this ongoing study. In total, amplification was highly reproducible in five of the six loci, but the level of individual differences seems to be low. Further work has to include other marker loci and an evaluated detection system.

1. Einleitung

Wird die Nachstellung durch den Menschen ausgeschlossen, können die meisten Raubtierarten in der Kulturlandschaft erfolgreich überleben. Nur wenigen, im weitesten Sinne spezialisierten Arten bereitet die anthropogene Landschaft Probleme, so z.B. dem Baumarder *Martes martes* (SCHRÖPFER et al. 1997) und dem Europäischen Nerz *Mustela lutreola* (SIDOROVICH 1992). Es sind vor allem solche, die sich die durch menschliche Aktivitäten anfallenden Produkte nicht nutzbar machen können. Ihre Populationen leiden vornehmlich unter der „Verinselung“ geeigneter Lebensräume.

Dies ist offenbar auch für *Mustela putorius* zutreffend. Der Iltis scheint in Teilen seines Areals kein Vorkommen mehr zu haben bzw. instabile Populationen zu bilden (LANGLEY & YALDEN 1977, WEBER 1992), obgleich er in seiner Nahrungswahl sehr flexibel (LODÉ 1990) und zudem außerordentlich reproduktionsstark ist (KING & MOORS 1979). Darüber hinaus nutzt diese Art wohl weniger geschlossene Waldgebiete als vielmehr Saumbiotope, die Strukturen der Kulturlandschaft sowie menschliche Siedlungen (WEBER 1989c). Dies wird, wie auch die in den vergangenen 150 Jahren beobachtete nordwärtige Arealerweiterung dieser Art, auf ihre Entwicklung im mediterranen Klima der Iberischen Halbinsel zurückgeführt (KALELA 1948, HEPTNER 1964, HEPTNER & NAUMOV 1974).

Der Iltis weist damit durchaus die Merkmale eines „Kulturfolgers“ auf (DANILOV & RUSAKOV 1980, WEBER 1988). Demgegenüber ist er jedoch in der Besiedlung der Landschaft bei weitem nicht so erfolgreich wie etwa der Steinmarder *Martes foina*, den manche Autoren hier als konkurrenzstärkere Art ansehen (EIBERLE & MATTER 1986). Die Auswertungen von Jagdstrecken als einzig verfügbarer Datengrundlage geben trotz gebotener Vorsicht Hinweise darauf, dass der Iltis in Mitteleuropa auch in potentiell geeigneten Gebieten keineswegs flächendeckend vorkommt. Sein Dispersionsmuster scheint eher durch höhere Ortsdichten bei spärlicher Flächendichte geprägt zu sein (POTT-DÖRFER et al. 1994). Nichtsdestoweniger ist die Annahme berechtigt, dass zumindest lokal durchaus hohe Abundanz erreicht werden können.

Dieses Siedlungsmuster ist bisher nicht mit den ethologischen Eigenarten des Iltis in Zusammenhang gesetzt worden. Erklärungen könnten dabei in der Ernährungsweise zu suchen sein. Der Literaturspiegel läßt den Iltis als einen streng karnivoren Generalisten erscheinen (NOVIKOV 1962, HEPTNER & NAUMOV 1974, ERLINGE 1986, WEBER 1987, LODÉ 1990, JEDRZEJEWSKI et al. 1993, LODÉ 1993), wobei jedoch lokal von Spezialisierungen berichtet wird (Anuren [WEBER 1989a, b] bzw. Wildkaninchen [ROGER 1991]). Seine Nahrungssuchstrategie ist ein bodengebundenes Stöbern (WEBER 1987). Dabei werden vornehmlich Beutetiere aufgenommen, die sich kaum entziehen können (z. B. Erdkröten) oder auf Grund ihres eigenen Verhaltens erreichbar werden (z. B. juvenile und adulte Wildkaninchen in der Bauanlage). Entsprechend dieser Strategie zeigt der Iltis ein ausgeprägtes Grabeverhalten (SCHREIBER 1991). Zudem läuft, wie insbesondere für das Frettchen *M. p. furo* nachgewiesen, in der frühen Ontogenese sehr wahrscheinlich eine Beuteprägung ab (EIBL-EIBESFELD 1956, APFELBACH 1973, 1986).

Unter Verknüpfung dieser Faktoren mit dem stark ausgeprägten Sexualdimorphismus zugunsten der Rüden (NATSCH 1996, RECKER 1998) wird die Hypothese aufgestellt, dass sippenartige Populationsstrukturen entstehen, die durch eine gewisse Bindung der Individuen an den Geburtsort sowie eine durch Prägung erworbene Beutetierpräferenz aufrechterhalten werden und zu einem kumulativen Siedlungsmuster führen (vgl. auch SCHRÖPFER et al. 2000). Dabei sollten die Fähen eine geringere Tendenz zur Dismigration aufweisen und die Sippenbildung über die Aufzucht der Jungtiere stabilisieren. Solche Deme sollten sich auf der Ebene der DNA nachweisen lassen. Zu erwarten wäre dabei, dass die genetische Ähnlichkeit innerhalb eines Dems ausgeprägter ist als zwischen getrennten Demen. Um diese Hypothese zu prüfen, sollen Iltisse verschiedener Lokalitäten in Nordwestdeutschland untersucht werden. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, über die Ergebnisse der Vorversuche zur Übertragbarkeit von Mink-Mikrosatelliten-Primern auf den Iltis zu berichten.

2. Material und Methode

Die Anwendung der spezifisch arbeitenden Mikrosatelliten-Analyse wird in der Regel erst durch umfangreiche Sequenzinformationen über das Genom der Zielart ermöglicht, mit deren Hilfe diese repetitiven DNA-Abschnitte identifiziert werden (vgl. O'CONNELL & WRIGHT 1997, LUNT et al. 1999). Da solche Daten für den Iltis bisher nicht veröffentlicht wurden, kamen alternativ Primer für sechs Mikrosatelliten-Loci zum Einsatz, die für *Mustela vison* entwickelt wurden (Loci: Mvi39, Mvi57, Mvi87, Mvi111, Mvi114 und Mvi219; O'CONNELL et al. 1996). Diese Entscheidung beruhte auf der Grundlage, dass in jüngerer Zeit mehrfach die erfolgreiche Anwendung von Mikrosatelliten-Primern auch über die Artenebene hinaus bestätigt wurde (vgl. Kap. 4).

Zur DNA-Gewinnung wurden Blutproben von 1,1 Iltissen und deren Nachkommen herangezogen (Zuchttiere, Universität Osnabrück). Darüber hinaus dienten 1,1 Amerikanische Minke (Wurfgeschwister) als Kontrollgruppe. Die Proben wurden jeweils unter Sedation durch Punktierung der Armvene entnommen. Die Extraktion der DNA erfolgt mittels des PUREGENE BLOOD KIT (BIOZYM) auf der Basis eines modifizierten Protokolls von MILLER et al. (1988). Nach Adaptation der PCR-Konditionen von O'CONNELL et al. (1996) setzte sich jeder Reaktionsansatz aus 3mM MgCl₂, 80mM KCl, 240µM dNTP, 0,4µM jedes Primers, 1U Taq-Polymerase mit Enzympuffer (EUROGENTEC) und Template-DNA in jeweils anzupassender Menge zusammen und wurde mit sterilem Wasser auf ein Endvolumen von 25µl eingestellt. Die Komponenten (ohne Template, Taq-Polymerase und ggf. Salze) wurden dabei als Mastermix angesetzt und anschließend aliquotiert. Die Amplifikation erfolgte in einem Thermocycler (BIOMETRA) unter hotstart-Bedingungen, wobei in jedem Versuch zwei Leerkontrollen durchgeführt wurden (zu den Temperaturzyklen s. Tab. 1). Die Auftrennung der Amplifikate erfolgte mit Hilfe der Polyacrylamid-Gelelektrophorese bei anschließender Detektion der DNA durch Silbernitratfärbung. Ein 123bp-ladder (GIBCO BRL, LIFE TECHNOLOGIES) diente zur Abschätzung der PCR-Produktgrößen.

In einer Reihe von Evaluationsexperimenten wurden die Reaktionsbedingungen variiert, um ihren Einfluss auf die Amplifikation zu testen. Die vorliegende Arbeit stellt vornehmlich die Versuche zum Einfluss verschiedener Thermocycler-Programme (Standard vs. touchdown, vgl. Tab 1) vor. Die touchdown-PCR diente dazu, die Spezifität der Reaktion im Vergleich zur Standard-PCR zu erhöhen und Nebenprodukte weitestgehend zu vermeiden. Jeweils zwei mit dem gleichen Mastermix hergestellte Reaktionsansätze pro Individuum wurden dazu diesen unterschiedlichen Temperaturbedingungen ausgesetzt. Exemplarisch wird zudem die Wirkung unterschiedlicher Salzkonzentrationen (KCl, MgCl₂) auf die Reaktion gezeigt. In diesen Versuchen variierte die Konzentration von MgCl₂ zwischen 1 –

4 mM (Schrittweite: 0,5mM), jene von KCl von 40 – 100mM (Schrittweite: 10mM).

Standard-Programm				touchdown-Programm			
Abschnitt	T. [°C]	Dauer [min]	Zyklen (n)	Abschnitt	T. [°C]	Dauer [min]	Zyklen (n)
0	94	5	-	0	94	5	-
1	94	1	32	1	94	1	3
2	55	1		2	65	1	
3	72	1		3	72	1	
4	4	unendlich	-	4	94	1	3
				5	63	1	
				6	72	1	
				7	94	1	3
				8	61	1	
				9	72	1	
				10	94	1	3
				11	59	1	
				12	72	1	
				13	94	1	3
				14	57	1	
				15	72	1	
				16	94	1	30
				17	55	1	
				18	72	1	
				19	4	unendlich	-

Tab. 1: Getestete Thermocycler-Programme am Beispiel einer Primer-Annealing-Temperatur von 55 °C

3. Ergebnisse

3.1 Standard-PCR vs. touchdown-PCR

Für fünf der sechs getesteten Mikrosatelliten-Loci erwies sich die PCR als in hohem Maße reproduzierbar. Die Anwendung des touchdown-Programmes wirkte sich lediglich positiv auf die Produktmengen aus, erbrachte jedoch keine Veränderungen im Muster der Banden, deren Größe im Folgenden in bp (Basenpaare) angegeben wird.

Hinsichtlich des Locus Mvi39 (Abb. 1) zeigten die Iltis-Individuen Produkte zwischen ca. 100bp und 369bp, die der Mink-Individuen lagen zwischen ca. 123bp und ca. 300bp. Vor allem im Längenbereich oberhalb von 123bp handelte es sich offenbar um multiple Banden. Die ausgeprägtesten und hier als Hauptprodukte interpretierten Banden lagen für die Iltisse zwischen ca. 100bp und 123bp, für die Minke bei ca. 123bp. Dabei ergaben sich jeweils innerhalb der beiden Tiergruppen keine offensichtlichen individuellen Unterschiede.

Der Locus Mvi57 (Abb. 2) erbrachte für die Iltis-Individuen äußerst gleichartige Bandenmuster, wobei die Hauptprodukte wiederum zwischen ca. 100bp und 123bp lagen. Für die Minke fanden sich eindeutige individuelle Unterschiede: Die

Hauptprodukte der Fähe ähnelten denen der Iltisse, während die des Rüden in der Länge stark variierten (von ca. 100bp bis ca. 246bp).

Die Ergebnisse für den Locus Mvi87 erschienen im Sinne der Fragestellung als vielversprechend. Die Hauptbanden der Iltisse (ca. 70bp bis ca. 100bp) waren z. T. nur schwach ausgeprägt, ließen jedoch deutliche individuelle Unterschiede erkennen. Die Minke wies Hauptprodukte ganz ähnlicher Größe auf, wobei Rüde und Fähe ebenfalls unterschieden werden konnten (s. Abb. 3).

Locus Mvi111 (Abb. 4) ergab für die Iltis-Individuen Hauptbanden in einer Größe von ca. 100bp bis 123bp. Individuelle Unterschiede waren nur ansatzweise ersichtlich. Die ausgeprägtesten Banden der Mink-Individuen waren klein (ca. 80bp bis ca. 100bp) und gleichartig. Bei der Mink-Fähe ließ sich jedoch zudem eine weitere Doppelbande (ca. 240bp) feststellen, die als Mikrosatellitenprodukt interpretiert werden könnte.

Der Locus Mvi114 konnte bei keinem der bislang untersuchten Iltis-Individuen nachgewiesen werden. Auch bei Einsatz von Mink-DNA ergab die PCR nur äußerst schwache Produkte zwischen ca. 70bp und 123bp. Individuelle Unterschiede waren nur andeutungsweise feststellbar.

Als einzige Ausnahme lieferte der Locus Mvi219 mit den hier verwendeten Methoden nur für Doppelansätze in derselben PCR reproduzierbare Ergebnisse (s. u. und Abb. 6), wohingegen die Amplifikate verschiedener Reaktionen z.T. stark divergierten. Es war festzustellen, dass sich das Erscheinen nicht reproduzierbarer Banden vornehmlich auf den Größenbereich oberhalb von 246bp beschränkte. Die vermutlichen Hauptprodukte waren hingegen stets nachzuvollziehen. Sie lagen im Falle der Minke zwischen ca. 150bp und 246bp, mit einem weiteren Schwerpunkt bei ca. 100bp. Die Iltis-Individuen zeigten ähnliche Hauptbanden, zusätzlich jedoch eine weitere Bande bei ca. 70 – 80bp. Sowohl für die Minke als auch für die Iltisse schienen keine individuellen Unterschiede vorzuliegen.

3.2 Einfluss unterschiedlicher Salzkonzentrationen

Das Fazit der Versuche bei variierenden Konzentrationen von KCl bzw. $MgCl_2$ (hier am Beispiel des Locus Mvi111, Abb. 5) war ein nur gradueller Einfluss der veränderten Reaktionsbedingungen. Stärker wirkten sich jene im Falle des Locus Mvi219 (Abb. 6) aus. Dort betraf die Wirkung des $MgCl_2$, insbesondere aber die des KCl vor allem die kürzeren Banden unterhalb von 246bp. Steigende Salzkonzentrationen ließen diese Produkte stärker hervortreten, änderten aber auch hier das Muster der Banden nicht qualitativ.

4. Diskussion

Die hier beschriebenen Versuche erfolgten unter dem Aspekt der Methodenfindung. Für die Überprüfung der oben formulierten Hypothese sind möglichst große Stichproben von entscheidender Bedeutung, die vor allem über die Jagdstrecken zu erlangen sind. Dafür ist es notwendig, den Aufwand für die Aufbewahrung der Iltisse bis zur Verarbeitung so gering wie möglich zu halten. Aus diesen Gründen sollte die Anwendbarkeit der Mikrosatelliten-Analyse getestet werden, die zunehmend an Bedeutung gewinnt (BRUFORD & WAYNE 1993, WRIGHT & BENTZEN 1994, O'CONNELL & WRIGHT 1997).

Die Vorteile dieser Methode gegenüber dem DNA-fingerprinting liegt in der geringeren Menge einzusetzender Proben-DNA. Zur Durchführung des DNA-fingerprinting ist zudem ebenso wie im Falle der RAPD-PCR hochmolekulare DNA notwendig. Nachteilig sind die detaillierten Informationen, die über das Genom der zu untersuchenden Art vorliegen müssen. Dies ist noch immer nur für relativ wenige Wildtierarten gegeben. Jedoch kommt eine wachsende Anzahl von Studien zu dem Schluss, dass Mikrosatelliten-Primer auch artübergreifend erfolgreich eingesetzt werden können. Dies wurde bereits für diverse Taxa bestätigt (u. a. COLTMAN et al. 1996 [Pinnipedia], O'CONNELL et al. 1996 [Carnivora], GIRMAN et al. 1997 [Carnivora], JONES & AVISE 1997 [Pisces], PETIT et al. 1997 [Bovidae], SURRIDGE et al. 1997 [Lagomorpha], BALLOUX et al. 1998 [Insectivora], BURLAND et al. 1998 [Chiroptera], DAVIS & STROBECK 1998 [Carnivora], FIELD et al. 1998 [Primates], NÜRNBERG et al. 1998 [Primates]). Zum Zeitpunkt der Versuche standen für keine der europäischen *Mustela*-Arten die für ein Primerdesign notwendigen Daten zur Verfügung. Daher wurden für die Tests die von O'CONNELL et al. (1996) beschriebenen Mikrosatelliten-Loci des Minks gewählt.

Für die Diskussion der Ergebnisse können derzeit nur die Resultate von O'CONNELL et al. (1996) herangezogen werden. Die von diesen Autoren festgestellten Allelgrößen sind der Tab. 2 zu entnehmen. Ein Vergleich jener Werte mit den eigenen Ergebnissen zeigt, dass die hier getesteten Mink- und ebenso die Iltis-Individuen in der Regel Hauptbanden ähnlicher Größe aufwiesen (Kap. 3 und Abb. 1–4). Darüber hinaus wurden weitere Versuche zur Evaluation der PCR unternommen, in denen der Einfluss der Anzahl der Temperaturzyklen, der Annealing-Tem-

Tab. 2: Allelgrößenvariationen der hier getesteten Mikrosatelliten-Loci vom Mink (aus O'CONNELL et al. 1996; bp: Basenpaare)

Mikrosatelliten-Locus	Variationsbreite der Allelgrößen
Mvi39	112 – 124 bp
Mvi57	90 – 104 bp
Mvi87	81 – 87 bp
Mvi111	89 – 106 bp
Mvi114	70 – 88 bp
Mvi219	164 – 180 bp

peratur sowie anderer DNA-Polymerasen (BioTHERM und SYNERGY; GENECRAFT) überprüft wurde (in Vorb.). In jedem Falle blieben Anzahl und Ausprägung der PCR-Produkte gleich. Die Reaktionsbedingungen und Amplifikationsergebnisse lassen sich demnach offensichtlich nicht weiter optimieren.

Dieses Bild und die hohe Reproduzierbarkeit der PCR lassen die Annahme zu, dass die ausgewählten Mikrosatelliten-Loci mit Ausnahme von Mvi114 und Mvi219 auch beim Iltis amplifiziert werden können. Negativ erscheint hingegen die meist ausgeprägte Gleichartigkeit der Bandenmuster innerhalb der Iltis-Gruppe. Diese Ähnlichkeit steht möglicherweise jedoch nicht mit einem mangelnden Polymorphiegrad sondern mit der Rezeptur der hier verwendeten Polyacrylamidgele in Zusammenhang. Da die Polymorphismen der Mikrosatelliten in der Regel nicht auf Änderungen der Basensequenz sondern auf variierenden Anzahlen an Untereinheiten beruhen, muss die Auftrennung der Banden eine entsprechende Schärfe aufweisen. Weitere Versuche mit veränderter Geldichte sollen dieses Problem untersuchen. Darüber hinaus ist geplant, weitere Mikrosatelliten-Loci für den Mink (BRUSGAARD et al. 1998a,b,c, FLEMING et al. 1999) sowie solche für das Hermelin *Mustela erminea* (FLEMING et al. 1999) in die Tests mit einzubeziehen.

Danksagung:

Die Autoren danken Dr. M. FLEMING (Seattle, USA), Dr. O. HENEGARIU (New Haven, USA), Dr. O. KNOBLOCH (SEQLAB GmbH, Göttingen) und Dr. J. M. WRIGHT (Halifax, Kanada) für ihre wertvollen Hinweise zur Durchführung und Optimierung der Mikrosatelliten-PCR. Die vorliegende Untersuchung wurde durch ein Stipendium des EVANGELISCHEN STUDIENWERKES e. V. VILLIGST (Schwerte) gefördert.

5. Literatur

- APFELBACH, R. (1973): Olfactory Sign Stimulus for Prey Selection in Polecats (*Putorius putorius* L.). - Z. Tierpsychol. 33: 270-273
- APFELBACH, R. (1986): Imprinting on prey odours in ferrets (*Mustela putorius* f. *furo* L.) and its neural correlates. - Behav. Processes 12: 363-381
- BALLOUX, F., ECOFFEY, E., FUMAGALLI, L., GOUDET, J., WYTTENBACH A. & HAUSSER, J. (1998): Microsatellite conservation, polymorphism and GC content in shrews of the genus *Sorex* (Insectivora, Mammalia). - Mol. Biol. Evol. 15: 473-475
- BRUFORD, M.W. & WAYNE, R.K. (1993): Microsatellites and their application to population genetic studies. - Current Opinion in Genetics and Development 3: 939-943
- BRUSGAARD, K., HOLM, L. E. & LOHI, O. (1998a): Two polymorphic mink (*Mustela vison*) dinucleotide repeat loci. - Anim. Genet. 29: 468-469
- BRUSGAARD, K., MALCHENKO, S.N., CHRISTENSEN, K., LOHI, O. & KRUSE, T. (1998b): A polymorphic mink (*Mustela vison*) dinucleotide repeat. - Anim. Genet. 29: 467
- BRUSGAARD, K., SHUKRI, N., MALCHENKO, S.N., LOHI, O., CHRISTENSEN, K. & KRUSE, T. (1998c): Three polymorphic mink, *Mustela vison*, dinucleotide repeats. - Anim. Genet. 29: 153
- BURLAND, T. M., BARRAT, E.M. & RACEY, P.A. (1998): Isolation and characterization of microsatellite loci in the brown long-eared bat, *Plecotus auritus*, and cross-species amplification within the family Vespertilionidae. - Mol. Ecol. 7: 133-140

- COLTMAN, D.W., BOWEN, W.D. & WRIGHT, J.M. (1996): PCR primers for harbour seal (*Phoca vitulina concolor*) microsatellites amplify polymorphic loci in other pinniped species. - Mol. Ecol. 5: 161-163
- DANILOV, P.I. & RUSAKOV, O.S. (1980): The ecology of the polecat, *Mustela putorius*, in north-western European Russia. - In: Biology of Mustelids - Some Soviet Research, Vol. 2, ed. C.M. KING. DISR Bull. 227, Wellington, New Zealand: 24-34
- DAVIS, C.S. & STROBECK, C. (1998): Isolation, variability and cross-species amplification of polymorphic microsatellite loci in the family Mustelidae. - Mol. Ecol. 7: 1776-1778
- EIBERLE, K. & MATTER, J.F. (1986): Neue Erkenntnisse zur Abundanzdynamik einiger Haarwildarten. - Schweiz. Z. Forstwes. 137: 777-787
- EIBL-EIBESFELD, I. (1956): Angeborenes und Erworbenes in der Technik des Beutetötens (Versuche am Iltis, *Putorius putorius* L.). - Z. Säugetierkunde 21: 135-137
- ERLINGE, S. (1986): Specialists and generalists among the Mustelids. - Lutra 29: 5-11
- FIELD, D., CHEMNICK, L., ROBBINS, M., GARNER, K. & RYDER, O. (1998): Paternity determination in captive lowland gorillas and orangutans and wild mountain gorillas by microsatellite analysis. - Primates 39: 199-209
- FLEMING, M.A., OSTRANDER, E.A. & COOK, J.A. (1999): Microsatellite markers for American mink (*Mustela vison*) and ermine (*Mustela erminea*). - Mol. Ecol. 8: 1352-1354
- GIRMAN, D.J., MILLS, M.G.L., GEFFEN, E. & WAYNE, R.K. (1997): A molecular genetic analysis of social structure, dispersal and interpack relationships of the African wild dog (*Lycaon pictus*). - Behav. Ecol. Sociobiol. 40: 187-198
- HEPTNER, V.G. (1964): Über die morphologischen und geographischen Beziehungen zwischen *Mustela putorius* und *M. eversmanni*. - Z. Säugetierkunde 29: 321-330
- HEPTNER, V.G. & NAUMOV, N.P. (Hrsg.) (1974): Die Säugetiere der Sowjetunion, Bd. 2. Jena
- JEDRZEJEWSKI, W., JEDRZEJEWSKA, B. & BRZEZINSKI, M. (1993): Winter habitat selection and feeding habits of polecats (*Mustela putorius*) in the Bialowieza National Park, Poland. - Z. Säugetierkunde 58: 75-83
- JONES, A.G. & AVISE, J.C. (1997): Polygynandry in the Dusky pipefish *Syngnathus floridae* revealed by microsatellite DNA markers. - Evolution 51: 1611-1622
- KALELA, O. (1948): Hillerin levinneisyiden muutoksista suomessa (Changes in the distribution of the polecat in Finland). - Suomen Riista 2: 77-96
- KING, C.M. & MOORS, P.J. (1979): The life-history tactics of mustelids, and their significance for predator control and conservation in New Zealand. - New Zealand Journal of Zoology 6: 619-622
- LANGLEY, P.J.W. & YALDEN, D.W. (1977): The decline of the rarer carnivores in Great Britain during the nineteenth century. - Mammal Rev. 7: 95-116
- LODÉ, T. (1990): Variations saisonnières de l'alimentation d'un petit carnivore, le Putois dans le Marais Poitevin. - Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Maritime 7: 1073-1080
- LODÉ, T. (1993): Diet composition and habitat use of sympatric Polecat and American Mink in western France. - Acta theriol. 38: 161-166
- LUNT, D.H., HUTCHINSON, W.F. & CARVALHO, G.R. (1999): An efficient method for PCR-based isolation of microsatellite arrays (PIMA). - Mol. Ecol. 8: 891-894
- MILLER, S.A., DYKES, D.D. & POLESKY, H.F. (1988): A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. - Nucleic Acids Research 16: 1215
- NATSCH, K. (1996): Craniometrische Untersuchungen zum Größendimorphismus in einer Population des Iltis' *Mustela putorius* L., 1758 aus Nordwestdeutschland. - Staatsexamensarbeit Universität Osnabrück
- NOVIKOV, G.A. (1962): Carnivorous mammals of the fauna of the USSR. Jerusalem (Israel Program for Scientific Translation)
- NÜRNBERG, P., SAUERMAN, U., KAYSER, M., LANFER, C., MANZ, E., WIDDIG, A., BERARD, J., BERCOVITČI, F.B., KESSLER, M., SCHMIDTKE, J. & KRAWCZAK, M. (1998): Paternity assessment in Rhesus macaques (*Macaca mulatta*): Multilocus DNA fingerprinting and PCR marker typing. - American Journal of Primatology 44: 1-18

- O'CONNELL, M., WRIGHT, J.M. & FARID, A. (1996): Development of PCR primers for nine polymorphic American mink *Mustela vison* microsatellite loci. - Mol. Ecol. 5: 311-312
- O'CONNELL, M. & WRIGHT, J.M. (1997): Microsatellite DNA in fishes. - Rev. Fish Biol. Fish. 7: 331-363
- PETIT, E., AULAGNIER, S., VAIMAN, D., BOUISSOU, C. & CROUAU-ROY, B. (1997): Microsatellite variation in an introduced mouflon population. - J. Hered. 88: 517-520
- POTT-DÖRFER, B., HECKENROTH, H. & RABE, K. (1994): Zur Situation von Feldhamster, Baumarder und Iltis in Niedersachsen. Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs. 32: 1-62
- RECKER, K. (1998): Craniometrische Analyse zur Bedeutung des Größendimorphismus beim Steinmarder *Martes foina* (ERXLEBEN 1777) in einem interspezifischen Vergleich mit *Martes martes* (L., 1758) und *Mustela putorius* L., 1758. - Staatsexamensarbeit Universität Osnabrück
- ROGER, M. (1991): Régime et disponibilités alimentaires chez le Putois (*Mustela putorius* L.). Rev. Ecol. (Terre Vie) 46: 245-261
- SCHREIBER, C. (1991): Eine vergleichende funktionsmorphologische Untersuchung zum Lokomotionsverhalten der drei marderartigen *Martes martes*, *Martes foina* und *Mustela putorius* (Carnivora, Mustelidae). Diplomarbeit Universität Osnabrück
- SCHRÖPFER, R., BODENSTEIN, C. & SEEBASS, C. (2000): Der Räuber-Beute-Zusammenhang zwischen dem Iltis *Mustela putorius* L., 1758 und dem Wildkaninchen *Oryctolagus cuniculus* (L., 1758). - Z. Jagdwiss. 46: 1-13
- SCHRÖPFER, R., WIEGAND, P. & HOGREFE, H. (1997): The implications of territoriality for the social system of the European pine marten *Martes martes* (L., 1758). - Z. Säugetierkunde 62: 209-218
- SIDOROVICH, V.E. (1992): Gegenwärtige Situation des Europäischen Nerzes (*Mustela lutreola*) in Belorussland. Hypothese seines Verschwindens. - Semiaquatische Säugetiere (1992), Wiss. Beitr. Univ. Halle 1992: 316-328
- SURRIDGE, A.K., BELL, D.J., RICO, C. & HEWITT, G.M. (1997): Polymorphic microsatellite loci in the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) are also amplified in other lagomorph species. - Animal Genetics 28: 302-305
- WEBER, D. (1987): Zur Biologie des Iltisses (*Mustela putorius* L.) und den Ursachen seines Rückganges in der Schweiz. - Inaug.-Diss. Phil.-Naturwiss. Fak. Univ. Basel
- WEBER, D. (1988): Experiments on Microhabitat Preference of Polecats. - Acta theriol. 33: 403-413
- WEBER, D. (1989a): Foraging in polecats (*Mustela putorius* L.) of Switzerland: the case of a specialist anuran predator. - Z. Säugetierkunde 54: 377-392
- WEBER, D. (1989b): The diet of polecats (*Mustela putorius* L.) in Switzerland. - Z. Säugetierkunde 54: 157-171
- WEBER, D. (1989c): The ecological significance of resting sites and the seasonal habitat change in polecats (*Mustela putorius*). - J. Zool. Lond. 217: 629-638
- WEBER, D. (1992): Einige Daten zur Größe und Kondition schweizerischer Iltisse *Mustela putorius* L. - Säugetierkundl. Mitt. 34: 1-9
- WRIGHT, J.M. & BENTZEN, P. (1994): Microsatellites: genetic markers for the future. - Rev. Fish Biol. Fish. 4: 384-388

Authors' address:

Dipl. Biol. Christian SEEBASS
Prof. Dr. Rüdiger SCHRÖPFER

FB Biologie/Chemie – Abt. Ethologie
Universität Osnabrück, Barbarastr. 11
D-49069 Osnabrück, Germany
E-mail:
seebass@biologie.uni-osnabrueck.de
schroepfer@biologie.uni-osnabrueck.de

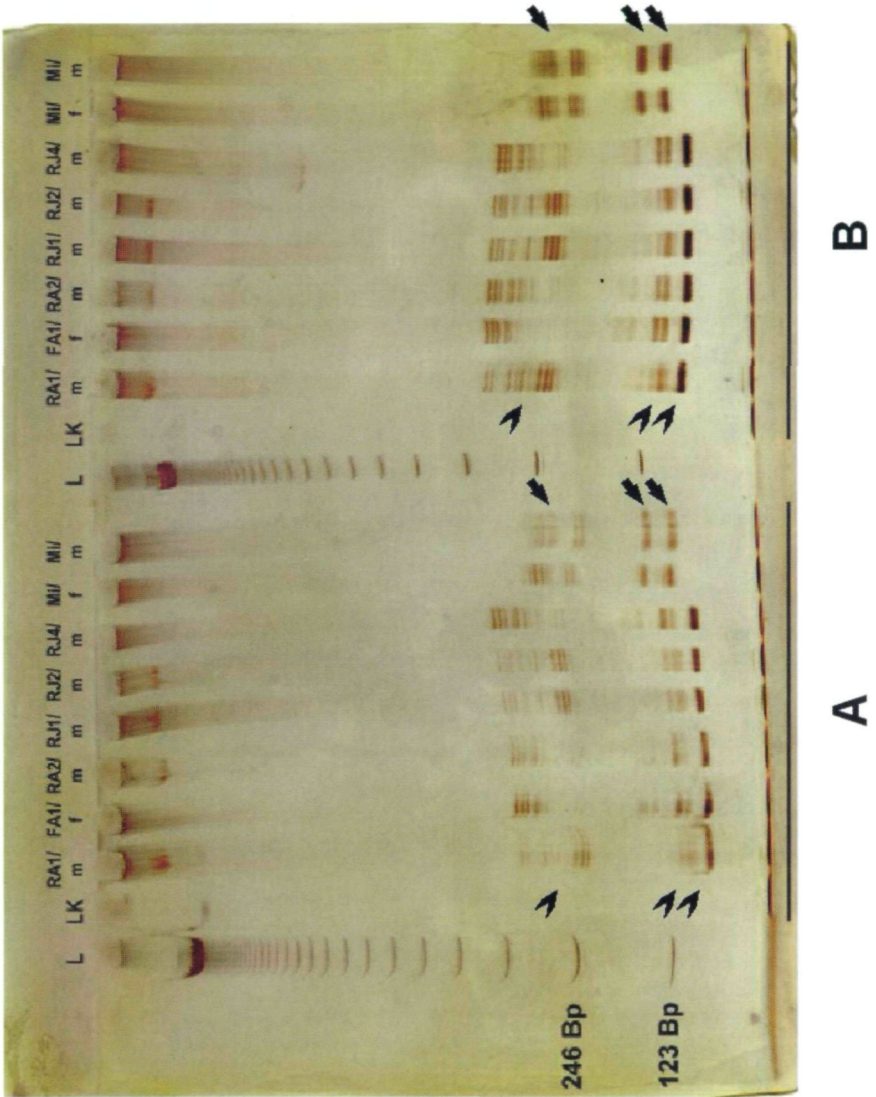


Abb. 1: PCR-Resultate für den Locus Mvi39:

A) Standard-Programm, B) touchdown-Programm (vgl. Tab. 1). RA2: Iltisrüden, FA1: Iltisfähe, RJ1-RJ4: Iltis-Jungrüden, Mi/f: Minkfähe, Mi/m: Minkrüde, L: ladder, LK: Leerkontrolle, Bp: Basenpaare; Pfeile: Mink-Banden, Pfeilköpfe: Iltis-Banden

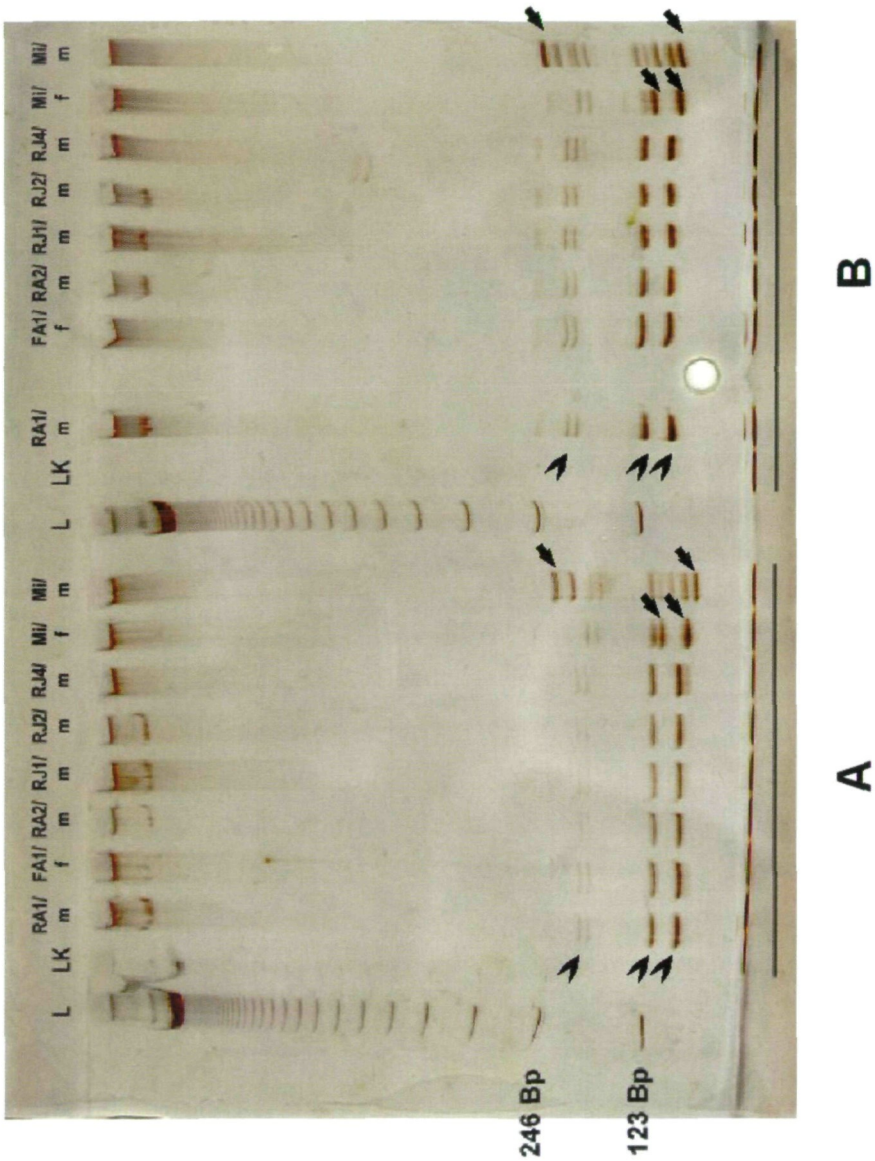


Abb. 2: PCR-Resultate für den Locus Mvi57:

A) Standard-Programm, B) touchdown-Programm (vgl. Tab. 1). Legende wie Abb. 1

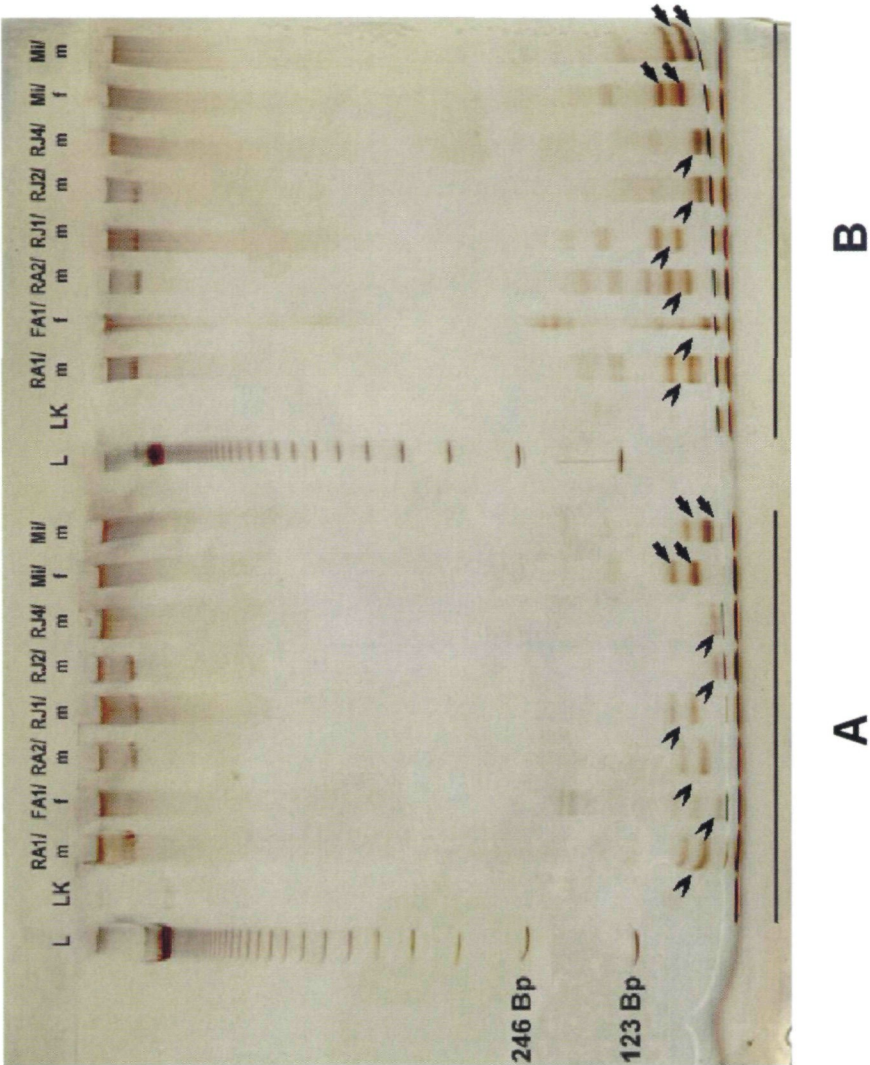


Abb. 3: PCR-Resultate für den Locus Mvi87:
A) Standard-Programm, B) touchdown-Programm (vgl. Tab. 1). Legende wie Abb. 1

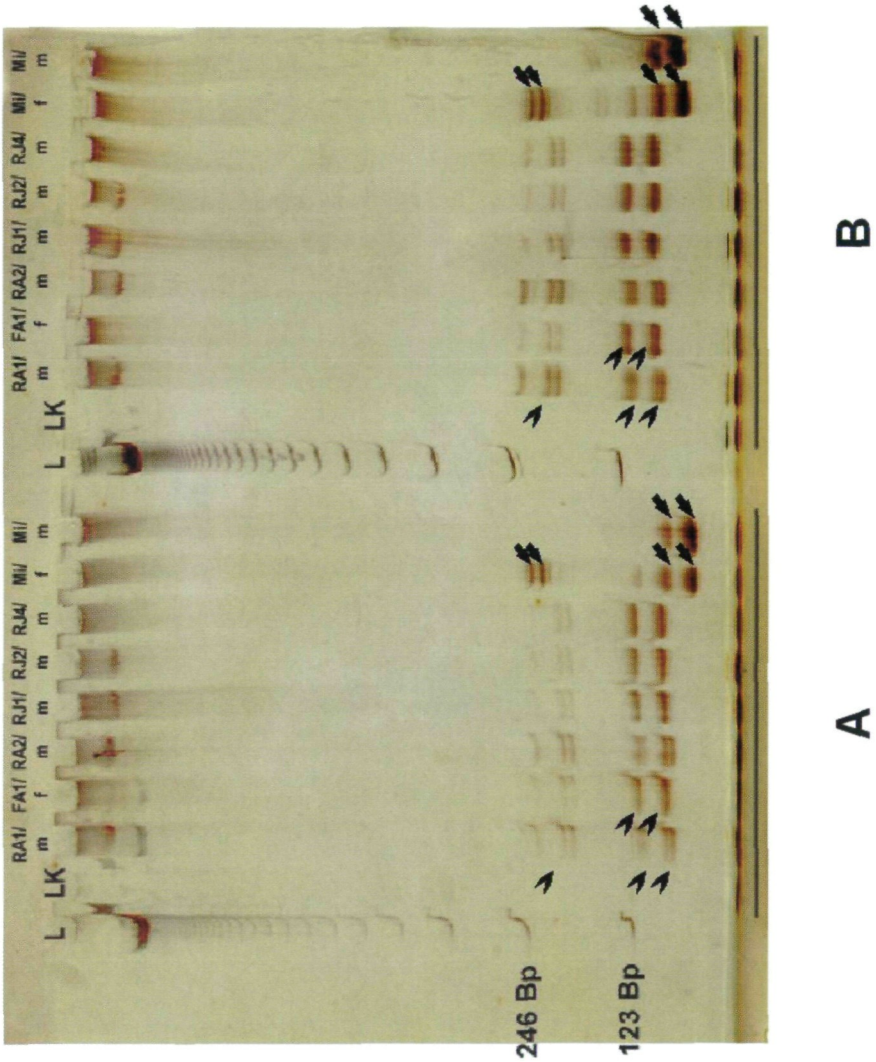


Abb. 4: PCR-Resultate für den Locus Mvi111:
A) Standard-Programm, B) touchdown-Programm (vgl. Tab. 1). Legende wie Abb. 1

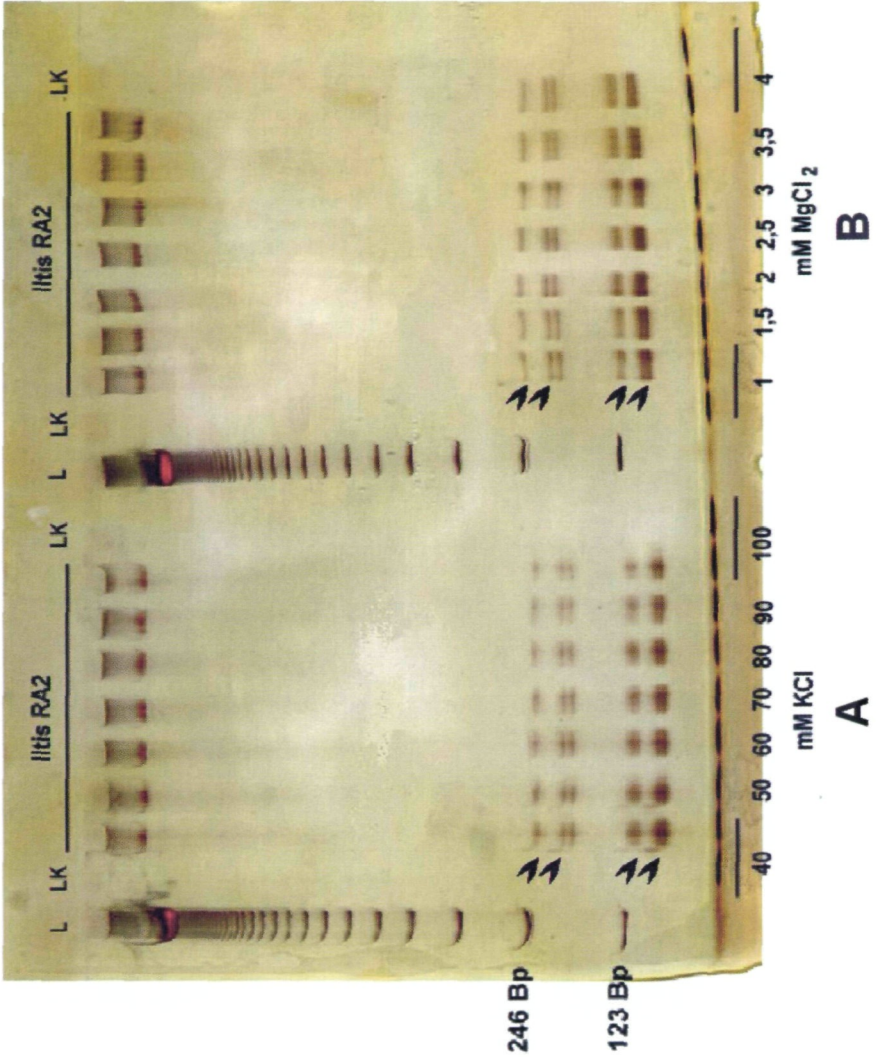


Abb. 5: Einfluss der Salzkonzentrationen am Beispiel des Locus Mvi111: A) KCl-Konzentration (40 – 100 mM, Schrittweite 10mM), B) MgCl₂-Konzentration (1 – 4 mM, Schrittweite 0,5 mM). RA2: Iltisrüde, L: ladder, LK: Leerkontrolle, Bp: Basenpaare

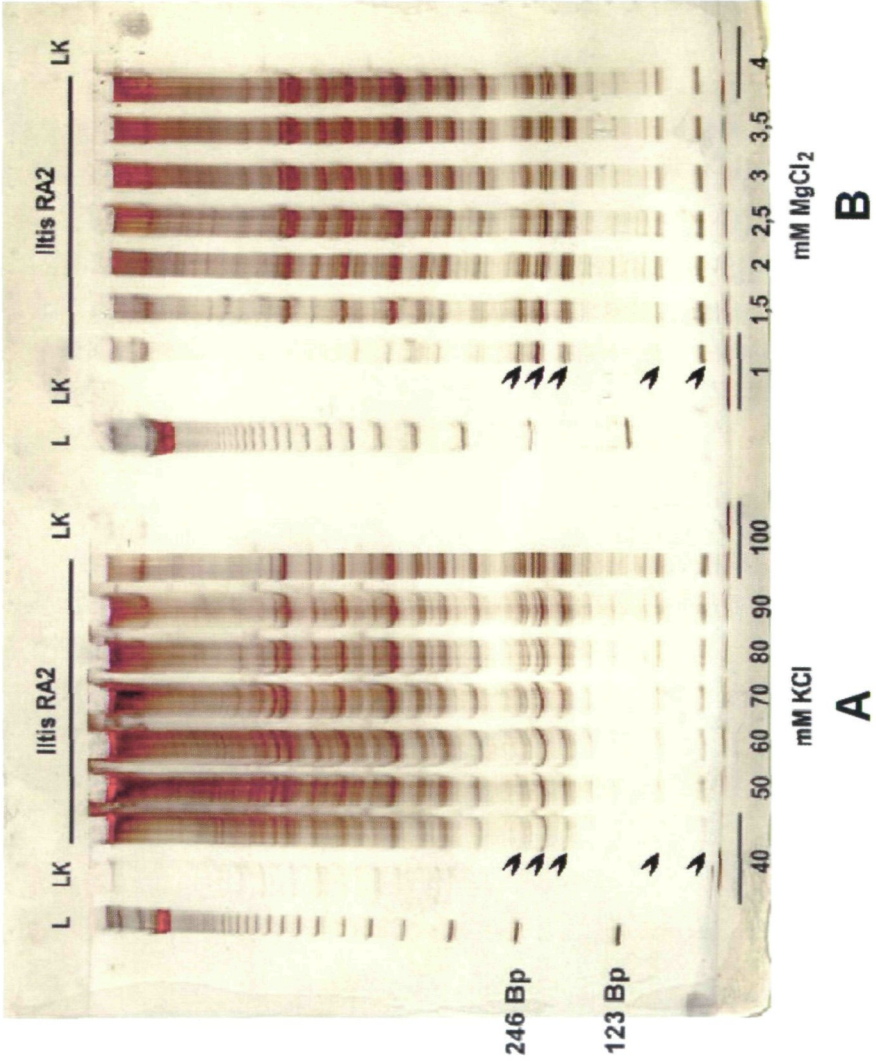


Abb. 6: Einfluss der Salzkonzentrationen am Beispiel des Locus Mvi219: A) KCl-Konzentration (40 – 100 mM, Schrittweite 10 mM), B) MgCl₂-Konzentration (1 – 4 mM, Schrittweite 0,5mM). Legende wie Abb. 5

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Seebass Christian, Schröpfer Rüdiger

Artikel/Article: [Die Dispersion des Iltis *Mustela putorius* L., 1758 in der Kulturlandschaft: Sind Mikrosatelliten-Primer vom Mink *Mustela vison* SCHREBER, 1777 auf den Iltis übertragbar? \(N.F. 436\) 131-146](#)