

Rolf Holderegger (Hrsg.)
Gernot Segelbacher (Hrsg.)

Naturschutzgenetik

Naturschutzgenetik

Ein Handbuch für die Praxis

Rolf Holderegger (Hrsg.)

Gernot Segelbacher (Hrsg.)

Niko Balkenhol

Iris Biebach

Janine Bolliger

Felix Gugerli

Axel Hochkirch

Lukas Keller

Alex Widmer

Frank Zachos

Haupt Verlag



Die Drucklegung des Buches wurde unterstützt durch die
WSL Eidgenössische Forschungsanstalt, Birmensdorf, Schweiz

Umschlagabbildungen

Vorne: Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum*)

Hinten: Wildkatze (*Felis sylvestrus*)

Gestaltungskonzept: René Tschirren, Haupt Verlag

Satz: Die Werkstatt Medien Produktion, D-Göttingen

1. Auflage: 2016

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-258-07929-5

Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2016 Haupt Bern

Jede Art der Vervielfältigung ohne Genehmigung des Verlages ist unzulässig.

Printed in Germany

www.haupt.ch

Inhalt

Vorwort	11
1 Warum Genetik im Naturschutz	13
1.1 Genetik im Naturschutz	15
1.2 Themen der Naturschutzgenetik	16
1.3 Vielfalt und Ablauf naturschutzgenetischer Untersuchungen	21
1.4. Zukunft der Naturschutzgenetik	23
2 Genetische Vielfalt	25
2.1 Biologische Vielfalt	27
2.2 Bedeutung genetischer Vielfalt	27
2.3 Das Problem kleiner Populationen	30
2.4 Wie bestimmt man Allele?	33
2.4.1 Neutrale genetische Marker: Mikrosatelliten	34
2.4.2 Adaptive genetische Marker: DNA-Sequenzen von Genen und SNPs	35
2.5 Kennwerte genetischer Vielfalt	36
2.5.1 Anzahl Allele und allelische Vielfalt	37
2.5.2 Heterozygotie	38
2.5.3 Genetische Differenzierung	39
2.6 Historische genetische Vielfalt	39
2.7 Wie viel genetische Vielfalt ist notwendig?	40
2.8 Genetische Vielfalt ist wichtig!	41
Kasten 2.1 Bedeutung genetischer Vielfalt	29
Kasten 2.2 Genetische Drift am Beispiel des Gründereffekts	32
Kasten 2.3 Verwendung historischer Proben in der Naturschutzgenetik	40
3 Anpassung und Anpassungsfähigkeit	43
3.1 Anpassung und Anpassungsvermögen als zentrale Ziele im Naturschutz	45
3.2 Wie lässt sich Anpassung untersuchen? Die traditionelle Methode	47

3.3	Wie lässt sich Anpassung untersuchen? Genetische Methoden	50
3.3.1	Untersuchung bekannter Gene	50
3.3.2	Suche nach anpassungsrelevanten Stellen im Genom	51
3.4	Wie bestimmt man adaptive genetische Vielfalt in der Naturschutzgenetik?	54
3.5	Erhaltung der Anpassungsfähigkeit	56
Kasten 3.1	Anpassung durch natürliche Selektion	46
Kasten 3.2	Kreuzweise Verpflanzungsexperimente	48
Kasten 3.3	Anpassungsgene bei einer Alpenpflanze	53
Kasten 3.4	Adaptive und neutrale genetische Vielfalt beim Drachenkopf	55
4	Populationsgröße und Raumnutzung	59
4.1	Wie viele Individuen braucht es zum Überleben?	61
4.2	Wie bestimmt man die Populationsgröße?	61
4.3	Effektive Populationsgröße	68
4.4	Wer war es?	69
Kasten 4.1	Erfassung der Populationsgröße beim Auerhuhn	62
Kasten 4.2	Pilotstudien	64
5	Inzucht	71
5.1	Wie entsteht Inzucht?	73
5.2.	Warum ist die Berücksichtigung von Inzucht im Naturschutz wichtig?	74
5.3	Wie wird Inzucht und Inzuchtdepression erfasst?	77
5.4	Welche Resultate sind von der Erfassung der Inzucht und Inzuchtdepression zu erwarten?	84
5.5	Maßnahmen zur Reduzierung der Inzucht	86
Kasten 5.1	Wiedereinführung des Steinbocks in den Alpen	78
Kasten 5.2	Rückkehr des Bartgeiers	82
6	Geografische Strukturen	89
6.1	Warum gibt es geografische Strukturen	91
6.2	Bedeutung von Ausbreitungsfähigkeit und Distanz	94
6.3	Bedeutung von Barrieren	95

6.4	Masse der genetischen Differenzierung und Herkunftsbestimmung	97
6.5	Management-Einheiten	103
Kasten 6.1	Der komplizierte Fall der Mauereidechse und die naturschutzrechtlichen Folgen	98
Kasten 6.2	Der Waschbär – genetische Struktur eines Einwanderers	100
7	Genfluss und Landschaftszerschneidung	107
7.1	Genfluss	109
7.2	Methoden zur Erfassung von Genfluss	111
7.2.1	Indirekte Bestimmung von Genfluss	112
7.2.2	Direkte Bestimmung von Genfluss	113
7.3	Ausbreitung und Genfluss in der Landschaft	117
7.4	Bedarfsanalysen und Erfolgskontrollen	124
Kasten 7.1	Einfluss der Landschaft auf Genfluss und Ausbreitung	114
Kasten 7.2	Erfassung von Genfluss bei zerstreut vorkommenden Gehölzarten	116
Kasten 7.3	Analyse des Landschaftswiderstands für das Auerhuhn im Schwarzwald	121
Kasten 7.4	Erfolgskontrolle Trittsteine am Beispiel des Laubfroschs	126
8	Hybridisierung	129
8.1	Was sind Hybride?	131
8.2	Folgen der Hybridisierung	132
8.3	Natürliche Hybridzonen	133
8.4	Hybridisierung zwischen einheimischen und nicht einheimischen Arten	135
8.5	Hybridisierung zwischen wilden Arten und Haus- oder Nutztieren und Kulturpflanzen	138
8.6	Hybridisierung in menschlicher Obhut	139
8.7	Einfluss des Menschen auf natürliche Hybridzonen	142
8.8	«Hybridrettung» als Naturschutzstrategie	142
Kasten 8.1	Wie der Mensch die Entstehung einer neuen Art bewirkt – das Salz-Schlickgras	133
Kasten 8.2	Wie Arten aufgrund von Hybridisierung aussterben können – genetische Überflutung (genetic swamping)	136

	Kasten 8.3 Hybridisierung mit domestizierten Arten – der Fall von Wild- und Hauskatze	140
	Kasten 8.4 Wie erkennt man Hybride?	145
9	Taxonomie und Artbestimmung	147
	9.1 Arten, Naturschutzeinheiten und Barcoding – ein Überblick	149
	9.2 Taxonomie und Naturschutz	151
	9.3 Genetische Artbestimmung: Barcoding	156
	9.4 Metagenomik und Umwelt-DNA	160
	9.5 Grenzen und Schwierigkeiten des Barcoding	161
	9.6 Zuordnung von einzelnen Individuen	162
	Kasten 9.1 Taxonomie und Naturschutz am Beispiel des Rothirsches	150
	Kasten 9.2 Barcoding zur Aufdeckung von Wilderei	158
10	Genetisches Monitoring	165
	10.1 Genetische Vielfalt in Biodiversitätsstrategien	167
	10.2 Welche Ziele verfolgt genetisches Monitoring	170
	10.3 Leitlinien für ein genetisches Monitoring	172
	10.3.1 Aufbau	172
	10.3.2 Lagerung der Proben	175
	10.3.3 Genetische Marker	176
	10.3.4 Indikatoren	177
	10.4 Genetisches Monitoring jetzt!	181
	Kasten 10.1 Genetische Vielfalt in Biodiversitätsstrategien und Aktionsplänen	169
	Kasten 10.2 Checkliste zum genetischen Monitoring	180
11	Genetische Methoden	183
	11.1 Vom Feld ins Labor	185
	11.2 Von der DNA zu den genetischen Markern	186
	11.2.1 Aufbereitung der DNA	189
	11.2.2 Vervielfältigung der DNA und genetische Marker	190
	11.2.3 Eigenschaften und Einsatz häufig verwendeter genetischer Marker	191
	11.3 Von Einzeldaten zu Kennwerten	195
	11.4 Von der Fragestellung zu den Kosten	199

Kasten 11.1 Polymerase Kettenreaktion (PCR)	186
Kasten 11.2 Zuordnungstests	197
12 Überblick	203
12.1 Naturschutzgenetik als Werkzeug im Naturschutz	205
12.2 Schutz der genetischen Vielfalt	212
Kasten 12.1 Umsiedlung, Ansiedlung, Wiederansiedlung und Translokationen	205
Kasten 12.2 Häufige Fragestellungen und wie sie die Naturschutzgenetik beantwortet	208
Anhang	
Literatur	214
Glossar	223
Dank	233
Bildnachweis	234
Adressen der Autorinnen und Autoren	236
Stichwortverzeichnis	239