Landschaftsgenetik im Naturschutz: Nutzen und Limitierungen

Janine Bolliger

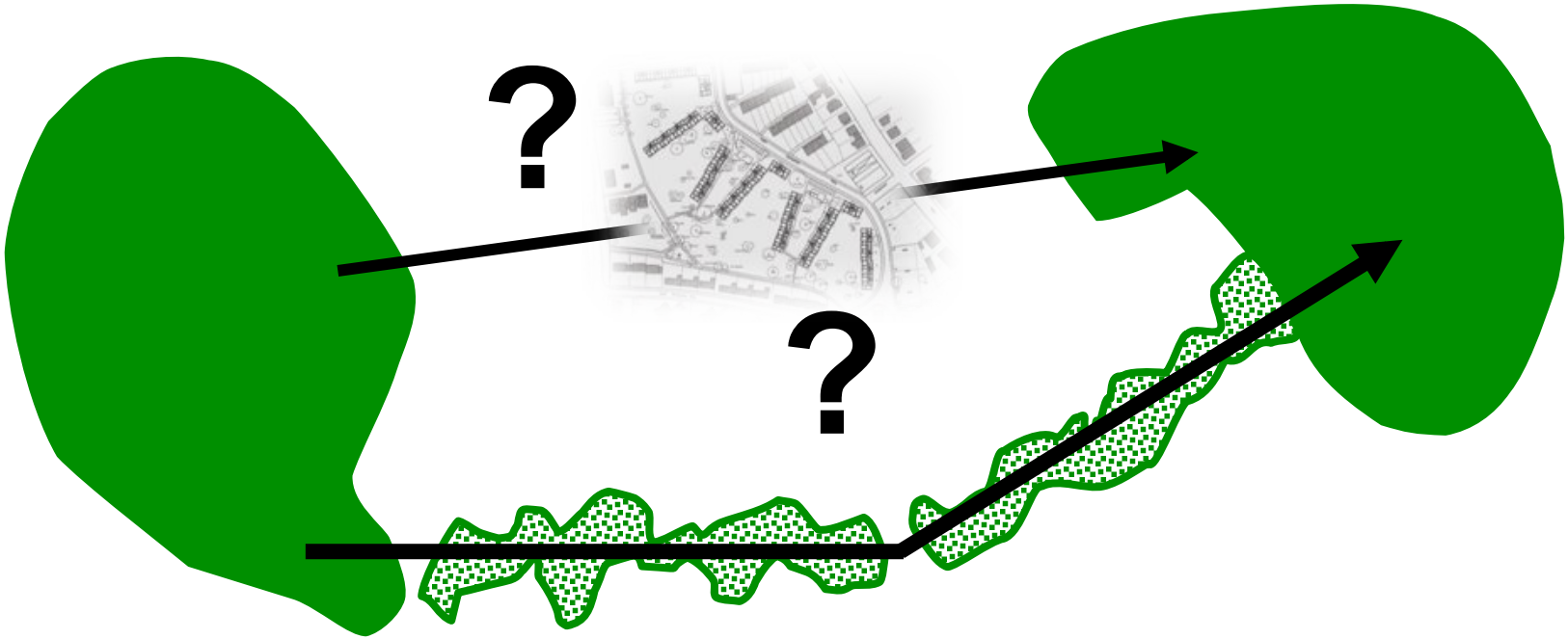


Wieso Vernetzung?

- Gegenteil zu Fragmentierung:
- Fördert Wiederbesiedlung und Ausbreitung
- Gewährleistet Austausch von Individuen (und Genen) zwischen Populationen

Vernetzungstypen

- Strukturelle ≠ funktionale Vernetzung
- Strukturelle Vernetzung: Zusammensetzung und räumliche Anordnung von Landschaftselementen
- Funktionale Vernetzung: Bewegung, Wanderung, Ausbreitung in der Landschaft



Funktionale Vernetzung messen

- Spuren, Fotofallen, Infrarotkameras: zeitlich und räumlich punktuell, grössere Wirbeltiere
- Markieren: kleine zeitliche und räumliche Skalen, kleine Wiederfangrate
- Besenderung (GPS): wenige, grössere Wirbeltiere, genaue Raumnutzung, kleinere Zeiträume
- **Genetik: alle Organismen, verschiedene Zeiträume und räumlichen Skalen / teuer, grosse Infrastruktur**



Landschaftsgenetik

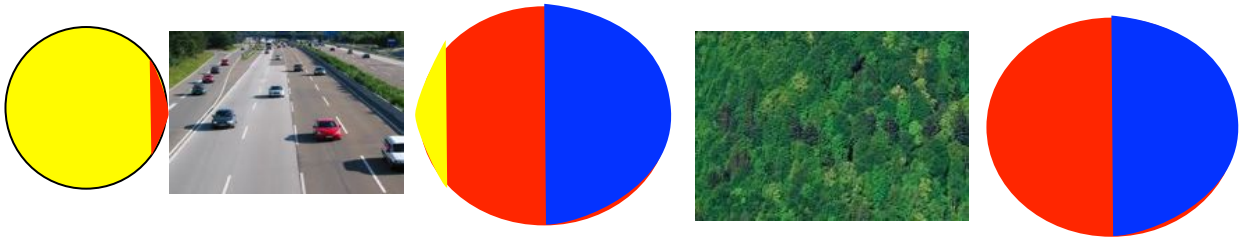
Kombination der Disziplinen Populationsgenetik und Landschaftsökologie (Manel et al. 2003, Manel & Holderegger 2014)

- Wie weit breiten sich Organismen im Raum aus?
- Welche Landschaftselemente wirken positiv oder negativ auf Bewegung oder Ausbreitung?



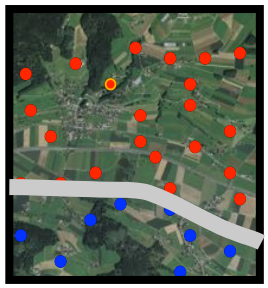
Genetische Methoden

1. Genetische Verwandtschaft



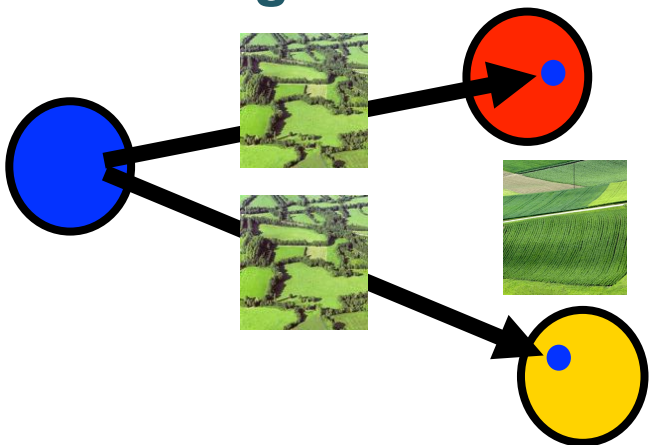
Längere Zeiträume
(Methode: genetic differentiation)

2. Genetische Gruppen



Kürzere Zeiträume
(Methode: Bayesian clustering)

3. Zuordnung von Individuen



Echtzeit Ausbreitungsdistanzen
(Methode: assignment tests)

© Rolf Holderegger, WSL

Landschaftsgenetik im Naturschutz

Genetische Methoden angewendet auf **Organismen** in der **Landschaft** bieten:

- **Grundlagenwissen** über die Bewegung/Ausbreitung im Raum
- **Erfolgskontrollen** und
- **Bedarfsanalysen** für einen langfristigen und wirkungsvollen Naturschutz





Beispiele Bedarfsanalysen

- Autobahnen
- Intensive Landwirtschaft

GeneReach GeneMig

Bedarfsanalyse bei Autobahnen

Warum?

- Abgezäunte Autobahnen führen zu Zerschneidung von Lebensräumen und vermindertem Austausch zwischen (Tier)Populationen

- Zerschneidung durch Strassen kann zu negativen genetischen Effekten führen (Isolation - Inzucht)



1. Wildtierkorridore über Autobahnen für Rehe



Kann die Funktionalität von Wildtierkorridoren für Rehe über Autobahnen mit genetischen Daten bestätigt werden?

Wildtierkorridore (BUWAL 2001)

- GIS Layer mit wichtigen Wildtierkorridoren eruiert aufgrund Expertenkenntnissen (Wildtierexperten, Jäger, Wildhüter)
- Drei Kategorien: intakt, beeinträchtigt, unterbrochen

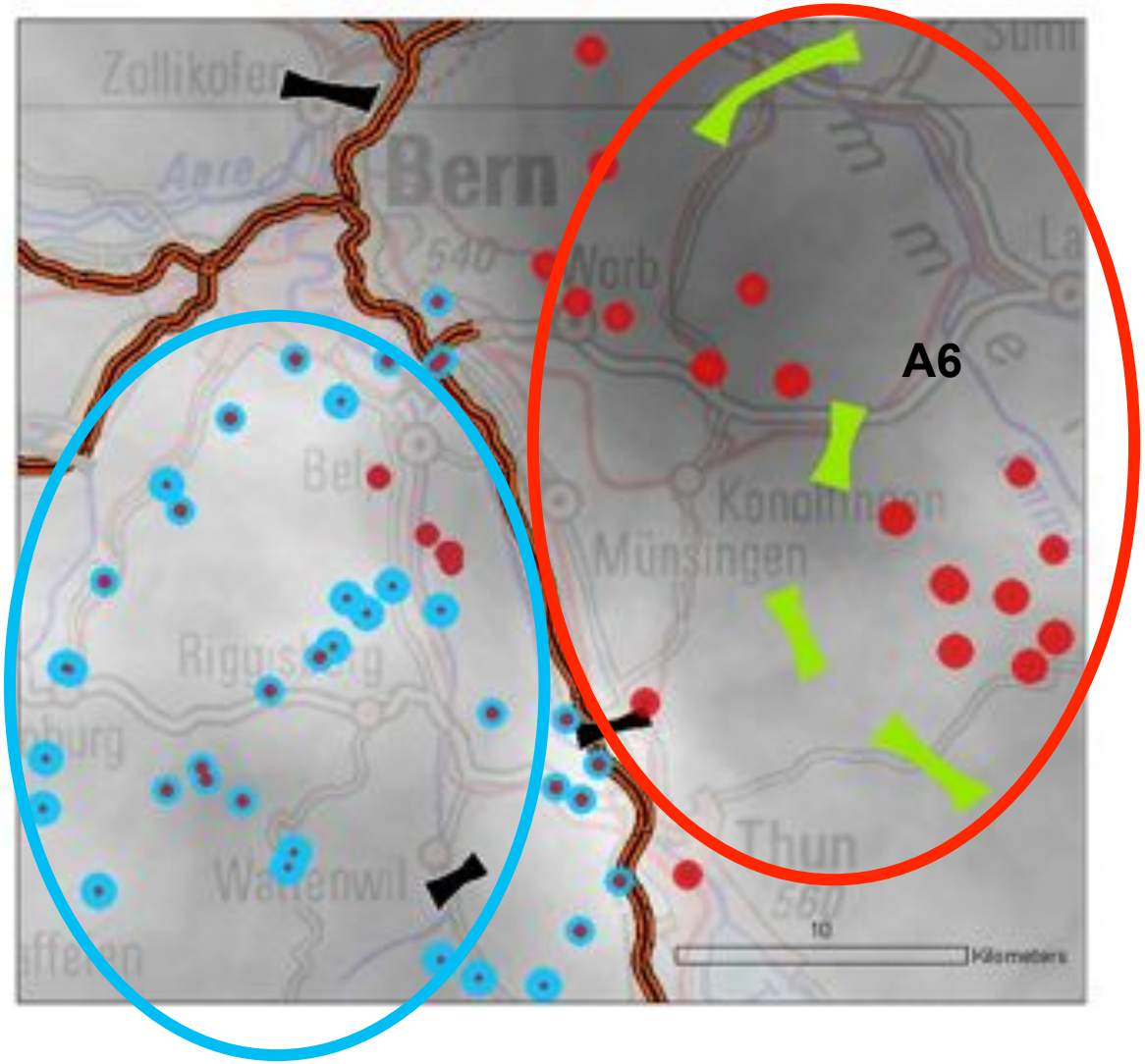
Genetische Rehdaten (Kühn et al. 2007)

- Total 1102 Individuen (bejagte und auf Autobahnen verunfallten Tiere)



Burkhard et al. 2014 in rev. Basic and Applied Ecology





Wildtierkorridor

intakt

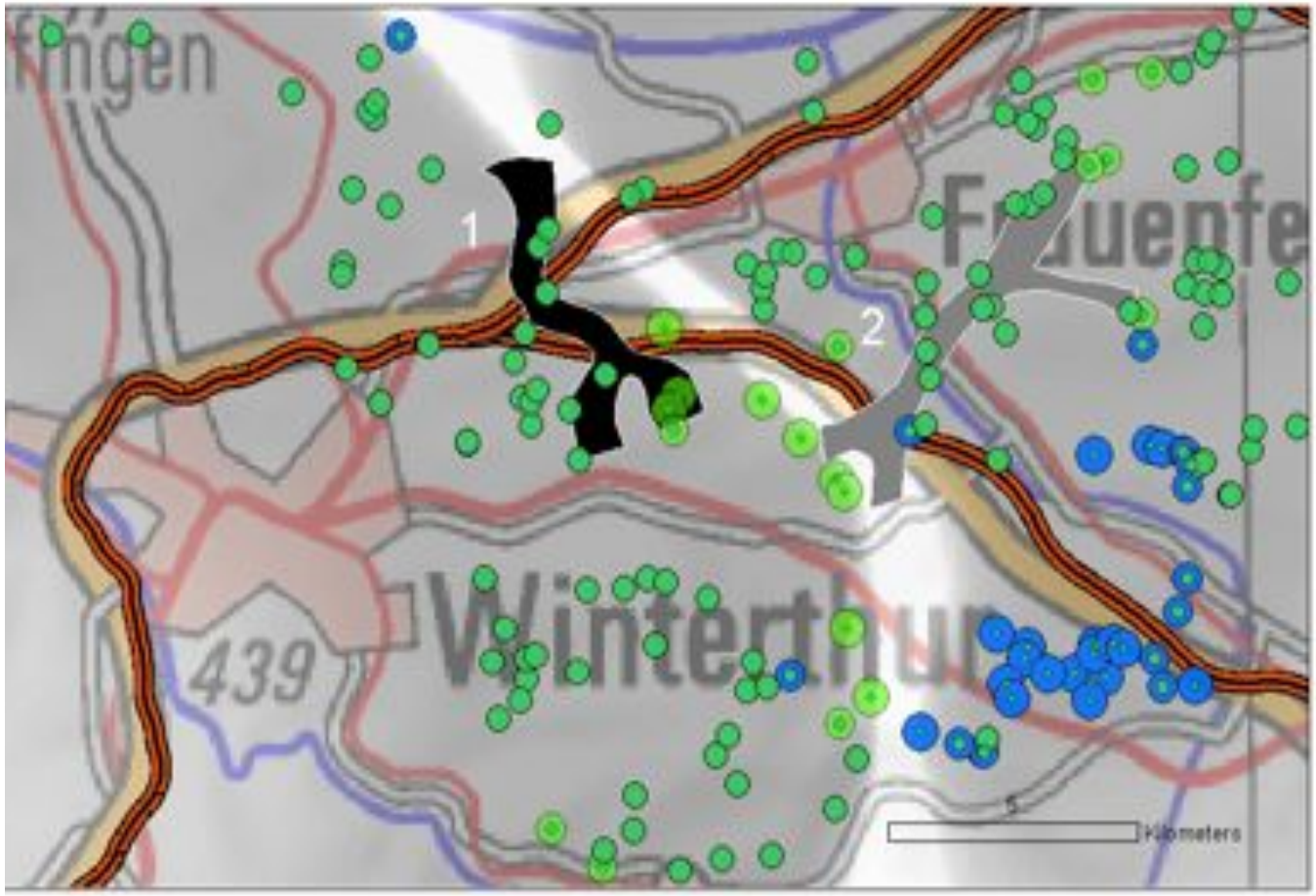
beeinträchtigt

unterbrochen

Autobahn

Autobahn hat Barrierewirkung

Burkhard et al. 2014 in rev. Basic and Applied Ecology



Wildtierkorridor

intakt

beeinträchtigt

unterbrochen

Autobahn

Autobahn hat wenig Barrierewirkung

Burkhard et al. 2014 in rev.
Basic and Applied Ecology

Resultate

- Genetische Durchmischung der Rehe grundsätzlich sehr gut (geringe genetische Differenzierung)

- 2/3 als intakt und ¼ als unterbrochen/beeinträchtigt eingeschätzte Korridore sind genetisch verifizierbar

- Landschaft erscheint relativ durchlässig für Rehe



Burkhard et al. 2014 in rev. Basic and Applied Ecology

2. Autobahnen und Wasserfrösche



Welchen Effekt haben Autobahnen auf die Bewegung von Wasserfröschen im Vergleich zu anderen Landschaftselementen (z.B. Siedlung)?

Genetische Wasserfroschdaten

- Total 397 *Pelophylax spp* in 20 Tümpel im Gebiet um die A1 bei Aarau, Lenzburg, Olten
- Mikrosatelliten



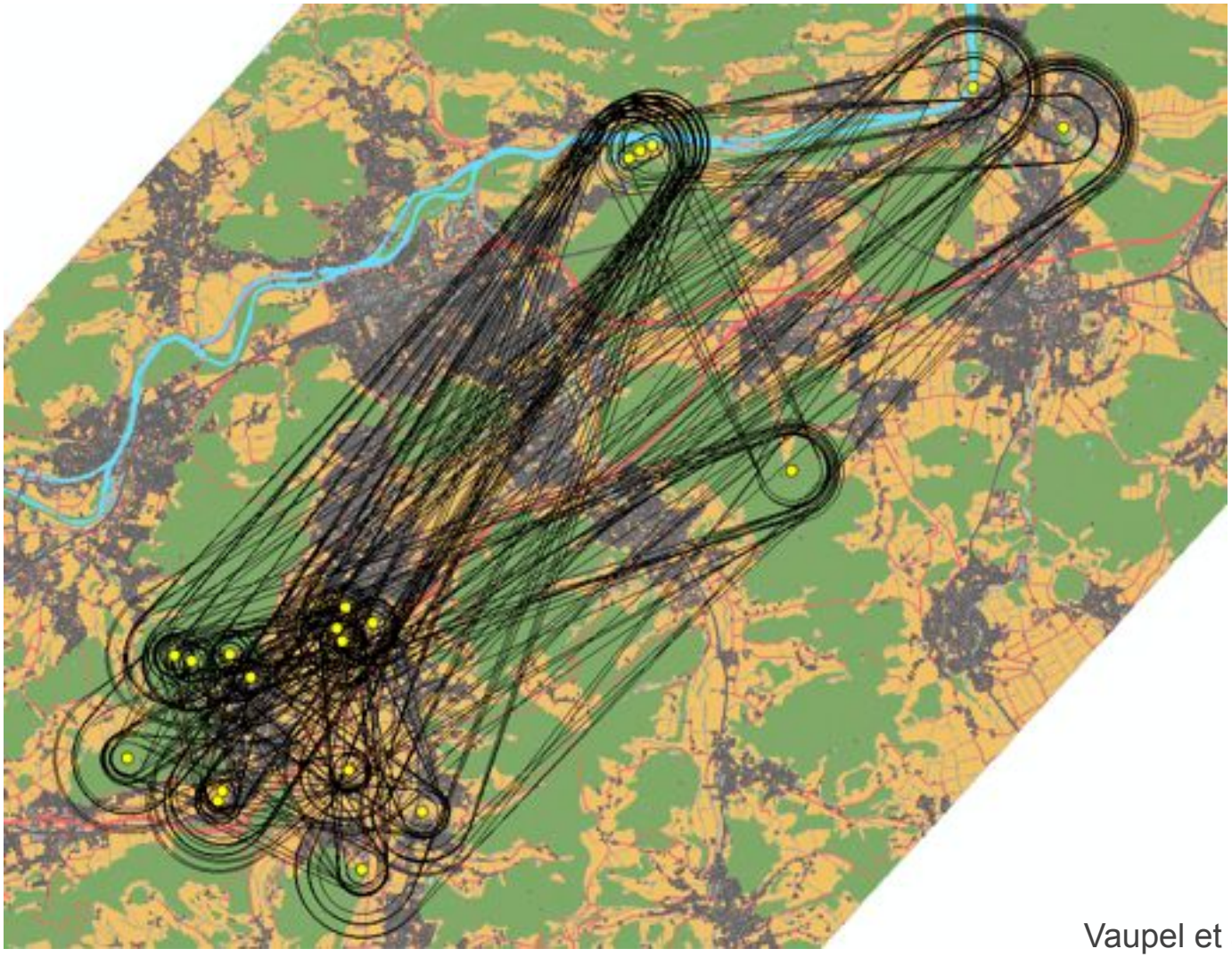




Vaupel et al in prep. 2014

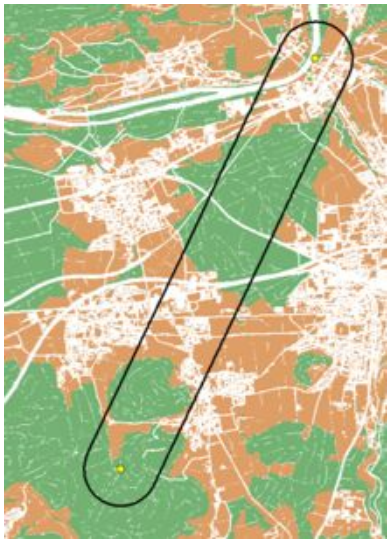
Korridoranalyse

Korridorbreiten: ~ 300 – 2000 m

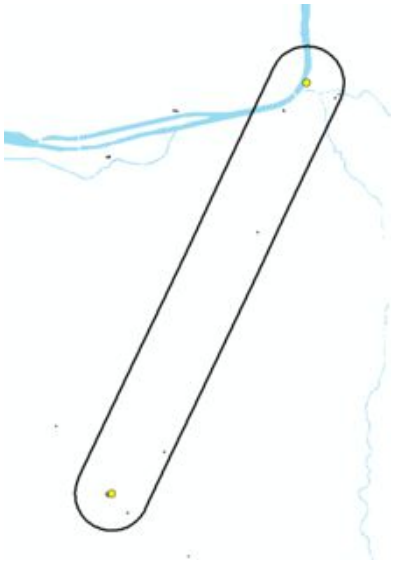


Vaupel et al in prep. 2014

Untersuchte Landschaftselemente



- Offenland
- Wald



- Fliessgewässer
- Stehendes Gewässer/ Feuchtgebiet



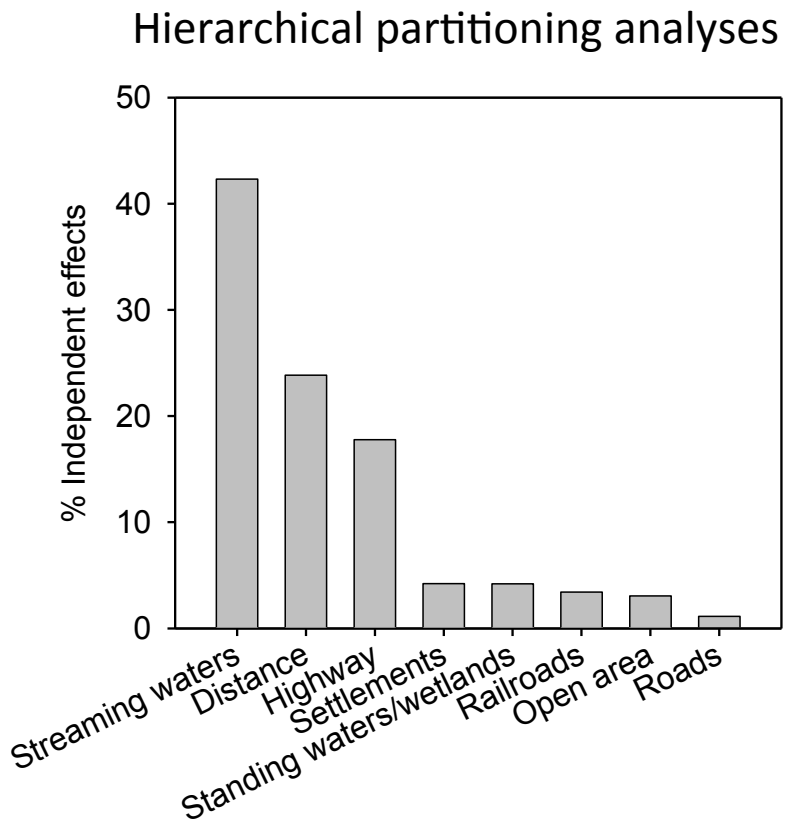
- Weg
- Strasse
- Autobahn
- Eisenbahn



- Siedlung

Vaupel et al in prep. 2014

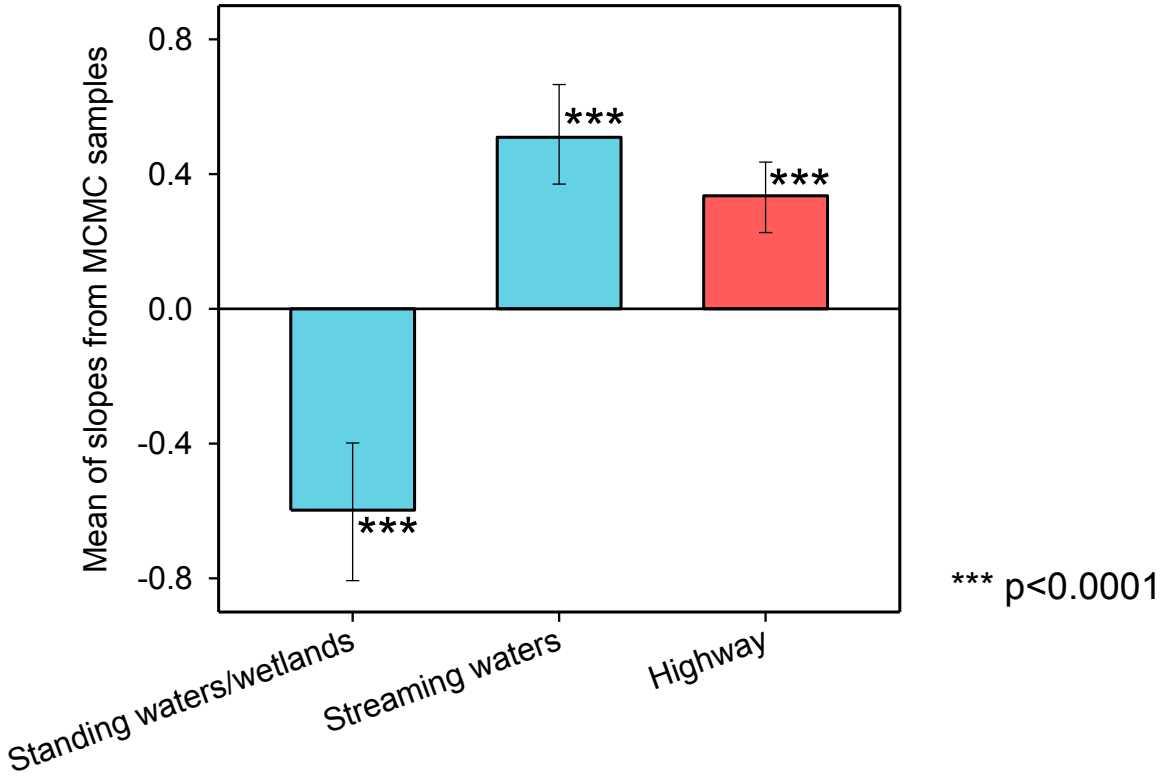
Vorläufige Resultate: Barrieren für Genfluss



Fliessgewässer und Autobahn sind Barrieren für den Genfluss

Vaupel et al in prep. 2014

Vorläufige Resultate: Barrieren für Genfluss



Korridore: Stehendes Wasser, Feuchtgebiete

Barrieren: Fliessgewässer, Autobahn

Vaupel et al in prep. 2014

Vorläufige Resultate

- Für den Wasserfrosch sind Verbesserungen entlang von Autobahnen nötig (Brücken, Unterführungen)
- Stehende Gewässer und Feuchtgebiete sind wichtige Trittsteine für die Wasserfrösche







Beispiele Bedarfsanalysen

- Intensive Landwirtschaft

GeneReach GeneMig

Bedarfsanalyse im Landwirtschaftsgebiet

Warum?

- Intensive Landwirtschaft kann zu Zerschneidung von Lebensräumen und vermindertem Austausch zwischen (Tier)Populationen führen

- Zerschneidung kann zu negativen genetischen Effekten führen (Isolation - Inzucht)

- Amphibien: Sind temporäre Tümpel im Landwirtschaftsgebiet «Ökofallen»?



Kreuzkröten in intensiver Landwirtschaft



Wie bewegen sich Kreuzkröten im intensiv genutzten Landwirtschaftsgebiet (Suhretal, AG)?

Kreuzkröte-Daten (Frei 2014)

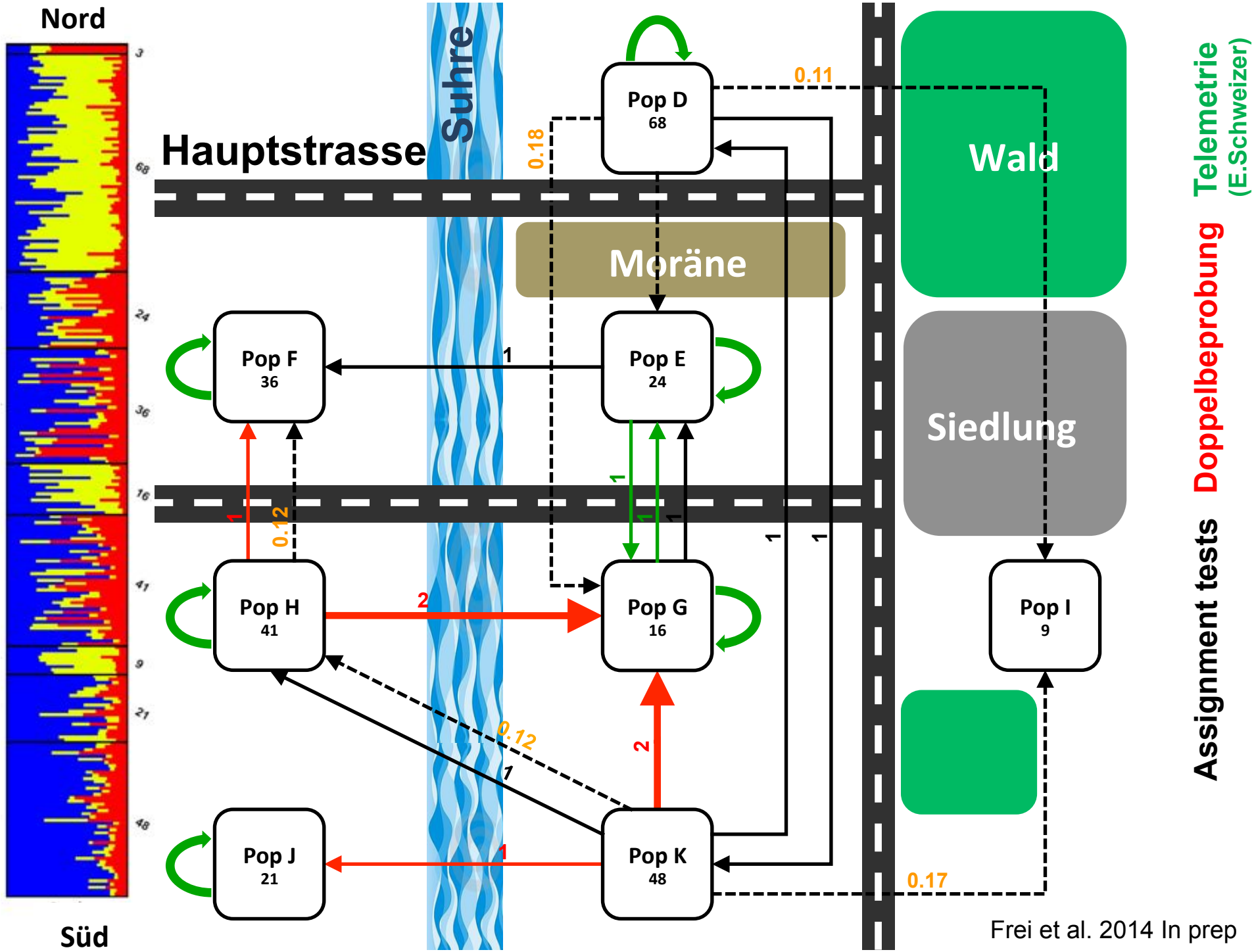
- Von total 266 Individuen die Mundschleimhaut beprobt und genetisch analysiert

Analysen Bewegungsmuster:

- Genetische Mehrfachbeprobungen
- First-generation migrants
- Telemetrische Daten (Schweitzer 2013)



Frei et al. 2014 In prep


Nord
Süd
3
68
24
36
16
41
9
21
48
Hauptstrasse
Suhre
Moräne
Wald
Siedlung
Pop D
68
Pop F
36
Pop E
24
Pop H
41
Pop G
16
Pop I
9
Pop J
21
Pop K
48
0.11
0.18
0.12
0.12
0.17
1
2
Assignment tests
Doppelbeprobung
Telemetrie
(E.Schweizer)
Frei et al. 2014 In prep

Resultate

- Durchmischung der Kreuzkröten im Suhretal ist grundsätzlich gut (geringe genetische Differenzierung)

- Zwei Quellpopulationen im Norden und im Süden des Tals

- Landschaft erscheint durchlässig für Kreuzkröten, intensiv genutztes Landwirtschaftsgebiet ist keine Ökofalle



Frei et al. 2014 In prep

Landschaftsgenetische Methoden sind wichtig, um…

Genfluss in der Landschaft abzuschätzen

- Wo? Wo nicht? Warum?

Prioritäten im Naturschutz zu setzen

- bestehende Massnahmen evaluieren
- Bedarf für neue Massnahmen abklären

Gegenwärtige Herausforderungen sind u.a. … (Bolliger et al. 2014)

Demographie der Populationen mit Landschaftsgenetik verknüpfen

Landschaft**sdynamik** miteinbeziehen (Landnutzungsänderungen Van Strien et al. 2014)

Adaptive traits: Genetische Anpassungen an Umwelt(veränderungen)

Hin zu einem **"big picture"** arbeiten: Meta-analysen, die mit ganzen Organismengruppen durchgeführt werden, Allgemeingültigkeit

Intensiver Dialog zwischen der breiten Öffentlichkeit, der Wissenschaft und der Praxis (Home et al. 2014a,b)

DANKE!

Sabine Brodbeck
Stephanie Burkhart
Christoph Bühler
Daniela Csencsics
Manuel Frei
Felix Gugerli
Rolf Holderegger
Karin Moosbrugger
Roxane Muller
Nicolas Perrin
Benedikt Schmidt
Esther Schweitzer
Joseph Senn
Andrea Vaupel

cces ENHANCE

GeneReach GeneMig

WSL

Literatur

Bolliger J, Lander T, Balkenhol N. 2014. Landscape genetics since 2003: status, challenges and future directions. Landscape Ecology 29:361-366.

Burkart S, Gugerli F, Senn J, Kuehn R, Bolliger J. in review. Evaluating the functionality of expert-assessed wildlife corridors with genetic data: setting priorities for management measures in roe deer *(Capreolus capreolus)*. Basic and Applied Ecology.

Frei M. 2014. Landscape-genetic analysis of Natterjack toad *(Epidalea calamita)* populations in the Suhre valley (Switzerland). Master Thesis, ETH Zürich.

Frei M, Csencsics C, Brodbeck S, Gugerli F, Bolliger J. in prep. Landscape-genetic analysis of Natterjack toad populations *(Epidalea calamita)* in the Suhre Valley, Switzerland. Biodiversity and Conservation.

Home R, Angelone S, Hunziker M, Bolliger J. 2014a. Die öffentliche Wahrnehmung von ökologischen Aufwertungsmassnahmen in Kulturlandschaften des Schweizer Mittellands. KBNL Inside 3:23-26.

Home R, Angelone S, Hunziker M, Bolliger J. 2014b. Public preference for ecosystem enhancing elements in agricultural landscapes in the Swiss lowlands. Journal of Integrative Environmental Sciences 11:93-108.

sc | nat

Swiss Academy of Sciences
Akademie der Naturwissenschaften
Accademia di scienze naturali
Académie des sciences naturelles

194e Congrès annuel de l'Académie suisse des sciences naturelles

Exigences et perspectives pour les aires protégées et les parcs en Suisse
Anforderungen und Perspektiven für Schutzgebiete und Pärke in der Schv



Foto: UNESCO Biosphäre Entlebuch