

SYNTAGMA FORSCHUNG · FACHBUCHAUSGABE

Vergleichende Verwilderungs-Sensorik

Theorie-Framework und Hypothesen-Pipeline

Thomas Schüller

ORCID 0009-0003-9799-6747 · FORSCH-PROV0464 · Fachbuchausgabe 1.0 · 14.10.2026

Impressum

Autor	Thomas Schüller, Syntagma Forschung, Wien · ORCID 0009-0003-9799-6747 · forschung@tschueller.com
Kennung	FORSCH-PROV0464
Stand	14.10.2026 · Fachbuchausgabe 1.0
Lizenz	Werkteile CC BY 4.0 (frei auf der Werkseite). Diese Ausgabe – Satz, Zusammenstellung, Anhang S (Syntax-Karte), Anhang L (Lernpfad), Glossar: alle Rechte vorbehalten.
Bezug	syntagma-science.com/werke/tauben-verwilderungs-sensorik/

Die Werkteile bleiben frei zugänglich. Die Fachbuchausgabe bündelt sie mit Syntax-Karte, Lernpfad und Glossar zu einem Lern- und Arbeitsbuch und wird mit jeder neuen Fassung des Werks fortgeschrieben.

Inhalt

- Teil 1: Theorie-Framework
- Teil 2: Hypothesen-Pipeline
- Anhang S · Syntax-Karte
- Anhang L · Lernpfad
- Glossar

Vergleichende Verwilderungs-Sensorik

Ein transdisziplinäres Framework am Beispiel synanthroper Populationen

Autor: Thomas Schüller **Marke:** Syntagma Forschung · Wien **Kontakt:** forschung@tschueller.com
ORCID: 0009-0003-9799-6747 **Ablage:** forschung.tschueller.com · Plattform: syntagma-science.com
Werk: FORSCH-PROV0464 **Status:** Unabhängig, kein eigenes Rechtssubjekt; privat finanziert **Version:** v0.2, Oktober 2026 (Erstentwurf April 2026, Autor-Block auf Syntagma-Marke nachgezogen) **Lizenz:** CC BY 4.0

Abstract

Konventionelle Ansätze zur Steuerung synanthroper Populationen (insbesondere verwilderter Haustaube *Columba livia* in urbanen Umgebungen) operieren überwiegend auf der Ebene punktueller, individueller Aversion. Empirisch dokumentierte Habituation, hohe Verhaltensplastizität und sozio-kulturelle Lernmechanismen führen zu wiederkehrendem Versagen statischer Verfahren. Dieses Arbeitspapier formuliert ein transdisziplinäres Analyseraster, das drei bisher selten gemeinsam betrachtete Ebenen integriert: vergleichende Sinnesphysiologie, Verwilderungsbiologie (Domestikations-Syndrom und seine partielle Reversion) sowie urbane Evolutionsökologie (genetische und verhaltliche Adaptation entlang Stadt-Land-Gradienten). Das Framework wird beispielhaft auf die Taube angewandt und mit drei Vergleichsfällen (Hund, Katze, Wanderratte) kontrastiert. Ziel ist nicht die Lösung eines Einzelfalls, sondern die Identifikation von Hebelpunkten, an denen artspezifische Sinneskanäle und populationsdynamische Mechanismen für nicht-letale, nicht-zielartenschädigende Steuerungsansätze nutzbar werden könnten.

Schlüsselbegriffe: Verwilderung, Synurbisierung, Domestikations-Syndrom, vergleichende Sinnesphysiologie, urbane Evolution, kulturelle Transmission, Populations-Sensorik, transdisziplinäre Methodik

1. Problemaufriss

Die verwilderte Haustaube ist in europäischen Städten zugleich ökologische Folge menschlichen Handelns (Domestikation, Aussetzung, Fütterung) und Gegenstand zunehmend technisierter Abwehrmaßnahmen. Die wissenschaftliche Literatur dokumentiert seit Jahrzehnten ein wiederkehrendes Muster: einzelne Methoden zeigen kurzfristige Wirkung, die binnen Tagen bis Wochen kollabiert. Der Befund von Haag-Wackernagel und nachfolgenden Arbeiten lässt sich als Kosten-Nutzen-Theorem zuspitzen: Solange der Nutzen einer urbanen Ressource (Nistplatz, Futter, Schutz) für die Population die Kosten der Abwehrmaßnahme überwiegt, wird die Population die Maßnahme überwinden, umgehen oder ihr habituierten.

Daraus folgen zwei Konsequenzen, die in der praktischen Diskussion meist unverbunden bleiben:

Erstens — die Frage nach Wirksamkeit ist keine technische, sondern eine sinnesphysiologische und kognitive: Welche Reize verarbeitet die Spezies wie, und welche werden als bedeutungslos klassifiziert? Zweitens — die Frage nach Nachhaltigkeit ist keine individuelle, sondern eine populationsdynamische: Lernt das Tier oder die Population, und wie wird Wissen weitergegeben?

Diese beiden Fragen verweisen auf Forschungsfelder, die in der angewandten Schädlingskontrolle bislang kaum systematisch zusammengeführt wurden: vergleichende Sensorik (Ed Yong, Wiltchko, Tononi-nahe Wahrnehmungsforschung), Verwilderungsbiologie (Wilkins, Belyaev-Linie, Trut), urbane Evolutionsökologie (Carlen, Harpak, Munshi-South) und Sozial-Lerntheorie (Lefebvre, Giraldeau).

2. Drei analytische Ebenen

2.1 Sinnesphysiologie

Wahrnehmungsapparate sind artspezifisch. Was eine Spezies als Reiz registriert, ist nicht symmetrisch zur menschlichen Wahrnehmung und nicht symmetrisch zwischen synanthropen Arten. Für die Taube sind folgende Befunde besonders relevant:

- **Pentachromatisches Sehen** mit Sensitivität bis ~365 nm (UV); Diskriminationsminima bei ca. 460, 530, 595 und 375 nm
- **Critical Flicker Fusion** bei ca. 143 Hz, deutlich oberhalb des menschlichen Bereichs (~60 Hz)
- **Polarisationssehen** als Bestandteil des Himmelskompasses
- **Infraschallperzeption** bis ~0.05 Hz, gekoppelt an intakte Cochlea
- **Magnetorezeption** über trigeminus-vermittelte und möglicherweise lagena-basierte Mechanismen
- **Olfaktorische Navigation** als entwicklungsphysiologisch zentrales System; junge Tauben mit unterbundener Olfaktorik entwickeln keine Heimkehr-Fähigkeit aus unbekannten Orten

Im Kontrast dazu Wanderratte (*Rattus norvegicus*): vibrissen-basierte haptische Mapping-Systeme, Ultraschallkommunikation (22 kHz Distress, 50 kHz Affiliation), feine Geschmacksdiskrimination als Grundlage der Köderaversionslernfähigkeit. Hund: ~300 Mio. olfaktorische Rezeptoren (Mensch ~6 Mio.), Hörbereich bis ~45 kHz, dokumentierte Magnetfeld-Sensitivität. Katze: extreme Niedriglicht-Sehleistung, Vibrissen, Hörbereich bis ~64 kHz.

Die methodische Konsequenz: ein Reiz, der bei einer Spezies aversiv wirkt, kann bei einer anderen unwirksam oder schädlich sein. Artspezifische Kanäle (Infraschall, UV-Muster, Magnetfeld-Modulation) sind theoretisch interessant, weil sie Nicht-Zielarten weniger oder nicht erreichen.

2.2 Verwilderungsbiologie

Domestikation ist nach Wilkins, Wrangham und Fitch (2014) als phänotypisches Syndrom beschreibbar — reduzierte Reaktivität der HPA-Achse, neotenische Schädelmerkmale, gefleckte Pigmentierung, kürzere Schnauzen oder Schnäbel, kleinere Gehirne — und genetisch überwiegend durch milde Neural-Crest-Cell-Defizite während der Embryogenese erklärbar. Belyaevs Fuchs-Experiment zeigt, dass Selektion auf Zähmheit allein hinreicht, um die gesamte phänotypische Suite mit zu produzieren.

Verwilderung ist nach Gering, Incorvaia, Henriksen et al. (2019) explizit *kein* Reversal: Verwilderte Populationen behalten domestizierte Merkmale teilweise auch nach 40+ Generationen. Sie sind zugleich Träger vorhandenen Domestikations-Erbes und Subjekte neuer Selektionsdrücke in der urbanen Nische.

Für Tauben bedeutet das konkret: das Domestikations-Syndrom (reduzierte Furchtreaktion, hohe Sozialität, Neophilie statt Neophobie, verlängerte Brutseason) ist nicht "Bug", sondern strukturelle Ausgangslage. Reaktiv-aversive Methoden treffen auf einen Phänotyp, dessen HPA-Achse evolutionär nach unten reguliert wurde. Vergleichsfall Wanderratte: hier liegt extreme Neophobie vor, was Köder-basierte Methoden nutzbar macht (mit dem Risiko der Selektion auf Resistenz). Verallgemeinert: die Wirksamkeit eines Verfahrens hängt davon ab, ob es mit oder gegen die domestikations-evolutionäre Reaktivitäts-Konfiguration der Zielart arbeitet.

2.3 Urbane Evolutionsökologie

Synurbisierung beschreibt die Anpassung von Wildtieren an städtische Umgebungen mit messbaren Folgen: erhöhte Reproduktionsraten, verschobener zirkadianer Rhythmus, verlängerte Brutseasons, reduzierte Migrationsbereitschaft, erhöhte Lebenserwartung, verstärkte Abhängigkeit von menschlicher Aktivität.

Carlen et al. (2021) zeigen für Tauben in der nordamerikanischen Megaregion: hohe genetische Konnektivität innerhalb von Städten (Mantel $r = 0.217$ bei <25 km), Genfluss erleichtert durch zusammenhängenden urbanen Lebensraum, divergente Strukturen zwischen Städten je nach Trennung durch weniger urbanisierte Gebiete. Harpak et al. (2021) dokumentieren bei NYC-Wanderratten genetische Differenzierung gegenüber chinesischen Vorfahren in Genen für Stoffwechsel, Diät, Nervensystem und Lokomotion — Hinweis auf gerichtete Selektion über ca. 500 Generationen.

Die schnellste phänotypische Reaktion ist verhaltlich: Carlen et al. (2021) zeigen kürzere Flight Initiation Distance in Gebieten hoher Menschendichte, aber längere FID dort, wo Wanderfalken etabliert sind. Das ist der zentrale Hebelbefund: Predator-Präsenz verschiebt nicht nur Individualverhalten, sondern das Risikomodell der gesamten lokalen Subpopulation.

3. Soziale und kulturelle Transmission

Tauben sind soziale Lerner. Lefebvre und Mitarbeiter zeigen seit den 1980er Jahren kulturelle Diffusion neuer Nahrungsfindungs-Techniken in urbanen Schwärmen. Innovation und soziales Lernen sind in Tauben positiv korreliert (Bouchard et al., 2007). Innerhalb von Schwärmen existieren stabile Producer/Scrounger-Rollen — wobei Scrounger paradoxerweise *weniger* lernen als Einzeltiere mit Tutor-Exposition, weil sie Information aus dem Beobachtungsprozess durch Ressourcenkonkurrenz ersetzen (Giraldeau und Lefebvre, 1987).

Daraus folgen zwei methodisch wichtige Implikationen:

Erstens, Aversionslernen ist in Schwärmen *langsamer* als in isolierten Tieren — Informationsdiffusion wird durch Scrounging gestört. Das erklärt teilweise, warum schwarmweite Konditionierung empirisch schwierig ist.

Zweitens, junge Tauben in der Fledging-Phase befinden sich in einem kritischen Lernfenster, in dem prägende Erfahrungen lebenslange Verhaltenseffekte haben können. Generations-Inokulation wäre in diesem Fenster theoretisch wirksamer als adulte Konditionierung.

4. Vergleichendes Raster

Achse	Taube	Hund (Streuner)	Katze (verwildert)	Wanderratte
Domestikationsdauer	~5.000 J.	~15–40.000 J.	~9.500 J.	nicht domestiziert (synanthrop)
Domestikations-Syndrom	ausgeprägt	stark, modular	gering	n/a
Neophobie	niedrig (neophil)	mittel (varianzreich)	mittel-hoch	sehr hoch
Soziales Lernen	hoch (Schwarm)	sehr hoch (Rudel)	gering	mittel (Familiengruppe)
Generationsdauer	~1 Jahr	~3 Jahre	~2 Jahre	~3 Monate
Sinneskanal mit höchstem Steuer-Hebel	Visuell (UV/Flicker), Olfaktorisch	Olfaktorisch, akustisch	Akustisch (Ultraschall), Vibration	Olfaktorisch, gustatorisch
Populationskontroll-Praxis	Brutkontrolle (Basel)	Sterilisation, Adoption	TNR-Programme	Toxizide, Fallen
Hauptmechanismus für Habitualisierung	schnelle individuelle Habituation, langsame Schwarm-Diffusion	individuelle Konditionierung dominant	individuelle Konditionierung	rapide Köderaversion, Resistenz-Selektion

Diese Tabelle ist analytisch und nicht erschöpfend; sie soll lediglich zeigen, dass eine "ein Verfahren passt zu allen synanthropen Arten"-Strategie biologisch unbegründet ist.

5. Hebelpunkt-Hypothesen

Aus dem Raster ergeben sich fünf Hypothesen für nicht-letale, populationsorientierte Steuerung der Taube. Sie sind hier als Forschungshypothesen formuliert, nicht als Empfehlungen.

H1 — Variabilitäts-Hypothese: Habituation an einen aversiven Reiz ist primär eine Funktion der Stimulus-Vorhersagbarkeit. Reize, deren Wellenlänge, Frequenz, Zeitpunkt und Intensität auf einer pseudo-zufälligen Verteilung variieren, sollten in kontrollierten Vergleichsstudien signifikant langsamer habituierten als statische Reize gleicher mittlerer Intensität.

H2 — Predator-Feld-Hypothese: Die Flight Initiation Distance einer lokalen Subpopulation lässt sich durch glaubwürdige, bewegliche Predator-Cues (z.B. RobotFalcon, Schatten-Patrouillen) auf das Niveau von Wildtaube-Populationen verschieben. Der Effekt ist nicht punktuell, sondern subpopulationsstrukturell und sollte über mehrere Wochen stabil bleiben, sofern die Cues nicht statisch werden.

H3 — Generations-Inokulations-Hypothese: Konditionierung im Fledging-Fenster (ca. 6–12 Wochen post hatch) führt zu signifikant stabilerem Vermeidungsverhalten als Konditionierung adulter Tiere, mit potenzieller kultureller Transmission an Geschwister-Kohorten.

H4 — Olfaktorische-Habitat-Marker-Hypothese: Da der olfaktorische Apparat der Taube entwicklungs-zentral für Navigation ist, könnten chronische olfaktorische Marker mit Predator-Assoziation (z.B. Komponenten von Marder- oder Greifvogel-Sekreten) eine andere Verarbeitungstiefe erreichen als generische pflanzliche Repellenzien (Pfefferminz, Citronella). Empirisch zu testen.

H5 — Niche-Entzug-Hypothese: Strukturelle Reduktion der Ressourcen-Attraktivität (Futterverfügbarkeit, Nistplatz-Geometrie) ist in jeder mathematischen Modellierung des Kosten-Nutzen-Theorems wirksamer als jede aversive Maßnahme bei gleichbleibender Ressourcenlage. Diese Hypothese ist klassisch (Haag-Wackernagel et al.) und wird hier nur zur Vollständigkeit genannt; sie ist im Wiener Mietshaus-Kontext jedoch politisch und nicht technisch zu lösen.

6. Methodische Anmerkungen

Empirische Tests dieser Hypothesen erfordern kontrollierte Bedingungen, longitudinale Beobachtung und Population-Tracking. Computer-Vision-basierte Individualidentifikation (z.B. via Deep Re-Identification auf Gefiedermustern) ist Stand der Technik unter kontrollierten Bedingungen, aber im Freiland herausfordernd. Edge-Inferenz auf günstiger Hardware (Raspberry Pi 5 + Coral USB TPU, YOLOv8n) erlaubt heute Echtzeit-Tauben-Detektion bei ~7 FPS mit Precision/Recall im Bereich 0.86-0.91, was als Datenlogger und Trigger-System ausreicht.

Eine Forschungs-Plattform, die diese Ebenen integriert, würde mindestens enthalten: longitudinales Verhaltens-Logging (Zeitstempel, Akteur-Zuordnung, Wieder-Auftreten), Stimulus-Variabilitäts-Engine, optional Re-Identifikation, und differenzierte Erfolgs-Metriken auf Individuell- vs. Populations-Ebene.

7. Limitationen und offene Fragen

Dieses Papier ist eine Synthese, keine Primärstudie. Die Hypothesen sind nicht empirisch validiert und mehrere zentrale Befunde sind in der Literatur teilweise umstritten — etwa die genaue Rolle der Magnetorezeption oder die Reichweite der Infraschall-Perzeption als Verhaltenstrigger.

Eine systematische methodologische Schwäche der bisherigen Literatur ist die Vermischung von kommerziell-applikationsorientierten Studien (oft mit Konflikt-of-Interest) und peer-reviewter Grundlagenforschung. Eine zukünftige Meta-Analyse mit klarer Trennung dieser Quellentypen wäre wünschenswert.

Ethisch: alle Hebelpunkt-Hypothesen sind nicht-letal formuliert. Letale oder reproduktions-suppressive Verfahren (z.B. Nicarbazin) sind aus diesem Rahmen explizit ausgeschlossen, weil sie ein anderes ethisches Aushandlungsverfahren erfordern und auf Populations-Reduktion statt Verhaltens-Modifikation zielen.

8. Forschungsausblick

Drei methodische Pfade scheinen vielversprechend:

Erstens, kontrollierte Variabilitäts-Studien an Stadttauben-Populationen mit simultaner Logging der Habituationsraten unter randomisiert variierenden vs. statischen Reizen.

Zweitens, multidisziplinäre Studien zur Generations-Lern-Hypothese: Welche Verhaltensmodifikationen lassen sich im Fledging-Fenster induzieren, und wie stabil sind sie über die Lebensdauer und über Geschwister-Generationen?

Drittens, urbane Co-Evolutions-Modellierung: Ein agent-basiertes Simulations-Framework, das genetische Drift, Verhaltensplastizität, soziales Lernen und Stimulus-Selektionsdruck gemeinsam modelliert und plausible Trajektorien über Dekaden ableitet.

9. Schluss

Die theoretisch interessanteste Frage ist nicht, wie man Tauben von einem Balkon abwehrt. Sie ist: Welche minimal-invasiven, artspezifischen, populationsdynamisch wirksamen Steuerungsmechanismen sind biologisch plausibel und ethisch verantwortbar, und wie ließen sie sich empirisch validieren? Diese Frage verbindet vergleichende Sensorik, Verwilderungsbiologie und urbane Evolutionsökologie zu einer Forschungs-Linie, die über die Taube hinaus auf andere synanthrope Populationen übertragbar wäre.

Quellenrahmen (selektiv)

- Belyaev, D.K. (1979): Destabilizing selection as a factor in domestication. *Journal of Heredity* 70(5), 301-308.
- Bouchard, J., Goodyer, W., Lefebvre, L. (2007): Social learning and innovation are positively correlated in pigeons. *Animal Cognition* 10, 259-266.
- Carlen, E.J., Munshi-South, J. (2021): Widespread genetic connectivity of feral pigeons across the Northeastern megacity. *Evolutionary Applications* 14(1), 150-162.
- Carlen, E.J. et al. (2021): Behavioral correlates of urbanization in feral pigeons. (zit. nach Open-Access-Quelle).
- Gering, E., Incorvaia, D., Henriksen, R. et al. (2019): Getting back to nature: feralization in animals and plants. *Trends in Ecology & Evolution* 34(11), 1010-1021.
- Giraldeau, L.-A., Lefebvre, L. (1987): Scrounging prevents cultural transmission of food-finding behaviour in pigeons. *Animal Behaviour* 35(2), 387-394.
- Haag-Wackernagel, D. (1995, 2000, fortlaufend): Arbeiten zur Stadttauben-Ökologie. Universität Basel, Anatomisches Institut.
- Harpak, A., Garud, N., Rosenberg, N.A. et al. (2021): Genetic adaptation in New York City rats. *Genome Biology and Evolution* 13(1).
- Lefebvre, L. (1986): Cultural diffusion of a novel food-finding behaviour in urban pigeons. *Ethology* 71, 295-304.
- Wilkins, A.S., Wrangham, R.W., Fitch, W.T. (2014): The "domestication syndrome" in mammals: a unified explanation based on neural crest cell behavior and genetics. *Genetics* 197(3), 795-808.
- Wiltshko, R., Wiltshko, W. (2023): Animal navigation: how animals use environmental factors to find their way. *European Physical Journal Special Topics* 232, 237-252.

Dieses Papier ist als Entwurfsfassung gedacht und zur Weiterentwicklung in offener Diskussion eingeladen. Rückmeldungen, Korrekturen und Hypothesen-Erweiterungen sind willkommen.

Anhang S · Syntax-Karte

Die Karte gibt das Werk in der Syntagma-Syntax 1.0 wieder (Spezifikation: syntagma-science.com/syntax/). Stufen G0-G5 beschreiben die Beleglage, T1-T6 die Art der Quelle; jede Hypothese nennt ihre Prüfung, jede Karte ihre Grenzen.

Glied	Stufe	Aussage
F1 Frage		Welche minimal-invasiven, artspezifischen, populationsdynamisch wirksamen Steuerungsmechanismen sind biologisch plausibel und ethisch verantwortbar, und wie ließen sie sich empirisch validieren?
F2 Frage		Welche Reize verarbeitet die Spezies wie, und lernt das Einzeltier oder die Population, und wie wird Wissen weitergegeben?
G1 Gegenstand		Verwilderte Haustaube (<i>Columba livia</i>) in urbanen Umgebungen ebene: Individuum, Schwarm, lokale Subpopulation · ort: europäische Städte, Bezug Wien · zeit: Gegenwart, Literatur seit den 1980er Jahren
G2 Gegenstand		Vergleichsfälle Streunerhund, verwilderte Katze und Wanderratte (<i>Rattus norvegicus</i>) ebene: Art und Population · ort: synanthrope Lebensräume
B1 Begriff		Verwilderung := Leben domestizierter Tiere außerhalb menschlicher Haltung, das kein Rückgang zur Wildform ist; domestizierte Merkmale bleiben teilweise erhalten, neue Selektionsdrücke kommen hinzu fach: evolutionsbiologie
B2 Begriff		Domestikations-Syndrom := phänotypische Merkmalsgruppe domestizierter Tiere, etwa reduzierte Reaktivität der HPA-Achse, neotenische Merkmale, gefleckte Pigmentierung, kleinere Gehirne fach: evolutionsbiologie · bruecke: entwicklungsbiologie=milde Neuralleisten-Zelldefizite während der Embryogenese
B3 Begriff		Synurbisierung := Anpassung von Wildtieren an städtische Umgebungen mit messbaren Folgen wie verlängerten Brutsaisons, verschobenem Tagesrhythmus und stärkerer Abhängigkeit von menschlicher Aktivität fach: urbane-evolutionsoekologie
B4 Begriff		Kosten-Nutzen-Theorem := solange der Nutzen einer urbanen Ressource für die Population die Kosten einer Abwehrmaßnahme überwiegt, überwindet, umgeht oder habituiert die Population die Maßnahme fach: stadtaubenoekologie · bruecke: oekonomie=Kosten-Nutzen-Abwägung
B5 Begriff		Generations-Inokulation := Konditionierung junger Tauben im Fledging-Fenster (ca. 6 bis 12 Wochen nach dem Schlupf), in dem prägende Erfahrungen lebenslang wirken können fach: verhaltensbiologie · bruecke: lerntheorie=sensible Phase des Lernens
A1 Annahme		Die Reifegrade der Hypothesen-Pipeline (gut belegt, belegt, wenig erforscht, spekulativ) sind auf G0 bis G2 abgebildet; G2 nur, wo das Werk eine Quelle nennt, sonst G1 oder G0
S1 Satz	G3	Einzelne Abwehrmethoden zeigen kurzfristige Wirkung, die binnen Tagen bis Wochen kollabiert belege: Q1
S2 Satz	G3	Das Domestikations-Syndrom ist genetisch überwiegend durch milde Neuralleisten-Zelldefizite während der Embryogenese erklärbar belege: Q2
S3 Satz	G3	Verwilderte Populationen behalten domestizierte Merkmale teilweise auch nach mehr als 40 Generationen belege: Q3
S4 Satz	G3	Tauben zeigen hohe genetische Konnektivität innerhalb von Städten, Genfluss wird durch zusammenhängenden urbanen Lebensraum erleichtert belege: Q4
S5 Satz	G2	Die Fluchtdistanz ist in Gebieten hoher Menschendichte kürzer, dort, wo Wanderfalken etabliert sind, länger belege: Q5
S6 Satz	G3	Innovation und soziales Lernen sind bei Tauben positiv korreliert belege: Q6
S7 Satz	G3	Scrounging verhindert die kulturelle Weitergabe von Nahrungsfindungs-Verhalten in Taubenschwärmen belege: Q7

S8 Satz	G2	Aversionslernen verläuft in Schwärmen langsamer als bei isolierten Tieren, was schwarmweite Konditionierung erschwert belege: S7
Q1 Quelle	T2	Arbeiten zur Stadttauben-Ökologie, Universität Basel nachweis: Haag-Wackernagel 1995, 2000, fortlaufend
Q2 Quelle	T2	The domestication syndrome in mammals, Genetics 197(3) nachweis: Wilkins, Wrangham, Fitch 2014
Q3 Quelle	T2	Getting back to nature: feralization in animals and plants, Trends in Ecology & Evolution 34(11) nachweis: Gering, Incorvaia, Henriksen et al. 2019
Q4 Quelle	T2	Widespread genetic connectivity of feral pigeons across the Northeastern megacity, Evolutionary Applications 14(1) nachweis: Carlen, Munshi-South 2021
Q5 Quelle	T2	Behavioral correlates of urbanization in feral pigeons, im Werk nach Open-Access-Quelle zitiert nachweis: Carlen et al. 2021
Q6 Quelle	T2	Social learning and innovation are positively correlated in pigeons, Animal Cognition 10 nachweis: Bouchard, Goodyer, Lefebvre 2007
Q7 Quelle	T2	Scrounging prevents cultural transmission of food-finding behaviour in pigeons, Animal Behaviour 35(2) nachweis: Giraldeau, Lefebvre 1987
Q8 Quelle	T2	RobotFalcon-Design als Predator-Cue nachweis: Storms et al. 2022
H1 Hypothese	G1	Habituation an einen aversiven Reiz ist primär eine Funktion der Vorhersagbarkeit; pseudo-zufällig variierende Reize habituierten langsamer als statische gleicher mittlerer Intensität pruefung: P1
H2 Hypothese	G2	Bewegliche, glaubwürdige Predator-Cues verschieben die Fluchtdistanz einer lokalen Subpopulation dauerhaft in Richtung wildlebender Felsentauben pruefung: P2 · belege: Q8 S5
H3 Hypothese	G1	Konditionierung im Fledging-Fenster führt zu stabilerem Vermeidungsverhalten als Konditionierung adulter Tiere, mit möglicher Weitergabe an Geschwister-Kohorten pruefung: P3
H4 Hypothese	G0	Olfaktorische Marker mit Predator-Assoziation erreichen eine andere Verarbeitungstiefe als pflanzliche Repellenzien pruefung: P4
H5 Hypothese	G2	Strukturelle Reduktion der Ressourcen-Attraktivität wirkt stärker als jede aversive Maßnahme bei gleichbleibender Ressourcenlage pruefung: P5 · belege: Q1
P1 Prüfung		Fällt, wenn ein hochvariabler Reiz nach 12 Wochen nicht mehr als 60 % seiner Anfangswirkung behält, während ein statischer unter 20 % fällt, oder die Differenz nicht signifikant ist ($p < 0,05$, $n \geq 30$ je Gruppe)
P2 Prüfung		Fällt, wenn nach 8 Wochen Patrouillen die mittlere Fluchtdistanz im Testblock nicht um mindestens 3 m über dem Kontrollblock liegt oder der Effekt nicht mindestens 4 Wochen nach Patrouillen-Ende anhält
P3 Prüfung		Fällt, wenn im Fledging-Fenster konditionierte Tauben 6 Monate später keine signifikant höhere Vermeidungsreaktion zeigen als adult konditionierte (erwartet $d \geq 0,7$)
P4 Prüfung		Fällt, wenn eine Predator-Marker-Mischung über 8 Wochen keine signifikant geringere Habituation und höhere Nestbau-Vermeidung zeigt als Pfefferminz oder Citronella
P5 Prüfung		Fällt, wenn die Taubenpopulation im Testblock mit koordinierter Maßnahme binnen 24 Wochen nicht um mindestens 40 % gegenüber dem Kontrollblock sinkt
M1 Methode		Synthese über drei Ebenen (vergleichende Sinnesphysiologie, Verwilderungsbiologie, urbane Evolutionsökologie), vergleichendes Raster mit drei Vergleichsarten und fünf vorregistrierbare Experiment-Designs mit Kontrollbedingungen
X1 Messgröße		Flimmerverschmelzungsfrequenz der Taube, im Werk ca. 143 Hz gegenüber ca. 60 Hz beim Menschen einheit: Hz · misst: G1