

Digitale Wirklichkeit im Wildtiermanagement

Modelle, Simulationen, Algorithmen – das heutige Wildtiermanagement wirkt technischer denn je. Fragestellungen können dadurch in bisher nie da gewesener Weise untersucht werden. Gleichzeitig steigt aber der Grad der Komplexität der Methoden und man fragt sich, ob diese digitalen Wirklichkeiten nicht den Bezug zur Realität verlieren.

Von Florian Kunz



FOTO: ANDRE STÖCK-PIKUP

Modelle sind allgegenwärtig. Wir haben uns bereits so sehr an den Einsatz von Modellen zur Bewältigung wichtiger und auch weniger wichtiger Aufgaben gewöhnt, dass wir ihren Einsatz gar nicht mehr wahrnehmen. Der tägliche Wetterbericht beispielsweise, heute oft belächelt ob seiner gelegentlich etwas irrümlichen Voraussagen, ist das Ergebnis komplexester Modelle. Hunderttausende Satelliten, Wetterballone und Wetterstationen sammeln weltweit durchgehend Unmengen von

Daten, welche in über Jahrzehnte hinweg verfeinerte Modelle fließen, um schließlich eine Aussage über die Regenwahrscheinlichkeit und damit potenzielles Grillwetter am Sonntag zu ermöglichen. Während wir vereinfachte Grafiken für die Planung unseres Wochenendes präsentiert bekommen, stecken im Hintergrund sogenannte numerische Wettervorhersagen. Diese sind im Kern riesige mathematische Gleichungen, in die sämtliche Eingangsdaten fließen und dort miteinander verknüpft werden. Ob nun

der Wetterbericht, die kürzeste Fahrstrecke in Google Maps oder die Wachstumskurven diverser Viruserkrankungen, Modelle sind fast überall im Einsatz. So vielfältig die Einsatzmöglichkeiten sind, so vielfältig sind auch die Modellvarianten und Konzepte. Der Begriff Modell bezeichnet dabei grob die Abstraktion der Wirklichkeit auf die für eine Fragestellung wesentlichen Parameter. Als mathematische Modelle werden dabei jene bezeichnet, welche Eingangsparameter mathematisch miteinander verknüpfen

– im Gegensatz zu beispielsweise dem theoretischen Modell des Homo oeconomicus, einem gedanklichen Modell der Wirtschaftswissenschaften, welches einen ideellen, rational handelnden und nutzenmaximierenden Akteur beschreibt. So kann eine sehr stark vereinfachte Temperaturvorhersage aus den Daten des Höhenmodells berechnet werden, indem mit steigender Höhe die Temperatur um einen bestimmten Betrag abnimmt – im Mittel 0,65° C pro 100 Höhenmeter.

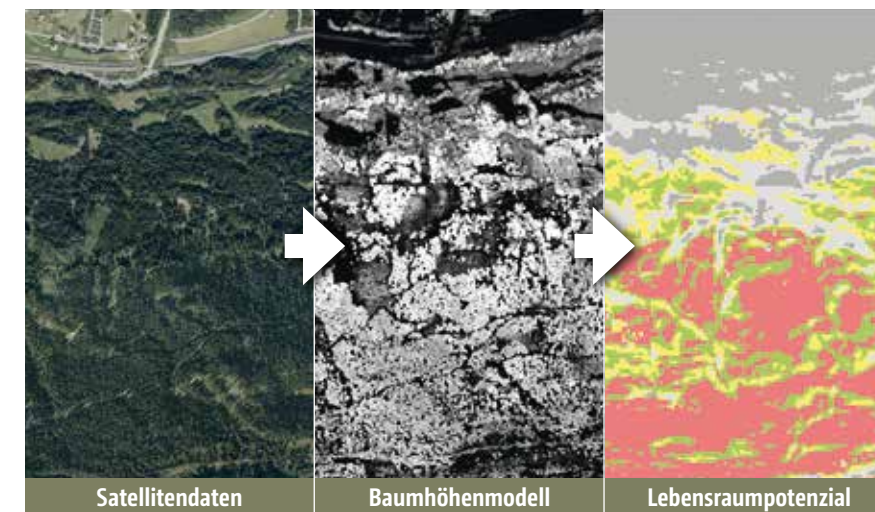
Modelle im Wildtiermanagement – eine neue Erfindung?

Das moderne Wildtiermanagement ist ebenso auf den Einsatz von Modellen angewiesen. Modelle sind dabei eigentlich nichts Neues. Seit Jahrzehnten werden bereits verschiedenste ökologische Fragestellungen im Wildtiermanagement anhand von Modellen bearbeitet. Die Bandbreite ist dabei kaum zu überblicken und reicht von der Feststellung von Habitatpräferenzen und essenziellen Lebens-

raumparametern bis hin zu physiologischen und ökologischen Zusammenhängen. Neu sind hingegen die Methoden, die heutzutage zur Verfügung stehen. Konkret sind vor allem die Rechenleistung der Computer und die Raffinesse der Algorithmen stetig gewachsen. Bereits 1965 formulierte Gordon Moore dazu seine Beobachtung, dass sich die Komplexität und damit Leistungsfähigkeit von Mikrochips alle ein bis zwei Jahre verdoppelt. Stand die Entwicklung von Computern damals noch in den Anfängen, ist diese heute als „Moore’sches Gesetz“ bekannte Faustregel weiterhin gültig und steht damit repräsentativ für den immensen Fortschritt der technischen Möglichkeiten auf diesem Gebiet. Inzwischen sind herkömmliche statistische Modelle weit fortgeschritten und ein neuer Ansatz hält Einzug ins Wildtiermanagement: maschinelles Lernen. Darunter versteht man Algorithmen, die sich innerhalb ihrer Rahmenbedingungen selbstständig verbessern können. Die Auswertung von Fotofallenbildern kann hier als Beispiel dienen. Mussten bis vor Kurzem noch alle Bilder manuell von Menschen betrachtet und klassifiziert werden, werden inzwischen Algorithmen dafür trainiert. Zum Einsatz kommen dabei sogenannte neuronale Netze – das sind künstliche programmierte Netzwerke nach dem biologischen Vorbild des Nervensystems im Gehirn. Vereinfacht ausgedrückt, wird versucht, Nervenzellen und deren Kommunikation nachzubilden. Durch die Vielzahl solcher nachgebildeter Knoten können diese Netzwerke schlussendlich selbstständig Entscheidungen treffen. Dazu brauchen sie aber intensives Training; im Falle der Bildererkennung unserer Kamerafallen sind das bereits ausgewertete Bilder.

Diese Bilder, anhand deren das Modell lernt, müssen von Experten erstellt und kontrolliert werden. Dies kann einen hohen initialen Aufwand bedeuten, da große Datenmengen für das selbstständige Lernen notwendig sind. Der Nutzen des späteren Modells steht und fällt mit der Qua-

Bilder von Fotofallen mussten bis vor Kurzem noch manuell von Menschen betrachtet und klassifiziert werden. Inzwischen wurden Algorithmen auf die Auswertung hin trainiert. Das hier angewandte Modell hat selbstständig zwei Tiere auf diesem Foto erkannt. Diese Informationen (zwei Tiere anwesend am 21.4.21 um 8:21) können weiterführend für diverse Fragestellungen verwendet werden, von reinem Monitoring bis hin zu komplexen Analysen der Raumnutzung.



FOTOS: F. KUNZ

Korrelative Modelle können aus einer Vielzahl von Inputdaten nachvollziehbar und unbeeinflusst Habitateignung vorhersagen. Das hier modellierte Lebensraumpotenzial wies unter anderem die Baumhöhen als wichtige Variable aus, welche wiederum aus umfangreichen Satellitendaten modelliert werden.



Modelle lösen Fachwissen nicht ab. Im Gegenteil, ein gutes Modell kann nur mithilfe von fundiertem ökologischem Wissen erstellt und validiert werden.

lität der Trainingsbilder. Umso bedeutender ist also die fachliche Expertise derjenigen, welche diese Bilder ursprünglich auswerten oder kontrollieren. Das Netzwerk „lernt“ dann anhand der vorausgewerteten Bilder, welche Merkmale auf einem Foto für ein Wildtier sprechen. Mit genügend Training sind diese Algorithmen in der Lage, aufgrund der Anordnung und Farbe der Pixel in neuen Fotos bekannte Muster – in unserem Fall Wildtiere – zu erkennen. Bei den heutigen Datenmengen (ein von mir betreutes Projekt erbringt beispielsweise alle drei Monate etwa 60.000 neue Fotos) stellt diese Automatisierung eine deutliche Verbesserung dar. Neben der immensen Zeitersparnis arbeiten die Algorithmen auch stets mit gleich guter Genauigkeit und sind damit Menschen überlegen, deren Aufmerksamkeit mit der Zeit abnimmt.

Die Fifty Shades der Habitatmodelle

Die Habitatmodellierung ist eine Kernaufgabe des Wildtiermanagements. Experten können Flächen lokal sehr gut und detailliert

begutachten – sobald aber größere räumliche Einheiten abgedeckt werden müssen (z. B. ein Bundesland), sind Begehungen aller Flächen schlicht nicht mehr durchführbar. Auch hier kommen deshalb Modelle zum Einsatz. Habitatmodelle sind dabei meist räumlich explizit. Das heißt, die mathematischen Gleichungen, welche die einzelnen Variablen verknüpfen, erzeugen schlussendlich für jede Flächeneinheit (z. B. zehn Quadratmeter oder ein Hektar) einen Wert für die Habitateignung. Somit kann eine Karte erstellt werden, welche basierend auf den Habitatpräferenzen einer Art die Habitateignung über ein gesamtes Gebiet (für Bundesländer, Staaten oder sogar international) modelliert. Habitatmodelle kommen inzwischen in allen Formen und Farben vor, lassen sich jedoch grob in zwei unterschiedliche Konzepte unterscheiden: mechanistische Modelle und korrelative Modelle. Mechanistische Modelle sind jene, in denen existierendes Vorwissen eingesetzt und in weiterer Folge zur Vorhersage verwendet wird. Experten formulieren dabei von ihnen angenommene kausale Zusammenhänge.

Das bekannte HSI-Modell (Habitat Suitability Index) ist ein solches. Hier werden Variablen ausgewählt und manuell miteinander verknüpft, um auf den Habitateignungswert einer Fläche zu kommen. Das benötigte Vorwissen stammt dabei meist aus vorangegangenen Studien zur Habitatselektion und Erfahrungen. Der Vorteil dieses expertenbasierten Ansatzes liegt klar in der Unabhängigkeit von großen Datenmengen, die sonst nötig wären, um die Zusammenhänge statistisch (statt expertenbasiert) zu formulieren.

Mit dem Anstieg der Rechenleistungen kam es allerdings auch zu einem gewaltigen Anstieg der verfügbaren Datenmengen. Etwa 90 % der weltweit verfügbaren Daten wurden in den letzten fünf Jahren geschaffen. Diese Datenmengen ermöglichen immer mehr den Einsatz korrelativer Modellansätze zur Habitatmodellierung, nicht zuletzt auch unter Anwendung maschinellen Lernens. Hier wird die Entscheidung über die Signifikanz und Verknüpfung von Variablen nicht durch Experten getroffen, sondern über statistische Verfahren datenbasiert ermittelt. In der Wildtierforschung sind diese Ansätze zur Habitatmodellierung inzwischen über-

wiegend, da sie frei von Annahmen durch den Modellierer sind. Eine besonders etablierte Prozedur ist dabei die Modellierung über die Maximum-Entropie (MaxEnt). Der Grundgedanke ist dabei recht einfach: Der Algorithmus berechnet beispielsweise das Habitatpotenzial einer Art und überprüft dieses anhand von Präsenznachweisen. Dann ändert er selbstständig eine Kleinigkeit (so kann zum Beispiel eine neue Habitatvariable inkludiert werden) und berechnet und überprüft das Habitatpotenzial erneut. Ist das neuere Modell besser in der Vorhersage als das alte, behält der Algorithmus die Änderung bei – er hat damit gelernt, dass diese Variable in der Modellierung des Habitatpotenzials wichtig ist. Als maschinell lernender Ansatz errechnet diese Prozedur somit durch tausendfaches Wiederholen dieser Schritte das Modell, welches die Daten bestmöglich erklärt. Die Algorithmen übernehmen hier eine Arbeit, die wir kaum selbst durchführen könnten. Ein kürzlich erstelltes Lebensraumpotenzialmodell des Haselhuhns für die Steiermark fußt beispielsweise auf 20 einzelnen Modellen mit je bis zu 5.000 Wiederholungen – ein Aufwand, der manuell kaum bewältigbar wäre (Artikel dazu im ANBLICK 9/2021, Seite 14-15). Während die selbstlernenden Algorithmen eine gewaltige Leistung erbringen, darf eines nicht vergessen werden: Jedes Modell muss auch validiert werden. Neben der statistischen Validierung, welche für alle korrekt durchgeführten Modelle obligatorisch ist, ist vor allem eine Evaluierung durch Experten und Lokalkenntnisse empfehlenswert. Modelle müssen dabei auf ihre Tauglichkeit und Vorhersagegenauigkeit kontrolliert werden. Sogenannte Feedback-Schleifen (Modell wird erstellt, Experte begutachtet und gibt Kommentare, Modell wird daraufhin nochmals verfeinert/angepasst) können zu maßgeblichen Verbesserungen führen. Während Habitatmodelle immer häufiger mittels korrelativer Modelle errechnet werden, kommen den mechanistischen Modellen zunehmend neue Aufgaben zu. In ihrer Flexibilität erlauben sie die Formulierung diverser Zusammenhänge. So konnte beispielsweise in einem Projekt einer interdisziplinären Arbeitsgruppe mit Beteiligten aus der Universität für Bodenkultur Wien, der Landesforstdirektion des Landes Steiermark sowie der Steirischen Landesjägerschaft die Prädisposition von Forstbeständen gegenüber Rotwildschäle modelliert werden (siehe Kasten). >>>

Ansprechen mit künstlicher Intelligenz

Nicht nur Wildbiologen und Meteorologen arbeiten mit Algorithmen, längst sind vergleichbare Methoden auch bei Naturenthusiasten angekommen. So hat beispielsweise Swarovski Optik eine Ansprechhilfe entwickelt, die längst praxistauglich ist.

Das Basisgerät von Swarovski nennt sich Digital Guide (dG). Es handelt sich dabei um ein smartes Fernglas, das über eine eingebaute Kamera verfügt und mit dem Smartphone des Anwenders gekoppelt werden kann. Das Prozedere ist ganz einfach. Während der Naturbeobachtung fotografiert man, was gerade beobachtet wird, egal ob Vogel, Insekt oder Säugetier. In Kombination mit dem Swarovski dG ermöglicht die kostenlose Swarovski Wildlife-ID-App die automatische Identifizierung von insgesamt 100 verschiedenen Säugetieren, 200 Schmetterlingen und 50 Libellen, die in der freien Natur in Europa beobachtet werden können. Auf Knopfdruck landen die Beobachtungen als Foto

auf dem Smartphone und der App zur automatischen Bestimmung. Bislang funktioniert die App nur für die Erkennung der Arten. Es wäre ab nun jedoch nur ein kleiner Schritt, um der künstlichen Intelligenz hinter dem System beizubringen, auch innerhalb der Arten weitere Ansprechmerkmale zu berücksichtigen.

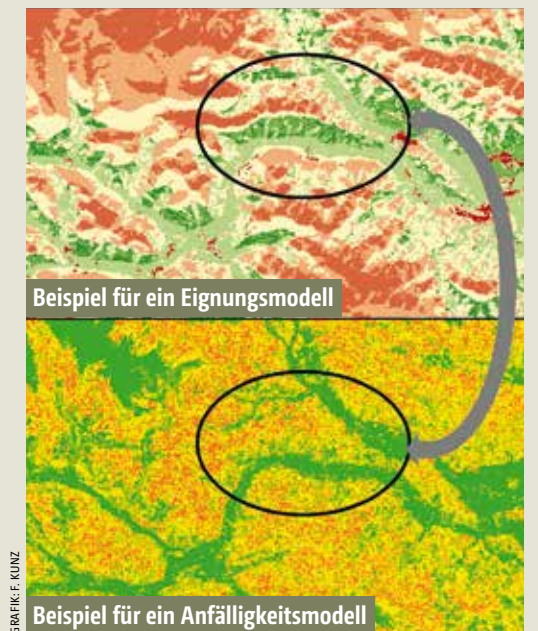
In naher Zukunft könnte es also bereits möglich sein, dass das eigene Handy die Schwierigkeit des Ansprechens von Hirsch, Gams und Reh übernimmt. Ob dann bei Fehldiagnosen der App-Entwickler oder der Jäger vor der Bewertungskommission Rechenschaft ablegen muss, steht allerdings noch nicht gänzlich fest.



FOTO: R. BERNHARDT

Modellrechnen für die Praxis

Der mechanistische, expertenbasierte Modellierungsansatz eignet sich zur Darstellung funktioneller Zusammenhänge. Beispielhaft hierfür steht ein Modell der Anfälligkeit von Beständen gegenüber Rotwildschäle. Dabei mussten sowohl die relevanten Variablen (z. B. Deckungsgrad, Nadelholzanteil etc.) als auch deren Effekte („Wie wirkt sich diese Variable auf die Anfälligkeit aus?“) von Experten definiert werden. Dies führt schlussendlich zu einer Modellgleichung, die alle Variablen miteinander verknüpft und eine Vorhersage der Anfälligkeit für jede Flächeneinheit ermöglicht. Ein großes Einsatzfeld im praktischen Wildtiermanagement ergibt sich nun aus dem Vergleich dieses Modells mit anderen Modellen. Beispielsweise kann das Modell der Anfälligkeit mit einem Habitatmodell verglichen werden. Ist sowohl die modellierte Anfälligkeit einer Fläche als auch die Habitateignung (bzw. Attraktivität) hoch, so sollten auf diesen Flächen Maßnahmen stattfinden, um zukünftigen absehbaren Problemen (z. B. Schälschäden) vorzubeugen. Ist jedoch die modellierte Anfälligkeit gering, bei gleichzeitig hoher Attraktivität, könnten diese Flächen als Wildruhezonen oder Einstandsflächen etabliert werden.



GRAFIK: KLINZ

Räumliche Modelle sind wesentliche Instrumente eines modernen Wildtiermanagements. Flächen können anhand verschiedener Faktoren begutachtet werden, hier exemplarisch dargestellt anhand zweier fiktiver Modelle: ein Eignungsmodell dieser Fläche für eine Wildart und ein Anfälligkeitsmodell dieser Fläche gegenüber beispielsweise Wildeinfluss.



FORSTLER & JÄGER

Die moderne jagende Person zieht zum Morgenansitz – getrieben von der Lust auf Wildbret oder auf der Suche nach guten Motiven für den Instagram-Account oder den bewaffneten Kampf für den Wald von morgen. Der weniger moderne Jäger trägt sein ohnehin selten selfietaugliches Gesicht zum Morgenansitz, um jenes Schauen, Sinnen, Ausruhen und Erwarten zu erleben, das jagdliche Erfüllung bedeutet. Dazu gehören auch Ruhe und Distanz zur Manie moderner Lebenswelten. Doch auch unsere

erfolgte der Holzeinschlag zeitlich begrenzt im Winter, wenn der Boden gefroren war und die Leute entsprechend Zeit hatten für die Waldarbeit. Geschah das auch noch in Form von Kahlschlägen oder Absäumungen, konzentrierte sich die Schlägerungsarbeit in der Regel auf ein sehr kleines Gebiet. Moderne Formen des Waldbaus mit kleineren Eingriffen bedeuten auch, dass in Summe auf größerer Fläche gearbeitet wird. Das Aufräumen diverser Sturm- und Käferschäden kommt hier natürlich noch hinzu. Es herrscht

Ruhe bitte!

Wälder werden lauter und enger. So ist es mit der vielbesungenen Waldeinsamkeit oft nicht mehr weit her. Ein Hauptgrund dafür ist sicher die Erschließung. Über 120.000 Kilometer Forststraßen durchziehen unsere Wälder und bilden das Rückgrat der modernen Forstwirtschaft. Unerschlossene Gipfel oder Gräben gibt es kaum noch. Die Jagd profitiert oft davon, dass man jetzt schnell und bequem dorthin kommt, wo man früher mühsam und schweißtreibend hinpirschen musste. Ganz zu schweigen vom Transport erlegten Wildes usw. Doch folgen dem Wegebau nicht nur Jäger, sondern in der Folge auch Reiter, Biker, Wanderer und andere mehr. Am besten noch ein schöner Parkplatz im Tal, Ausschank am Berg und schon geht's rund. Für die Forstpartie entstehen dabei willkommene Nebeneinkünfte in Form von Pächterlösen und dergleichen. An schönen Herbstwochenenden ziehen so mancherorts bunte Karawanen durchs ehemals stille Holz, als wär grad Fasching. Aber auch die Waldbewirtschaftung hat sich geändert. Früher

also mehr oder weniger Ganzjahresbetrieb im Wald. Zumindest unser Rehwild kommt damit sehr gut zurecht und stellt sich beeindruckend gut darauf ein. Ärgerlicher ist das schon für den Jäger selbst. Wir sind da oft weniger anpassungsfähig. Wenn der erste Anblick bei der Fahrt ins Revier eine Rotte Nordic Walker ist und man dann auf der Pirsch zwar den John Deer röhren hört, nicht aber den Brunfthirsch, macht das verständlicherweise verdrießlich. Natürlich kann man sich mit diesen Gegebenheiten arrangieren und natürlich gibt es Mittel und Wege, dass verschiedene Nutzergruppen gut miteinander auskommen. An der Fähigkeit, hier Lösungen zu bieten, wird die Jagd auch gemessen werden. Doch ein bitterer Beigeschmack bleibt. Die Jagd wird nicht müde, das Mantra vom Verlust der Lebensräume zu summen. Das ist gut, recht und richtig. Aber nicht nur dem Wild kommt der Lebensraum abhanden, auch uns Jägern wird der Wirkungsraum Stück für Stück eingeengt.

Harald Chapin

Neben den hier genannten Beispielen existieren natürlich Dutzende weitere Prozeduren, vor allem im Bereich der korrelativen Modelle, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann.

Modellieren ... oder doch lieber nicht?

Obwohl dieser Artikel nur einen oberflächlichen Blick auf die umfangreiche Materie des Modellierens werfen kann, wird eins klar: Moderne Modellierungsansätze werden zwar aufwendiger, aber der Bezug zur Wirklichkeit geht nicht verloren. Die steigenden Ansprüche (ein solides Verständnis der statistischen Methode ist genauso nötig wie veritable Erfahrung im Schreiben von Programmiersprachen) werden belohnt mit immer feineren Modellen. Ein wesentlicher Merksatz dabei ist: Kompliziertere Modelle sind nicht immer besser. Wie früher gilt auch heute, dass ein Modell primär seine Aufgabe erfüllen soll, darüber hinaus aber keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit stellen kann. Der berühmte Satz „All models are wrong (but some are usefull)“ – auf Deutsch: „Alle Modelle sind falsch, aber manche sind nützlich“ (Aphorismus des großen Statistikers George Box, 1919–2013) verweist auf diesen Gedanken. Dieser ironisch wirkende Ausspruch beschreibt die Eigenschaft von Modellen, die Wirklichkeit in ihrer gesamten Komplexität nie korrekt abbilden zu können. Jedoch eignen sie sich, die für bestimmte Fragen relevanten Informationen zu berücksichtigen, und können damit nützliche Aussagen über spezielle Sachverhalte treffen. Modelle lösen Fachwissen nicht ab. Im Gegenteil, ein gutes Modell kann nur mithilfe von fundiertem ökologischem Wissen erstellt und validiert werden. Die Auswahl der Variablen und Parameter muss stets unter dem Blickwinkel der Fragestellung und der Biologie der Art geschehen. Die Validierung eines räumlichen Modells durch lokale Experten oder Begehungen im Gelände sollte zudem zum Standard werden. Wird das alles berücksichtigt, ermöglichen uns die neuen Algorithmen und Datenmengen die Erzeugung immer feinerer und zielführenderer Modelle. Diese werden damit weiterhin wichtige Instrumente in einem modernen Wildtiermanagement sein.