

# **Mobilität im Wandel: Nachhaltige Entwicklung des mongolischen Steppenökosystems (MORE STEP)**

**Hauptphase, Teilprojekt Senckenberg Biodiversität und Klima  
Forschungszentrum (SBiK-F)**

## **Teilprojektspezifischer abschließender Kurzbericht**

**Förderkennzeichen:** 01LC1820A

**Vorhabenbezeichnung:** BioTip-Verbund Hauptphase: Mobilität im Wandel: Nachhaltige Entwicklung des mongolischen Steppenökosystems (MORE STEP), Teilprojekt SBiK-F

**Zuwendungsempfänger:** Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum (SBiK-F)

**Laufzeit des Vorhabens:** 01.03.2019 - 30.06.2023

**Berichtszeitraum:** 01.03.2019 - 30.06.2023

### **Am Projekt beteiligte WissenschaftlerInnen**

#### **PIs**

Prof. Dr. Thomas Müller, SBiKF, Professor für Bewegungsökologie und Schutz der Biodiversität

Prof. Dr. Thomas Hickler, SBiKF, Professor für Quantitative Biogeographie

#### **PostDocs, PhD-, MSc-, BSc-, Studenten**

Dr. Nandintsetseg Dejid, SBiK-F, PostDoc

M.Sc. Theresa Stratmann, SBiK-F, Doktorandin

M.Sc. Philipp Mendgen, SBiK-F, Doktorand

#### **Beteiligte mongolische Partner:** Wildlife Conservation Society Mongolei (WCS)

Dr. Shiilegdamba Enkhtuvshin, Landesdirektor

Dr. Kirk Olson, Direktor für Naturschutz

Dr. Bayarbaatar Buuveibaatar, Leiter für Naturschutzwissenschaft

Frankfurt am Main, 22.12.2023

**SENCKENBERG**

Das More Step Projekt ist eine sozial-ökologische Forschungsinitiative, die sich auf Mobilität als zentrales Thema konzentriert. In Phase 1 hat das Forschungskonsortium des Projekts daher die Bewegungen von wilden Pflanzenfressern und nomadischen Hirten und ihrem Weidetiere im mongolischen Steppenökosystem (MSE) untersucht. Der Grundgedanke des Projekts beruht auf der Hypothese, dass Mobilität für die Steppenlandschaft unerlässlich ist, um die Abundanz von Pflanzenfressern in einem intakten Ökosystem aufrechtzuerhalten, und dass zunehmende Veränderungen im Lebensstil der Menschen und die Fragmentierung der Landschaft zu einem Rückgang der Mobilität und einem Kipppunkt für die Abundanz führen könnten. Senckenberg BiK-F, ein Teilprojekt im Rahmen des More Step Forschungskonsortiums, konzentrierte sich auf ein besseres Verständnis der *Bedeutung der Mobilität von Wildtieren für die Aufrechterhaltung der Populationsdichte* und war für die Arbeitspakete (WP) WP3 Mobilität von Wildtieren, WP7 Abundanz von Wildtieren und Weidetiere & WP8 Gekoppelte Modellierung von Pflanzenfresser-Vegetation hauptverantwortlich. Hauptziel was es ein besseres Verständnis der folgenden Punkte: (i) *Auswirkungen der anthropogenen Entwicklung auf das Bewegungsverhalten der mongolischen Gazelle, dem wichtigsten Huftier in der mongolischen Steppe.* (ii) *Ein möglicher Kipppunkt, der zu einem irreversiblen Verlust der Gazellenpopulation führen könnte, weil die Mobilität durch den Wandel in der Steppe eingeschränkt wird.* (iii) *Potenzielle Mechanismen, durch die sich die Mobilität auf den Gazellenbestand auswirkt, unter Berücksichtigung der Auswirkungen von Klima und sozioökonomischen Faktoren.*

## **Projektablauf und wissenschaftliche Schlüsselergebnisse**

### **Modul Mobilität (WP3 Mobilität von Wildtieren)**

*Auswirkungen der anthropogenen Entwicklung auf das Bewegungsverhalten mongolischer Gazellen*

Feldstudie & Datenerhebung: Wir haben zunächst umfangreiche Feldaktivitäten durchgeführt. Im Laufe von drei Jahren (2019-2022) haben wir 68 GPS-Halsbänder an Gazellen entlang des West-Ost-Störungsgradienten im Studiengebiet angebracht, das eine Fläche von 369.638 km<sup>2</sup> in der Mongolei umfasst. Diese Studie stellt einen bedeutenden Meilenstein dar, da sie die erste gleichzeitige Überwachung der Bewegungen der mongolischen Gazelle entlang eines Störungsgradienten ermöglicht hat, der im Studiengebiet von Westen nach Osten abnimmt. Die Daten wurden verwendet, um die Reaktion der Gazelle auf lineare Hindernisse zu quantifizieren und zu identifizieren. In Verbindung mit vorhergehenden Bewegungsdaten ab 2007 lieferten die neuen Daten wertvolle Erkenntnisse über die Veränderungen der Gazellenbewegungen in der östlichen Steppe im Laufe der Jahre. Wichtige Ergebnisse: Gazellen reagieren unterschiedlich auf verschiedene lineare Infrastrukturen wie Zäune, Eisenbahnlinien, Asphalt- und Feldwege. Zäune, die sich in der Nähe von Bahngleisen und der chinesischen Grenze befinden, stellen eine stärkere Barriere für Gazellen dar als Straßen. Die Gazellen schienen jedoch den gleichen Abstand zu Zäunen und asphaltierten Hauptstraßen einzuhalten, was darauf hindeutet, dass das hohe Verkehrsaufkommen auf Hauptstraßen einen ähnlichen Effekt wie Zäune haben könnte. Darüber hinaus haben wir lineare Infrastrukturmerkmale kartiert, die die Bewegungen der Gazellen behindern. Eine Karte der Durchlässigkeit wird ein wertvolles Instrument für Interessengruppen sein, die die Durchlässigkeit von Hindernissen für Wildtiere verbessern wollen. Wichtig ist, dass die zwischen 2007 und 2021 durchgeführte Längsschnittstudie gezeigt hat, dass die Langstreckenbewegungen der Gazellen im Laufe der Jahre abgenommen haben, was hauptsächlich auf die zunehmende Landschaftsfragmentierung und das Verkehrsaufkommen in der östlichen Steppe der Mongolei zurückzuführen ist. Die zweiwöchentlichen Langstreckenbewegungen gingen von 147,9 km im Jahr 2007 auf 97,7 km im Jahr 2020 zurück (33,9%). Die mongolischen Gazellen sind durch den irreversiblen Verlust ihrer nomadischen Langstreckenbewegungen im Laufe der Jahre gefährdet, was sie anfällig für extreme Anomalien wie Dürreperioden in der Steppe macht, die häufig zu einem Massensterben führen.

### **Modul Abundanz von Pflanzenfressern (WP7)**

*Verknüpfung der Mobilität von Wildtieren mit der Abundanz von Populationen: Ein potenzieller Kipppunkt, der zu einem irreversiblen Verlust der Gazellenpopulation aufgrund verminderter Mobilität führen könnte.*

Feldstudie & Datenerhebung: Im Jahr 2020 führten wir eine Wildtieruntersuchung durch, um die Gazellendichte und -abundanz in der gesamten Untersuchungsregion zu schätzen, die sich über 433.245 km erstreckt<sup>2</sup>, was ~64% des gesamten bekannten Verbreitungsgebiets der Gazellen in der Mongolei ausmacht. Diese Erhebung lieferte die erste nahezu flächendeckende Schätzung für die mongolische Gazelle. Die Daten wurden dann zur Schätzung der Populationsgröße und zur Erstellung einer Dichteflächenschicht verwendet, die mit den in WP3 gesammelten Gazellenverfolgungsdaten verknüpft

wurde. **Wichtigste Ergebnisse:** Die mongolische Gazellenpopulation wird auf 1,9 Millionen geschätzt, mit einer durchschnittlichen Gruppengröße von etwa 160 Individuen. Die Gazellendichte nimmt von den weniger gestörten östlichen Regionen in Richtung der stärker gestörten westlichen Regionen ab. Wir haben die Auswirkungen menschlicher Störungen, der Verfügbarkeit von Vegetation und der Bewegungen der Tiere auf die Häufigkeit der Gazellen analysiert. Wir fanden heraus, dass die zunehmende Mobilität der Gazellen direkt mit ihrer Abundanz verbunden war. Die Abundanz der Gazellen war in Gebieten höher, in denen sich die Gazellen mehr bewegen. Im Gegensatz dazu traten Gazellen mit eingeschränkter Mobilität in stärker gestörten Gebieten überwiegend in Regionen mit extrem geringer Gazellenabundanz auf. Die Gazellen im Osten hatten ein 60-mal größeres Verbreitungsgebiet als die Gazellen im Westen der Untersuchungsregion. Wichtig ist, dass die Störungen durch den Menschen zu einer Verringerung der Bewegungen und der Abundanz der Gazellen führten. Die indirekte Auswirkung menschlicher Störungen durch verringerte Gazellenbewegungen hatte einen größeren Einfluss auf die Abundanz der Gazellen als die direkte Auswirkung der Störung auf die Abundanz. In der Gesamtschau weisen diese Ergebnisse darauf hin, dass es bei weiteren Störungen zu einem Kipppunkt kommen könnte.

### **Modul Herbivoren-Vegetationsmodellierung (WP8)**

*Mögliche Mechanismen, durch die sich die Mobilität auf die Häufigkeit von Gazellen auswirkt, unter Berücksichtigung der Auswirkungen von Klima und sozioökonomischen Faktoren.*

**Modellierungsansatz:** In WP8 wurde ein neuartiger Modellierungsansatz entwickelt, bei dem sich bewegende Gazellen in ein dynamisches globales Vegetationsmodell (DGVM LPJ-GUESS) integriert wurden, um die Bedeutung der Mobilität für die Aufrechterhaltung der Herbivorenpopulationsdichten zu testen. Dies war unseres Wissens nach dem ersten Mal, dass bewegliche Pflanzenfresser in ein dynamische globale Vegetationsmodell integriert wurden. Das Modell simulierte die Gazellenpopulationsdynamik von 1901 bis 2018 unter zwei Szenarien: freie und eingeschränkte Bewegung. Die Modelleingaben, Parameter und Prozesse wurden später in Simulationsexperimenten verwendet, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gazellenpopulationsdynamik zu verstehen. Die Populationsdynamik der Gazellen wurde bis zum Jahr 2100 unter den Szenarien des sozioökonomischen Pfads (SSP) simuliert (SSP1-2.6 vs. SSP5-8.5). SSP1-2.6 geht von einem Pfad der Nachhaltigkeit aus, bei dem der Mensch den Temperaturanstieg auf 2°C begrenzt, während SSP5-8.5 von einer starken Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen während des gesamten 21<sup>st</sup> Jahrhunderts ausgeht. **Ergebnisse:** Das Modell sagte voraus, dass Gazellen mehr als 2,2 Mal häufiger vorkommen, wenn sie sich frei bewegen können, und dass sie in 71% des Untersuchungsgebiets nicht mehr vorkommen können, wenn die Mobilität eingeschränkt ist. Dies deutet darauf hin, dass die Bewegung über große Entfernungen der Schlüssel für die Existenz größerer, stabilerer Pflanzenfresserpopulationen ist. Die Mobilität führte zu einem stärkeren Wachstum der Populationen in Zeiten mit reichlich Nahrung und zu einem geringeren Rückgang der Populationen bei Trockenheit. Wenn die Mobilität eingeschränkt war, führte ein hohes Vorkommen oft zu Überweidung und infolgedessen zur Ausrottung. Daher spielt die Mobilität eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung höherer Dichten. Die Kombination von Parametern der Ökophysiologie von Pflanzen und Pflanzenfressern in einem einzigen Modell zeigte außerdem eine unerwartete, aber potenziell bedeutende Rolle der Thermoregulation bei der Kontrolle der Populationsdynamik. Geringere Kosten für die Thermoregulation im Zusammenhang mit dem Klimawandel in Kombination mit einer Zunahme der Biomasse der Vegetation führten zu einem Anstieg der modellierten Gazellenpopulation. Außerdem schien das Klima eine Schlüsselrolle bei der Populationsdynamik der Gazellen zu spielen, da sich wärmere Winter positiv auf die modellierte Gazellenpopulation auswirkten. Bis zum Ende des Jahrhunderts könnte die Gazellenpopulation im Rahmen des SSP1-2.6-Szenarios um 41% und im Rahmen des SSP5-8.5-Szenarios um 117% zunehmen.

**Relevanz der Ergebnisse:** Wir konnten das Verständnis für die Bedeutung der Mobilität von Wildtieren bei der Aufrechterhaltung der Populationsdichte verbessern, die eine wertvolle Ressource für Naturschutzbemühungen und zukünftige Forschung sein werden. Unsere Ergebnisse stützen unsere anfängliche Hypothese, dass ein potenzieller Kipppunkt für wilde Pflanzenfresser erreicht ist, wenn die Mobilität eingeschränkt wird. Die Tracking-Daten sind entscheidend für die Fortsetzung der Studie zur Überwachung der Gazellenbewegungen, insbesondere angesichts der neuen Infrastrukturentwicklung in der Mongolei. Außerdem spielen die Ergebnisse eine entscheidende Rolle bei der Global Ungulate Migration Initiative und der Nominierung der östlichen Steppe der Mongolei zum Weltnaturerbe gespielt haben.

**Mobilität im Wandel: Nachhaltige Entwicklung des mongolischen  
Steppenökosystems  
(MORESTEP)**

**Hauptphase, Teilprojekt Senckenberg Biodiversität und Klima  
Forschungszentrum (SBiK-F)**

**Teilprojektspezifischer Abschlussbericht**

Förderkennzeichen: 01LC1820A

Vorhabenbezeichnung: BioTip-Verbund Hauptphase: Mobilität im Wandel: Nachhaltige Entwicklung des mongolischen Steppenökosystems (MORESTEP), Teilprojekt SBiK-F

Zuwendungsempfänger: Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum (SBiK-F)

Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2019 - 30.06.2023

Berichtszeitraum: 01.03.2019 - 30.06.2023

Am Projekt beteiligte WissenschaftlerInnen

**PIs**

Prof. Dr. Thomas Müller, SBiKF, Professor für Bewegungsökologie und Schutz der Biodiversität

Prof. Dr. Thomas Hickler, SBiKF, Professor für Quantitative Biogeographie

PostDocs, PhD-, MSc-, BSc-, Studenten

Dr. Nandintsetseg Dejid, SBiKF, PostDoc

M.Sc. Theresa Stratmann, SBiKF, Doktorandin

M.Sc. Philipp Mendgen, SBiKF, Doktorand

Beteiligte mongolische Partner: Wildlife Conservation Society Mongolei (WCS)

Dr. Shiilegdamba Enkhtuvshin, Landesdirektor

Dr. Kirk Olson, Direktor für Naturschutz

Dr. Bayarbaatar Buuveibaatar, Leiter für Naturschutzwissenschaft

Frankfurt am Main, 22.12.2023

**SENCKENBERG**

## Inhaltsübersicht

<b>1.</b>	<b>EINGEHENDE DARSTELLUNG</b>	<b>2</b>
1.1	<b>MODUL MOBILITÄT</b>	2
	WP 3: Mobilität von Wildtieren	2
	Aufgabe 3.1: Aufspüren von Gazellen	2
	Aufgabe 3.2: Bewegungsanalyse der Tracking-Daten der Mongolischen Gazelle	3
	Aufgabe 3.3 Entwicklung einer Durchlässigkeitskarte und von Indikatoren für Mobilitätseinschränkungen	5
	WP 4: Mobilität von Weidetieren und Hirten	7
	Aufgabe 4.2: Verbringung von Weidetiere	7
1.2	<b>MODUL PFLANZENFRESSER ABUNDANZ</b>	8
	WP 7: Abundanz von Wildtieren und Weidetieren	8
	Aufgabe 7.1: Abundanz der Gazellen	8
	Aufgabe 7.2 Erstellen Sie eine Karte der Dichteoberfläche	8
	Aufgabe 7.3 Verknüpfen Sie die Dichtekarte mit den Bewegungsdaten	9
	WP 8: Gekoppelte Herbivoren-Vegetationsmodellierung	9
	Aufgabe 8.1 Parametrisierung und Implementierung von Pflanzenfressern im Vegetationsmodell	9
	Aufgabe 8.2 Auswirkungen des Klimas und der Beweidung auf die Vegetation	10
	Aufgabe 8.3 Bedeutung der Mobilität für die Aufrechterhaltung der Populationsdichte von Pflanzenfressern und für die Vermeidung von Vegetationsverlusten	10
1.3	<b>MODUL SYNTHESE &amp; EMPFEHLUNGEN</b>	11
	WP 9 Integrierte Bewertung	11
	Aufgabe 9.1: Integration und Analyse sozial-ökologischer Daten	11
	Aufgabe 9.4: Integration von sozio-ökologischen Modellen	13
	WP10 Governance-Optionen	13
	Aufgabe 10.1: Managementmaßnahmen und -instrumente	13
1.4	<b>MODUL-KOORDINATION</b>	14
	WP 11a: Projektmanagement	14
	Aufgabe 11a.1: Wissenschaftliche Koordination	14
	Aufgabe 11a.2: Dissemination und Kommunikation	14
	Aufgabe 11a.3: Lokale Koordination	15
	WP 11b: Transdisziplinäre Integration	16
	Aufgabe 11b.1: Einbindung von Stakeholdern	16
	Aufgabe 11b.2: Wissensintegration - interdisziplinär und Stakeholder	16
<b>2.</b>	<b>DIE WICHTIGSTEN PUNKTE DER NUMERISCHEN BELEGE &amp; DIE NOTWENDIGKEIT UND ANGEMESSENHEIT DER PROJEKTARBEIT</b>	<b>18</b>
<b>3.</b>	<b>ERWARTETER NUTZEN, INSBESONDERE DIE NUTZBARKEIT DES ERGEBNISSES - EINSCHLIEßLICH KONKRETER PLÄNE FÜR DIE NAHE ZUKUNFT - IM HINBLICK AUF DEN AKTUALISIERTEN NUTZUNGSPLAN</b>	<b>18</b>
<b>4.</b>	<b>FORTSCHRITTE IM BEREICH DES PROJEKTS MIT ANDEREN EINRICHTUNGEN</b>	<b>19</b>
<b>5.</b>	<b>VERÖFFENTLICHUNGEN</b>	<b>19</b>

Das More-Step-Projekt ist eine sozial-ökologische Forschungsinitiative, die sich auf Mobilität als zentrales Thema konzentriert. Der Grundgedanke des Projekts beruht auf der Hypothese, dass Mobilität für die Steppenlandschaft unerlässlich ist, um die Abundanz von Pflanzenfressern in einem intakten Ökosystem zu erhalten, und dass zunehmende Veränderungen im Lebensstil der Menschen und die Fragmentierung der Landschaft zu einem Rückgang der Mobilität und einem Kipppunkt für die Abundanz führen könnten. Das Forschungsdesign des MoreStep-Projekts umfasst fünf Module und 11 Arbeitspakete (WPs). Senckenberg BiK-F, ein Teilprojekt im Rahmen des MoreStep-Forschungskonsortiums, konzentrierte sich auf ein besseres Verständnis der Bedeutung der Mobilität von Wildtieren für die Aufrechterhaltung der Populationsdichte und führte wissenschaftliche Studien zu WP3, WP4, WP7 und WP8 durch. Die wissenschaftlichen Ergebnisse aus diesen Arbeitspaketen wurden in zwei Synthese-Arbeitspaketen (WP9 & WP10) zusammengefasst, um sicherzustellen, dass die Forschungsergebnisse für alle Beteiligten zugänglich und verständlich sind. Senckenberg BiK-F war auch für die Koordinierung des More-Step-Projektmanagements (WP11a, Aufgabe 11b.2) verantwortlich, das eine Reihe von Forschungstreffen und Projektworkshops, Öffentlichkeitsarbeit zur Verbreitung und Kommunikation der Forschungsergebnisse sowie die Koordinierung von Feldaktivitäten und die Einbeziehung von Interessengruppen (Aufgabe 11b.1) umfasste. Hier finden Sie detaillierte Informationen zu jeder Aufgabe, einschließlich der Ergebnisse und ihrer Bedeutung für die Verbesserung der wissenschaftlichen Erkenntnisse und des Naturschutzes.

## 1. EINGEHENDE DARSTELLUNG

### 1.1 MODUL MOBILITÄT

#### WP 3: Mobilität von Wildtieren (Leitung: SBiKF - Müller)

##### Aufgabe 3.1: Aufspüren von Gazellen (Leitung: SBiK-F, beteiligte Partner: WCS Mongolia, Hustai NP)

**Ziel:** Erfassung der Bewegungen von mongolischen Gazellen im gesamten Untersuchungsgebiet, um a) einen räumlichen Vergleich der Bewegungen von den mehr vom Menschen dominierten zu den weniger vom Menschen dominierten Teilen der Untersuchungsregion zu ermöglichen und b) einen zeitlichen Vergleich mit Bewegungsdaten von vor bis zu 10 Jahren, als es in der Region weniger menschliche Störungen gab.

##### Meilenstein 3.1.1 Ausbringung von GPS-Halsbändern

**Arbeitsablauf & Ergebnisse:** Ursprünglich war geplant, im Jahr 2019 30 GPS-Halsbänder an Gazellen anzubringen. Im Laufe von drei Jahren (2019-2022) haben wir jedoch **68 GPS-Halsbänder an Gazellen entlang des West-Ost-Störungsgradienten im Studiengebiet in der Mongolei angebracht**, da wir einige Halsbänder aus vorhergehenden Jahren an anderen Gazellen neu anbringen konnten. Wir haben diese umfangreiche Feldarbeit gemeinsam mit zwei mongolischen Partnern durchgeführt, nämlich der Wildlife Conservation Society (WCS) Mongolia und dem Hustai National Park Trust (HNP). Beide Partner bemühten sich um die Einholung von Fanggenehmigungen beim Ministerium für Umwelt und Tourismus und waren außerdem stark in die Feldaktivitäten eingebunden. Im Jahr 2019 haben wir 35 mongolische Gazellen mit solargestützten Lotek-GPS-Halsbändern ausgestattet, und zwar entlang des Störungsgradienten von den mehr bis zu den weniger vom Menschen geprägten Gebieten in der Studienregion. Seit der Erfassung sind 15 Individuen eines natürlichen Todes gestorben und zwei GPS-Halsbänder haben aufgehört, die Bewegungsdaten zu übermitteln. Die Gazellen starben in der Nähe von Gebieten mit Störungen, darunter die bestehende Eisenbahnlinie nach China, Straßen und Bergbaugebiete. Im August 2021 holten wir diese GPS-Halsbänder zurück und brachten sie im September 2021 an zwei verschiedenen Orten in der Studienregion erneut an Gazellen an. Im Laufe des Winters und Frühjahrs 2022 starben jedoch mehrere Individuen aufgrund natürlicher Ursachen. Daher konnten wir im August 2022 16 GPS-Halsbänder einsammeln. Gemeinsam mit dem Hustai-Nationalpark setzten wir 12 Halsbänder an mongolischen Gazellen im Kerngebiet 2 (Bayantsagaan soum, Provinz Tüv) in unserer Studienregion aus. Diese Feldarbeit hat die Stichprobengröße der verfolgten Individuen im Westen der Studienregion erhöht. **Relevanz:** Diese Ergebnisse stellen einen bedeutenden Meilenstein dar, da sie die erste gleichzeitige Überwachung der Bewegungen der mongolischen Gazelle entlang eines Störungsgradienten ermöglichen, der von Westen nach Osten abnimmt. Darüber hinaus haben die Sender



stündliche Positionsdaten erfasst, d.h. es handelt sich um eine fein abgestufte Beobachtung von Wildtieren, die sich als äußerst nützlich erwiesen hat, um die Reaktion der Gazellen auf lineare Hindernisse zu quantifizieren und zu identifizieren. In Verbindung mit den Bewegungsdaten aus vorhergehenden Studien ab 2007 lieferten sie wertvolle Erkenntnisse über die Veränderungen der Gazellenbewegungen in der östlichen Steppe im Laufe der Jahre. Darüber hinaus wurden die aus dem Datensatz abgeleiteten Bewegungspfade im Rahmen der Global Ungulate Migration Initiative kartiert, um die nomadischen Bewegungen von Gazellen deutlich zu machen, die keine spezifischen Bewegungskorridore aufweisen. Die Tracking-Daten wurden für mehrere wissenschaftliche Arbeiten verwendet, z.B. für eine Arbeit, in der die Auswirkungen von Covid-19-Lockdowns auf die Bewegungen von Wildtieren auf der ganzen Welt untersucht wurden (Tucker et al., 2023).

### **Aufgabe 3.2: Bewegungsanalyse der Tracking-Daten der Mongolischen Gazelle**

**Ziel:** Bewertung der Auswirkungen von anthropogenen und Umweltbedingungen auf die Bewegungen der Gazellen.

#### **Meilenstein 3.2.1 Quantitative Analysen von Wildtierbewegungen**

##### **T3.2.1 Reaktionen der Gazellen auf die lineare Infrastruktur**

**Arbeitsablauf & Ergebnis:** Die in Aufgabe 3.1 gesammelten GPS-Tracking-Daten wurden verwendet, um die Reaktion der Gazellen auf verschiedene Arten von linearer Infrastruktur wie Zäune, Eisenbahnlinien, asphaltierte Straßen und unbefestigte Wege zu quantifizieren. Das Hauptziel dieser Aufgabe war es, die Auswirkungen von linearen Hindernissen auf die Bewegungen der Gazellen abzuschätzen. Diese Aufgabe wurde von 2020 auf 2021 verschoben, da es im Zusammenhang mit dem Covid-19 zu Verzögerungen bei der Beschaffung von räumlichen Infrastrukturdaten kam, die für die Untersuchung der Verhaltensreaktionen von Gazellen auf verschiedene Arten von Störungen durch den Menschen notwendig waren. Im Jahr 2021 hielt die Pandemiesituation in der Mongolei an, und die für September/Okttober 2021 geplante Reise in die Mongolei musste kurzfristig abgesagt werden, als neue Quarantänebestimmungen in Kraft traten. Anstatt die Aufgabe noch weiter hinauszuzögern, entschieden wir uns dafür, räumlichen Karten zu erstellen, indem wir die Position von Eisenbahnschienen, Zäunen entlang der Eisenbahnschienen, Zäunen entlang großer landwirtschaftlicher Flächen sowie des mongolisch-chinesischen Grenzzauns auf der Grundlage von Satellitenbildern, die auf Google Earth frei verfügbar sind, georeferenzierten. Wir haben auch Straßendaten aus kostenlosen Online-Quellen beschafft. Diese Daten waren zwar etwas veraltet und nur für bestimmte Zeiträume und nicht für die gesamte Studiendauer verfügbar, aber sie ermöglichten es uns, wie für 2021 geplant, mit der Analyse des Verhaltens von Gazellen in der Nähe von anthropogenen linearen Barrieren zu beginnen. Wir verwendeten die Barrier Behaviour Analysis, um die Reaktionen der Gazellen auf verschiedene anthropogene Barrieren zu kategorisieren. **Ergebnisse:** Wir schlossen die Analyse im Jahr 2022 ab und das Manuskript ist derzeit in Vorbereitung. Die wichtigsten Ergebnisse zeigten, dass Gazellen unterschiedlich auf verschiedene lineare Infrastrukturmerkmale wie Zäune, Eisenbahnlinien, Asphalt und unbefestigte Straßen reagieren. Zäune, die sich in der Nähe von Bahngleisen und der chinesischen Grenze befinden, stellen im Vergleich zu anderen Straßentypen eine stärkere Barriere für Gazellen dar. Die Gazellen schienen jedoch den gleichen Abstand zu Zäunen und asphaltierten Hauptstraßen einzuhalten, was darauf hindeutet, dass das hohe Verkehrsaufkommen auf Hauptstraßen einen ähnlichen Effekt wie Zäune haben könnte. Darüber hinaus stellten wir fest, dass sich die Verhaltensmuster je nach Tageslicht und Jahreszeit unterscheiden: Vermeidungsreaktionen und schnelles Überqueren von Hindernissen nahmen nachts und im Winter ab, während längere Aufenthalte an Hindernissen zunahmen. Dies ist vermutlich zumindest teilweise auf das geringere Verkehrsaufkommen zu diesen Zeiten zurückzuführen. **Relevanz:** Die Ergebnisse dieser Studie haben Auswirkungen auf den Naturschutz und legen nahe, dass geplante oder sich gerade im Bau befindliche Eisenbahnstrecken und asphaltierte Straßen nicht eingezäunt werden sollten und das Verkehrsaufkommen möglichst nicht erhöht werden sollte. Wir haben die Gebiete, in denen Gazellen auf Straßen und Zäune trafen oder Straßen überquerten, kartiert. Diese zeigen, wo dringend Maßnahmen stattfinden müssten., um die Durchlässigkeit der Landschaft für Wildtiere zu erhöhen.

##### **T3.2.2 Reaktionen der Gazellen auf Umweltbedingungen und wichtige Gebiete für mongolische Gazellen**

**Arbeitsablauf & Ergebnis:** Für diese Aufgabe haben wir drei verschiedene Analysen durchgeführt, um die Bewegungen der Gazellen als Reaktion auf lokale und/oder weit entfernte Stimuli (z. B. Vegetationsqualität, Schnee) zu untersuchen und Gebiete zu identifizieren, die von Gazellen wiederholt genutzt werden können. Im Jahr 2020 haben wir die Analyse der Ressourcenselektion der mongolischen Gazelle abgeschlossen, um zu verstehen, wie die Gazellen während der Vegetationsperiode für die Vegetation und im Winter für die Schneedecke auswählen. Wir haben die Analysen auf Populationsebene und auf individueller Ebene anhand von GPS-Daten von Gazellen, die von 2014 bis 2018 verfolgt wurden durchgeführt. Die Arbeit wurde 2021 in einer Fachzeitschrift mit Peer-Review veröffentlicht (Stratmann et al., 2021). Zusätzlich zu dieser Studie haben wir an einer Studie gearbeitet, die die nomadischen Langstreckenbewegungen der mongolischen Gazelle anhand von 5 Jahren GPS-Tracking-Daten eines einzelnen Individuums charakterisiert. Unser Ziel war es, diesen Artikel in einer verständlichen Sprache zu verfassen, um die Bedeutung der Langstreckenbewegungen von Gazellen für ihr Überleben hervorzuheben und die Rolle einer barrierefreien Landschaft für die Erhaltung des gesamten Steppenökosystems zu erklären. Diese Arbeit wurde 2022 in einer Fachzeitschrift veröffentlicht (Dejid et al., 2022). Schließlich versuchten wir anhand der Daten einer mehrjährigen Beobachtung der mongolischen Gazelle im östlichen Teil der Studienregion, Kalbungs- und Überwinterungsgebiete sowie Verbindungswege zu kartieren, um potenzielle Korridore zu identifizieren, insbesondere Gebiete, die in extremen oder unregelmäßigen Jahren genutzt werden. Wir verwendeten das Continuous Time Movement Model und identifizierten zwei Gebiete, die von Gazellen während ihrer Kalbungs- und Überwinterungszeit in verschiedenen Jahren genutzt werden. Diese Arbeit wird in der Zukunft fortgesetzt werden. Wir planen, Klima- und Beschleunigungsdaten von GPS-Halsbändern zu integrieren, um weiter zu untersuchen, wie die Gazellen auf Hitze und extreme Kälte reagieren. **Ergebnisse:** Die Studie zur Ressourcenselektion zeigte, dass Gazellen auf Populationsebene Gebiete mit mehr grüner Vegetation auswählen, während sie Gebiete mit wenig oder sehr hoher Vegetation meiden. Im Winter wählten die Gazellen Gebiete mit einer mittleren Schneedecke aus, d.h. Gebiete, in denen genügend Schnee für die Flüssigkeitszufuhr vorhanden ist, aber nicht zu viel Schnee, der die Fortbewegung behindert. Im Vergleich dazu konnten wir auf der Ebene der Individuen kein klares Signal finden. Die signifikanten Ergebnisse auf Populationsebene machen deutlich, dass die Gazellen, obwohl die Individuen unkoordinierte Bewegungsabläufe zeigen, letztendlich Gebiete mit mehr Vegetation und weniger Schnee auswählen (Stratmann et al., 2021). Dies deutet darauf hin, dass **Gebiete mit mehr Vegetation und weniger Schnee für das Überleben der mongolischen Gazelle in der Steppe entscheidend sind**. Dieses Muster wurde durch eine zweite Studie bestätigt, in der wir die Besonderheit der Langstreckenbewegungen der Gazellen hervorgehoben haben (Dejid et al., 2022). **Eine Gazelle legte in einer 5-jährigen Reise, die die östliche Mongolei von Norden nach Süden durchquerte, über 18.000 km zurück.** Hier haben wir uns eine Gazelle zunutze gemacht, der das Halsband vor Beginn des MoreStep-Projekts angelegt wurde. Ihre Reise war außergewöhnlich, nicht nur wegen ihrer schieren Länge, sondern auch, weil sie sich häufig über Hunderte von Kilometern in Regionen vorwagte, die sie während des Studienzeitraums noch nicht betreten hatte. Während ihrer Reise besuchte sie viele Gebiete nur ein einziges Mal, aber andere Gebiete mehrfach auf unregelmäßige und unvorhersehbare Weise. Die Gazelle begann ihre Langstreckenreise im November 2015 in einem Gebiet, das von einer hohen Schneedecke betroffen war. In den zwei Monaten, die sie brauchte, um die schneefreie, hügelige Region in der Nähe der russischen Grenze zu erreichen, legte sie eine Gesamtstrecke von 900 km zurück. Daher ist die Identifizierung von Gebieten, die von Gazellen in verschiedenen Jahren häufig genutzt werden, eine Herausforderung, denn sie suchen nach Gebieten mit gutem Nahrungsangebot, die räumlich nicht vorhersehbar sind. Wir haben jedoch zwei Gebiete identifiziert, die von Gazellen während ihrer Kalbungs- und Überwinterungszeit genutzt und in verschiedenen Jahren wieder aufgesucht werden könnten, wobei die räumliche Ausdehnung beider Gebiete die gesamte Steppe südlich des Flusses Kherlen abdeckt. Obwohl keine eindeutigen Bewegungskorridore zwischen den Kalbungs- und Überwinterungsgebieten gefunden wurden, gab es eine allgemeine Tendenz, dass die Gazellen die westlichen und südwestlichen Gebiete des Matad-Soums für ihre Abkalbung nutzen, aber mit dem Einsetzen des Winters tendieren sie dazu, nach Norden und Nordosten zu ziehen. Darüber hinaus zeigte der Modellierungsansatz eine wichtige Region, die von den Gazellen während extremer Winterbedingungen genutzt wurde. Diese Analyse wird noch weiter vertieft und für die endgültigen Ergebnisse mit Klima- und Beschleunigungsmesserdaten verknüpft. **Relevanz:** Diese Studien zeigen, wie wichtig es für nomadisierende Huftiere ist, hochgradig durchlässige Landschaften zu erhalten, die es ihnen ermöglichen, dynamische Ressourcen zu finden und lokalen Extremereignissen zu entkommen. Langzeitdaten von Individuen sind wichtig, um Verhaltensweisen zu



entdecken, die in kurzfristigen Bewegungsdaten nicht beobachtet werden. Darüber hinaus liefern Längsschnittdaten Informationen für wirksame Managementmaßnahmen, wie z.B. die Förderung von Strategien, die die Durchlässigkeit der Landschaft sowie die Größe und Heterogenität der Schutzgebiete erhalten. So sind beispielsweise hügelige Regionen, die schneefreie Flächen bieten, für das Überleben der Gazellen zumindest in einigen extremen Wintern unerlässlich, was darauf hindeutet, dass es keine undurchlässigen Barrieren geben sollte, die die nördlichen und südlichen Regionen der östlichen Steppe trennen. Diese Herausforderungen gelten auch für eine Reihe von Trockenlandhuftieren, die als nomadisch oder halbnomadisch gelten und durch die Fragmentierung ihres Lebensraums bedroht sind.

### T3.2.3 Veränderungen in der Mobilität von Wildtieren

**Arbeitsablauf & Ergebnisse:** Zusätzlich zu den seit 2019 gesammelten Tracking-Daten haben wir die Bewegungen der Gazellen im östlichen Teil des Studiengebiets seit 2007 beobachtet. Wir haben eine Datenbank der Gazellenbewegungen im Osten (der so genannten östlichen Steppe) zusammengestellt, die 15 Jahre von 2007 bis 2021 umfasst und 62 Gazellen enthält. Unseres Wissens nach ist dies die größte Datensatz über die Bewegungen der mongolischen Gazelle, die bisher erstellt wurde, sowohl was die Anzahl der verfolgten Individuen als auch was die reine zeitliche Abdeckung angeht. Die Erstellung dieser Datenbank ermöglichte es uns, mit der Auswertung der Frage zu beginnen, wie sich die Bewegungen der Gazellen in der östlichen Steppe im Laufe der Jahre aufgrund von Veränderungen der Landnutzung und des Klimas verändert haben. Wir haben lineare gemischte Modelle und Quantilregressionen verwendet, um die Veränderungen der Gazellenbewegungen in Abhängigkeit von Umwelt- und menschlichen Störungen zu untersuchen. **Ergebnisse:** Wir stellten fest, dass die Fernwanderungen der Gazellen während des 15-jährigen Untersuchungszeitraums signifikant abnahmen. **Die weiträumigen Gazellenbewegungen (16-Tage-Bewegungen) sind signifikant um 36% von 142 km im Jahr 2007 auf 92 km im Jahr 2021 zurückgegangen** (Mendgen et al., 2023). Die Veränderungen in der Gazellenmobilität wurden durch die zunehmende Zahl von Fahrzeugen in der Mongolei beeinflusst, konnten aber nicht durch gleichzeitige Veränderungen anderer Umweltfaktoren wie Temperatur, Niederschlag oder Grün der Vegetation erklärt werden. Die Bewegung der Gazellen nahm in der Nähe von Straßen ab, und während der schneefreien Jahreszeit, wenn der Verkehr wahrscheinlich am stärksten ist, hielten sich die Gazellen weiter von den Straßen entfernt auf. **Relevanz:** Die Studie liefert Evidenz für einen allmählichen Rückgang der Mobilität von Gazellen über einen Zeitraum von fünfzehn Jahren als Reaktion auf die zunehmenden anthropogenen Einflüsse. Die Verkehrsinfrastruktur, die die östliche Steppe durchdringt, stellt keine physischen Barrieren dar, doch unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass das zunehmende Verkehrsaufkommen teildurchlässige Barrieren für die Bewegung der Gazellen schaffen kann. Da die menschlichen Aktivitäten zunehmen, müssen die Interaktionen zwischen Huftieren und dem Fahrzeugverkehr genau beobachtet werden, um die Auswirkungen von halbdurchlässigen Barrieren zu erkennen und abzumildern, bevor die Durchlässigkeit der Landschaft stark verändert wird. Die Studie schließt mehrere wichtige Wissenslücken auf dem Gebiet der Bewegungsökologie. Wichtig ist, dass die mongolischen Gazellen gefährdet sind, weil sie ihre nomadischen Langstreckenwanderungen im Laufe der Jahre durchzunehmende anthropogene Einflüsse unwiderruflich verlieren. Dadurch sind sie anfälliger für extreme Anomalien wie Dürren in der Steppe, die häufig zu einem Massensterben führen.

## Aufgabe 3.3 Entwicklung einer Durchlässigkeitskarte und von Indikatoren für Mobilitätseinschränkungen

**Ziel:** Die Mobilität der Gazelle mit dem Kipppunkt in Verbindung bringen

### T3.3.1 Eine Karte der Durchlässigkeit und Störung der Landschaft

#### Meilenstein 3.3.1 Karte zur Landschaftsdurchlässigkeit

**Arbeitsablauf & Ergebnis:** Wir haben in T3.2.1 eine Analyse des Verhaltens von Hindernissen durchgeführt und die Auswirkungen von linearer Infrastruktur (Zaun, Eisenbahn, Asphaltstraße) ermittelt. In dieser Studie haben wir Bereiche identifiziert, in denen Gazellen auf Zäune und asphaltierte Straßen stoßen, die die Bewegungen der Gazellen behindern. Diese Gebiete wurden als Gebiete kartiert, die ein Management erfordern, um sie für Gazellen durchlässig zu machen. Darüber hinaus haben wir Hot Spots identifiziert, in denen Gazellen sich über weite Strecken entlang eingezäunter Bahnlinien bewegen, und sie als Gebiete kartiert, die in naher Zukunft entschärft werden müssen. Diese Produkte sind derzeit als Teil eines wissenschaftlichen Manuskripts in Vorbereitung. Darüber hinaus ist SBiK-F ein wichtiger

Partner in der Global Initiative on Ungulate Migrations, die von der Convention on Migratory Species (CMS) unterstützt wird (<https://www.cms.int/en/gium>). GIUM ist eine Initiative, die darauf abzielt, eine interaktive Online-Karte für Bewegungskorridore und Störungen für Huftiere auf der ganzen Welt zu erstellen. Darüber hinaus aktualisiert SBiK-F derzeit den Atlas der Migration und der linearen Infrastruktur zentralasiatischer Säugetiere, der 2019 veröffentlicht wird. Konfliktgebiete werden für die Mongolische Gazelle im gesamten Untersuchungsgebiet der Art kartiert. **Ergebnisse:** Die Gebiete mit Hot Spots in Bezug auf Konnektivität und Landschaftsdurchlässigkeit wurden kartiert. Darüber werden Karten zur Migration und anthropogenen Hindernissen in einem globalen online Atlas der GIUM, der für Anfang 2024 geplant ist, dargestellt werden und wir haben ein Faktenblatt für die mongolische Gazelle entwickelt, das ihre Bewegungsmuster und Bedrohungen aufzeigt. **Relevanz:** Karten mit herunterladbaren Bewegungs- und Infrastrukturdaten werden auf der Webseite von CMS für Interessenvertreter und Forscher öffentlich zugänglich sein. Die Karten und das Merkblatt werden Stakeholder und Forscher über die Bewegungen der Gazelle, die Bedrohungen und die Gebiete informieren, die in dem Gebiet entschärft oder geschützt werden müssen.

### **T3.3.2 Quantifizierung des Zusammenhangs zwischen der Mobilität von Wildtieren und der Abundanz**

#### **Meilenstein 3.3.2 Verbindungen zwischen Mobilität und Abundanz**

**Arbeitsprozess & Ergebnisse:** Einer der wichtigsten Forschungsschwerpunkte des Projekts ist die Untersuchung des möglichen Verlusts der Mobilität von Pflanzenfressern und wie sich dies auf die Häufigkeit von Pflanzenfressern auswirken könnte. Wir haben die Hypothese aufgestellt, dass die Mobilität ein Schlüsselement für die Abundanz von Wildtieren ist, insbesondere ein Gefälle in der Mobilität und Abundanz von Wildtieren von den westlichen Gebieten der Studienregion, die einen größeren menschlichen Fußabdruck und stärker fragmentierte Landschaften aufweisen, zu den östlichen Gebieten, die weniger gestört sind. Im Jahr 2021 wurde eine aus der 2020 durchgeführten Abundanzhebung (WP7) abgeleitete Karte zur Populationsdichte mit WP3 geteilt, um die Beziehung zwischen der Mobilität von Wildtieren und ihrer Abundanz zu untersuchen. Wir schätzten die Größe des individuellen Verbreitungsgebiets als eine Bewegungsmetrik und verknüpften sie mit der geschätzten Dichteschicht, wobei wir die Auswirkungen von Störungen und der Vegetationsproduktivität (NDVI) berücksichtigten. Wir haben die Analyse abgeschlossen und die Ergebnisse sind fertiggestellt. Das Manuskript ist in Vorbereitung. **Ergebnisse:** Wie angenommen, fanden wir eine positive nicht-lineare Beziehung zwischen der Mobilität und der Abundanz von Wildtieren, wobei die Gazellenabundanz in Gebieten, in denen sich Gazellen in größeren Bereichen bewegen, höher ist. Gazellen in stärker gestörten Gebieten im Westen (Hustai-Nationalpark) haben im Vergleich zu denen in weniger gestörten Gebieten (Khentii und Dornod-Region) deutlich kleinere Verbreitungsgebiete. Gazellen im Osten hatten ein 60-mal größeres Verbreitungsgebiet als die Gazellen im Westen der Untersuchungsregion. Die Abundanz der Gazellen war in Gebieten höher, in denen sich die Gazellen mehr bewegen. Im Gegensatz dazu traten Gazellen mit eingeschränkter Mobilität in stärker gestörten Gebieten überwiegend in Regionen mit extrem geringer Gazellenabundanz auf. Wichtig ist, dass Störungen durch den Menschen zu einem Rückgang der Gazellenbewegungen und der Abundanz führten. Die indirekte Auswirkung menschlicher Störungen durch reduzierte Gazellenbewegungen hatte einen größeren Einfluss auf die Abundanz der Gazellen als die direkte Auswirkung der Störung auf die Abundanz. Obwohl unsere Analysen noch keine Überschreitung eines Kippunktes in Bezug auf den irreversiblen Verlust der Gazellenvorkommen in der Steppe ergaben, zeigten die wichtigsten Ergebnisse bereits, dass menschliche Störungen zu einer Verringerung der Gazellenbewegungen und -vorkommen führten. Insbesondere ist es wichtig festzustellen, dass ein möglicher irreversibler Verlust von Langstreckenbewegungen den irreversiblen Verlust der Abundanz von Wildtieren in einem längeren Zeitraum verursachen könnte. Dieser Verlust ist im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes evtl. schon eingetreten. **Relevanz:** Die Studie war die erste empirische Studie, die den Zusammenhang zwischen Mobilität und Abundanz unter Berücksichtigung menschlicher Störungen und Umweltfaktoren untersucht hat. Die Studie deutet darauf hin, dass eine langfristige Studie zur Überwachung der Abundanz und der Bewegungen unerlässlich sein wird, um einen möglichen Kippunkt im Hinblick auf den irreversiblen Verlust der Abundanz von Pflanzenfressern zu überwachen, der zum Aussterben von Arten und zum Zusammenbruch des Ökosystems führen könnte. Die östliche Steppe in der Mongolei fördert die nomadischen Fernwanderungen der Gazellen, um ihr Überleben zu sichern und ihren Bestand im Vergleich zur westlichen Steppe der Untersuchungsregion zu erhalten. Daher sollte die Mongolei eine Politik verfolgen, um die östliche Steppe auch in Zukunft für die

Arten und ihre Fernwanderungen intakt zu halten, und die Initiative zur Nominierung zum Weltnaturerbe unterstützen, die derzeit in der Steppe läuft.

#### **WP 4: Mobilität von Weidetieren und Hirten (Leitung: MULS – Ganzorig, beteiligte Partner: ISOE, SBiK-F)**

##### **Aufgabe 4.2: Verbringung von Weidetiere (Leitung: SBiK-F)**

**Ziel:** Untersuchung der Bewegungen von Nutztieren, um (a) die Bewegungsmuster von Nutztieren über den großräumigen Mobilitätsgradienten von der zentralen Steppe zur östlichen Steppe, (b) die saisonalen und täglichen Bewegungen von Nutztieren und deren Verknüpfung mit ökologischen und sozioökonomischen Faktoren sowie (c) mögliche Zusammenhänge mit den Bewegungen von Wildtieren zu verstehen.

##### **Meilenstein 4.2 Datensatz zum Viehbestand und Mobilität**

**Arbeitsablauf & Ergebnisse:** Wir haben vom 20. Juli bis zum 10. Oktober 2019 die Feldarbeit für die Anbringung von CatLog-GPS-Transpondern ohne Satellitenempfang an Nutztieren in der gesamten Studienregion durchgeführt. Im Rahmen des More-Step-Projekts wurden zehn Kernstandorte für soziale und ökologische Stichproben in der gesamten Studienregion ausgewählt. An jedem Kernstandort wählten wir 10 Haushalte aus, die bereits an der quantitativen Sozialerhebung in Aufgabe 4.1 teilgenommen hatten. Wir markierten ein einziges Nutztier pro Haushalt, entweder eine Ziege, ein Pferd oder eine Kuh. Am Ende haben wir insgesamt 89 GPS-Tags an den Tieren angebracht: 30 Ziegen, 31 Pferde, 26 Kühe und 2 Kamele. Die GPS-Tags sind so programmiert, dass sie alle 30 Minuten eine GPS-Position und die Temperatur aufzeichnen und zwei Jahre lang aktiv bleiben sollten. Die Anbringung von GPS-Etiketten an Nutztieren in der gesamten Studienregion wurde im Jahr 2019 erfolgreich abgeschlossen. Aufgrund der fehlenden Satellitenverbindung hatten wir geplant, die Bewegungsdaten im zweiten Jahr des Projekts herunterzuladen. Zusätzlich zu der ersten Feldstudie im Jahr 2019 haben wir jedoch zwei weitere Feldstudien (2020, 2021) durchgeführt, um GPS-Logger an Tieren in der gesamten Studienregion anzubringen, da es bei der Verwendung der nicht-satellitengestützten CatLog-GPS-Logger an Tieren mehrere technische Schwierigkeiten gab. So gingen beispielsweise bei Pferden und Rindern die Halsbänder verloren und mehrere Geräte bei Rindern und Ziegen gingen kaputt, was zu unerwarteten Feldarbeiten in den Jahren 2020 und 2021 führte. Wir beschafften 20 neue Tags und im Oktober 2020 setzten wir 58 GPS-Geräte ein und im Oktober 2021 34. Im Laufe von drei Jahren (2019-2022) führten wir eine umfangreiche Feldarbeit durch und brachten insgesamt 181 GPS-Tags an Nutztieren in der gesamten Studienregion an. Die letzten Tags wurden im Oktober 2022 eingeholt. Obwohl nicht alle Geräte ordnungsgemäß funktionierten und auch die Aufgabe durch Covid-19 beeinträchtigt wurde, haben wir eine Datensatz für Viehbewegungen erstellt, die GPS-Tracking-Daten für 76 Individuen von drei Vieharten enthält, nämlich 40 Tags für Ziegen, 19 für Pferde und 17 für Rinder. Die Datenbereinigung war aufgrund von Lücken und technischen Problemen sehr aufwändig. **Ergebnisse:** Die Gesamtzahl der für jedes einzelne Tier erfassten GPS-Positionen reicht von 131 bis 17.469, wobei die Überwachungstage von 5 Tagen bis 365 Tagen reichten. Ursprünglich war geplant, während des Studienzeitraums von drei Jahren GPS-Etiketten zu verwenden, um Daten über die Bewegungen des Viehs über den Störungsgradienten hinweg zu sammeln. Lücken in den Daten und auch uneinheitliche Datenpunkte, die für jedes Individuum gesammelt wurden, beeinträchtigten jedoch den ursprünglichen Plan. Obwohl wir nicht in der Lage waren, die Bewegungen des Viehs an den zehn Standorten entlang des Störungsgradienten zu untersuchen, haben wir die tägliche Weidenutzung der drei Vieharten bestimmt, indem wir die tägliche Größe des Bereichs für jedes einzelne Tier geschätzt haben. Vorläufige Ergebnisse zeigten, dass Ziegen eine durchschnittliche tägliche Reichweite von  $1,25 \text{ km}^2 (\pm 2,37)$ , Rinder  $1,71 \text{ km}^2 (\pm 2,96)$  und Pferde  $3,61 \text{ km}^2 (\pm 6,37)$  hatten. Die tägliche Reichweite variierte bei allen drei Arten von Monat zu Monat, wobei die größte Reichweite im Juli und die kleinste im November zu verzeichnen war. In den Wintermonaten bewegten sich Weidetiere weniger und ab Mai nahmen Bewegungen wieder zu. Die Bewegungen der Tiere wurden an zwei Probenahmestandorten verglichen, von denen einer stärker und der andere weniger stark gestört war. **Relevanz:** Dies ist eine der ersten Studien, die sich mit der Bewegung von Nutztieren in der Steppe befasst. Die auf diese Weise gesammelten Bewegungsdaten werden weitergehende Studien in einem sozial-ökologischen Kontext ermöglichen.

## 1.2 MODUL PFLANZENFRESSER ABUNDANZ

**WP 7: Abundanz von Wildtieren und Weidetieren (Leitung: WCS Mongolia, Beteiligte Partner: SBiK-F, Hustai NP)**

### **Aufgabe 7.1: Abundanz der Gazellen (Leitung: WCS)**

**Ziel:** Schätzung der Dichte und Abundanz der Mongolische Gazelle.

#### **Meilenstein 7.1.1 & 7.1.3 Datenerhebung für Fernproben**

**Arbeitsablauf & Ergebnisse:** Ursprünglich planten wir standortbezogene Erhebungen der Abundanz der mongolischen Gazelle sowohl im ersten als auch im zweiten Jahr des Projekts. Der erste Meilenstein von Aufgabe 7.1, die erste Bestandserhebung der mongolischen Gazelle (*M 7.1.1 und M 7.1.2*), war für 2019 geplant. Nach Gesprächen mit Experten vor Ort haben wir jedoch beschlossen, nur eine Erhebung in der gesamten Studienregion durchzuführen und den Erhebungszeitraum auf Mai 2020 zu verschieben. Daher haben wir die Anstrengungen von zwei Jahren (die ursprünglich für 2019 und 2020 geplant waren) zu einer einzigen Erhebung über ein viel größeres Gebiet mit intensiveren Bemühungen zusammengefasst. Die Erhebung der Abundanz war eine gemeinsame Anstrengung von Feldforschern der Mongolischen Akademie der Wissenschaften, der Nationalen Universität der Mongolei und des World Wide Fund for Nature. Der Hustai-Nationalpark, ein Projektpartner der ersten Stufe, war stark an der Erhebung beteiligt und teilte sich die Kosten mit dem WCS Mongolia. **Ergebnisse:** Die Erhebung des Wildbestandes wurde 4 Wochen lang im Mai-Juni 2020 durchgeführt, um die Dichte und den Bestand der mongolischen Gazellen zu ermitteln. Insgesamt arbeiteten 24 Personen in 6 Teams gleichzeitig an der Durchführung der Erhebung anhand von 43 Linientransekten (mit einer Gesamtlänge von 14.157 km) in einem 448.753 km<sup>2</sup> großen Untersuchungsgebiet. **Relevanz:** Dieses Projekt war der erste Versuch, die Population der mongolischen Gazellen mit Hilfe einer bodengestützten Stichprobenerhebung über einen großen Teil des Verbreitungsgebiets der Art zu schätzen.

#### **Meilenstein 7.1.2 & 7.1.4 Analyse der Daten von Entfernungspalten**

**Arbeitsablauf & Ergebnisse:** Die Beobachtung von Gazellengruppen wurde anhand von Protokollen zur Entfernungsmessung durchgeführt, um eine genaue Schätzung der durchschnittlichen Dichte von Huftiergruppen zu gewährleisten. Diese Methode ermöglicht eine genaue Schätzung, da sie die Entdeckbarkeit berücksichtigt und den Anteil der Gruppen einbezieht, die von den Erfassern in dem untersuchten Gebiet nicht beobachtet wurden. Zu diesem Zweck wird eine „detection function“ an die gemessenen Entfernungen zum Zentrum der beobachteten Gruppen angepasst. Die geschätzte Gruppendichte in Verbindung mit der erwarteten Gruppengröße erleichtert die Berechnung der Dichte der einzelnen Tiere. Kombiniert mit der Fläche des Untersuchungsgebiets ergibt diese Information die Gesamtgröße der Gazellenpopulation. Die Analyse der Erhebung mit dem Programm „Distance“ ergab eine Gazellen-Erfassungswahrscheinlichkeit von 0,34 und eine geschätzte Gesamtindividuumdichte von 4,72 Gazellen pro Quadratkilometer. **Ergebnisse:** Die geschätzte Abundanz der Gazellen aus der Erhebung betrug ca. 1,99 Millionen Individuen, mit einem 95%igen Konfidenzintervall von 1.464.900 bis 2.706.700 Gazellen (Buuveibaatar et al., 2023 im druck). Im Durchschnitt betrug die Gruppengröße etwa 160 Tiere. Darüber hinaus zeigte unser Lebensraummodell, das umweltbedingte und anthropogene Variablen berücksichtigt, dass die Gazellendichte im Osten deutlich höher war, während die geschätzte Gazellendichte im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets (z.B. westlich der Transmongolischen Eisenbahn) am niedrigsten war. **Relevanz:** Da seit der letzten systematischen Erhebung der Gazellenpopulation im Jahr 2005 15 Jahre vergangen sind, bot die umfassende Erhebung eine wichtige Aktualisierung der primären Zielarten, wie der mongolischen Gazelle. Darüber hinaus ermöglichte die Durchführung einer intensiven Erhebung in einem größeren geografischen Gebiet die Erzielung genauerer und präziserer Ergebnisse.

### **Aufgabe 7.2 Erstellen Sie eine Karte der Dichteoberfläche**

**Ziel:** Erstellen von Dichteflächenkarten und deren Verknüpfung mit umwelt- und menschenbezogenen Schichten

#### **Meilenstein 7.2 Endgültige Karte der Dichteoberfläche**



**Arbeitsprozess und Leistung:** Um die Erklärungskraft der Variablen in dem in Aufgabe 7.1 entwickelten Modell zu verbessern, wurden die Transekte in kleinere 10-km-Segmente unterteilt, um die Bedingungen an den Beobachtungsorten der Tiergruppen effektiv zu erfassen. Die entlang der einzelnen Segmente beprobte Fläche wurde als Offset-Term einbezogen, um den gelegentlichen Unterschied in der Segmentlänge zu berücksichtigen. Das endgültige Modell, deckte das gesamte 433.245 km<sup>2</sup> große Untersuchungsgebiet ab. Die Gruppendichte wurde mit der vorhergesagten durchschnittlichen Gruppengröße kombiniert, um die Dichte für Gazellen zu erhalten. Die Dichte- und Abundanzschätzungen der mongolischen Gazelle aus WP7 wurden mit WP3 geteilt. Der GIS Layer mit der vorhergesagten Dichte für die zentrale und östliche Mongolei ermöglicht es, Abundanzschätzungen für verschiedene Gebiete von Interesse zu erstellen, wie z. B. Bezirke, Provinzen, Schutzgebiete oder beliebige Projektstandorte.

### **Aufgabe 7.3 Verknüpfen Sie die Dichtekarte mit den Bewegungsdaten**

**Ziel:** Untersuchung der Beziehungen zwischen der Abundanz von Wildpflanzenfressern und Mobilitätsdaten

#### **Meilenstein 7.3 Bezogenes Dichteflächenmodell mit Daten über menschliche Störungen und Bewegungen**

Die Aufgabe zielte darauf ab, die Korrelation zwischen der Abundanz von wilden Pflanzenfressern und ihren Mobilitätsdaten zu untersuchen. Wir verknüpften die Bewegungsdaten von Gazellen (WP3) mit Daten zur Abundanz von Wildtieren (WP7). Die Analyse wurde von WP3 geleitet und die Arbeit wird in dem Abschnitt über T3.3.2 ausführlich beschrieben.

### **WP 8: Gekoppelte Herbivoren-Vegetationsmodellierung (Leitung: SBiK-F-Hickler, beteiligte Partner: SBiK-F-Müller)**

#### **Aufgabe 8.1 Parametrisierung und Implementierung von Pflanzenfressern im Vegetationsmodell**

**Ziel:** Parametrisierung des Herbivoren-Vegetationsmodells, damit es die aktuelle Herbivoren-Vegetationsdynamik in der Steppe widerspiegelt.

#### **Meilenstein 8.1 Anpassung von Herbivoren-Vegetationsmodell an Pflanzenfresserart und Region**

**Arbeitsprozess & Ergebnis:** Das Ziel von WP 8 war es, ein gekoppeltes Herbivoren-Vegetationsmodell zu verwenden, um die Bedeutung der Mobilität für die Populationsdynamik von Herbivoren zu untersuchen und die Auswirkungen von Klima und Beweidung auf die Vegetation zu entflechten. Die Aufgabe 8.1 wurde durch die COVID-19-Sperrungen beeinträchtigt. Um besser parametrisieren zu können, wie sich Pflanzenfresser im Modell bewegen, haben wir zunächst eine Analyse durchgeführt, um zu verstehen, wie mongolische Gazellen während der Vegetationsperiode nach Vegetation und im Winter nach Schneedecke selektieren (siehe T3.2.2 in WP3). Im Jahr 2020 haben wir die Parametrisierung des Modells für mongolische Gazellen abgeschlossen. Die damit verbundenen Modellentwicklungen waren jedoch anspruchsvoller als erwartet. **Ergebnisse:** Wir haben ein Modell entwickelt, das die Ökophysiologie von Pflanzen und Huftieren einbezieht, um die Rolle der Umwelt und der Bewegung bei der Populationsdynamik von Pflanzenfressern zu untersuchen (Stratmann et al., 2023). Insbesondere hat das Modell bewegliche große Pflanzenfresser in den DGVM Lund-Potsdam-Jena General Ecosystem Simulator (LPJ-GUESS) integriert. Die Einbeziehung der Ökophysiologie von Huftieren in das Modell ermöglichte es uns, den Einfluss von Bewegungsentscheidungen und Umweltbedingungen (z.B. Temperatur, Nahrungsqualität) auf den Körperzustand von Huftieren und folglich auf das Überleben und die Fortpflanzung zu berücksichtigen. Das Modell wurde entwickelt, um mongolische Gazellen im östlichen mongolischen Grasland zu simulieren, um die Rolle der Tierbewegung für die Aufrechterhaltung der Populationsdynamik zu testen (Aufgabe 8.3), und die Modellparameter wurden auch bei der Untersuchung der klimatischen Auswirkungen auf die Vegetation und die Häufigkeit von Pflanzenfressern verwendet. **Relevanz:** Das Modell erweitert das Modell von Pachzelt et al. (2013, 2015), dass ein physiologisches Modell afrikanischer Herbivoren (basierend auf Illius & O'Connor, 2000) zum DGVM LPJ-GUESS hinzufügte. Das Modell wurde erheblich verändert und erweitert, um für Huftiere

der gemäßigten Zonen zu funktionieren. Eine Beschreibung des komplexen Modells mit detaillierten Begründungen finden Sie in den unterstützenden Informationen von (Stratmann et al., 2023).

## **Aufgabe 8.2 Auswirkungen des Klimas und der Beweidung auf die Vegetation**

**Ziel:** Auswirkungen von Klima und Beweidung auf die Biomasse der Vegetation

### **Meilenstein 8.2 Klima- und Weideeinflüsse auf die Vegetation durch Modelle**

**Arbeitsablauf & Ergebnis:** Ursprünglich war geplant, den Viehbestand in das Modell einzubeziehen. Die vorläufigen Ergebnisse der GPS-Daten des Viehbestands aus Aufgabe 4.2 zeigten jedoch, dass die Bewegungsdistanzen des Viehs höchstwahrscheinlich zu kurz sind, um sie in das in Aufgabe 8.1 entwickelte Modell einzubeziehen. Daher haben wir die Bewegung von Weidetieren nicht in unser Modell aufgenommen. Allerdings wurden die Eingaben, Parameter und Prozesse des in Aufgabe 8.1 entwickelten Modells in Simulationsexperimenten verwendet, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Populationsdynamik der Pflanzenfresser zu verstehen. Die Populationsdynamik der Gazellen wurde bis zum Jahr 2100 unter den Szenarien des sozioökonomischen Pfads (SSP) simuliert (SSP1-2.6 vs. SSP5-8.5). SSP1-2.6 geht von einem Pfad der Nachhaltigkeit aus, bei dem der Mensch den Temperaturanstieg auf 2°C begrenzt, während SSP5-8.5 von einer starken Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen während des gesamten 21<sup>st</sup> Jahrhunderts ausgeht. Ein Manuskript hierzu wurde kürzlich bei einer Fachzeitschrift eingereicht. **Ergebnisse:** Es wird erwartet, dass die Mongolei im Zuge des Klimawandels einen über dem globalen Durchschnitt liegenden Temperaturanstieg und eine leichte Zunahme der Niederschläge erleben wird. Das ökophysiologische Herbivoren-Vegetationsmodell sagt für die mongolische Gazelle voraus, dass diese Bedingungen zu einer höheren Abundanz führen werden, da die Kosten für die Thermoregulation in der kalten Jahreszeit sinken und die Nahrungsbiomasse in der Wachstumsperiode steigt. **Relevanz:** Die Erkenntnisse, dass geringere Kosten für die Thermoregulation durch den Klimawandel die Abundanz von Pflanzenfressern in gemäßigten Steppenlandschaften erhöhen können, könnten weit über die Mongolei und die Gazellen hinausgehen, aber auch Auswirkungen auf Wildtiere und Viehhirten und deren Weidetiere in ganz Zentralasien haben.

## **Aufgabe 8.3 Bedeutung der Mobilität für die Aufrechterhaltung der Populationsdichte von Pflanzenfressern und für die Vermeidung von Vegetationsverlusten.**

**Ziel:** Verstehen, wie die Mobilität von Pflanzenfressern die Rückkopplung zwischen Pflanzenfressern und Vegetation und damit die Abundanz von Pflanzenfressern beeinflusst

### **Meilenstein 8.3 Rolle der Bewegung für die Aufrechterhaltung hoher Pflanzenfresser-Dichten**

**Arbeitsprozess & Ergebnisse:** Auf der Grundlage des in Aufgabe 8.1 entwickelten Modellierungsansatzes, bei dem sich bewegende Gazellen mit der durch ein dynamisches globales Vegetationsmodell geschaffenen Umgebung interagieren, haben wir getestet, wie sich Fernwanderungen positiv auf die Populationsgröße und die Stabilität mobiler Arten auswirken (Stratmann et al., 2023). In unserem Kippunkt-Szenario haben wir zwei Extreme modelliert. In einem Szenario können sich mongolische Gazellen frei bewegen und in einem anderen Szenario sind die Bewegungen der Gazellen eingeschränkt und sie müssen innerhalb einer Gitterzelle (~ 50 x 50km) bleiben. Die Populationsdynamik der Gazellen wurde von 1901 bis 2018 unter zwei Szenarien modelliert. Wir verglichen die Populationsdynamik des Szenarios, in dem sich die Pflanzenfresser in einer durchlässigen Landschaft frei bewegen konnten, mit einem Szenario, in dem die Bewegung eingeschränkt war. Indem wir die Kosten für Bewegung und Thermoregulation zum Energiehaushalt der Pflanzenfresser hinzufügten, konnten wir auch die direkten Auswirkungen von Wetter und Bewegung auf die Pflanzenfresser untersuchen. **Ergebnisse:** Durch diesen Vergleich sehen wir, dass Bewegung zu einer höheren Populationsgröße führt (Abbildung 7). In der stationären Population erreichen die Gazellen hohe Dichten, was zu einer Überweidung führt, die wiederum ein Massensterben verursacht. In der sich bewegenden Population ist der Weidedruck gleichmäßiger verteilt, was deutlich macht, wie die Bewegung den Pflanzenfressern und der Vegetation zugutekommt. Gazellen waren 2,2-mal häufiger, wenn sie sich frei bewegen konnten, und wurden in 71% des Untersuchungsgebiets ausgerottet, wenn die Mobilität eingeschränkt war. Die Mobilität führte zu einem stärkeren Anstieg der Population in Zeiten mit reichlich Nahrung und zu einem geringeren Rückgang der Population in Zeiten der Dürre. Geringere Kosten für die Wärmeregulierung im Zusammenhang mit dem Klimawandel in Verbindung mit einer Zunahme der Biomasse der Vegetation



fürten zu einem Anstieg der Gazellenpopulationen. Da hohe Abundanzen oft zu Überweidung und damit zum Aussterben führten, wenn die Bewegung eingeschränkt war, spielte die Mobilität eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung höherer Dichten. Wir sehen auch eine Zunahme der Populationsgröße der wandernden Population von 1975 bis 2000. Dies ist wahrscheinlich auf den Klimawandel zurückzuführen.

**Relevanz:** Die Modellergebnisse unterstützen unsere empirische Studie, die wir in Aufgabe 3.3.2 in WP3 durchgeführt haben, und zeigen die Bedeutung der Mobilität von Wildtieren für die Aufrechterhaltung der Populationsdichte. Der neuartige Modellierungsansatz zeigt, wie die Berücksichtigung nicht nur der Pflanzenfresser, sondern auch der Ökophysiologie der Pflanzen unser Verständnis der Populationsdynamik hochmobiler Pflanzenfresser verbessern kann, insbesondere bei der Untersuchung der Auswirkungen des Lebensraums und des Klimawandels. Da das Modell Pflanzenfresser auf der Grundlage allgemeiner physiologischer Mechanismen simuliert, die für alle großen Pflanzenfresser gelten, und das Vegetationsmodell global angewendet werden kann, ist es möglich, das Modell an andere Systeme mit großen Pflanzenfressern anzupassen.

### 1.3 MODUL SYNTHESE & EMPFEHLUNGEN

#### WP 9 Integrierte Bewertung (Leitung: ISOE)

##### **Aufgabe 9.1: Integration und Analyse sozial-ökologischer Daten (Leitung: SBiK-F, beteiligte Partner: Alle)**

**Ziel:** Integration von Datenquellen aus sozial-ökologischen Erhebungen

##### **Meilenstein 9.1.1: Sozial-empirischer Datensatz**

**Arbeitsprozess & Ergebnisse:** Im Jahr 2019 konzentrierte sich SBiK-F mit Unterstützung anderer Arbeitsgruppen auf Aufgabe 9.1 und entwickelte ein Stichprobendesign für die Erhebung sozialer und ökologischer Daten in der Studienregion. Die Studienregion umfasst eine Fläche von 369.638 km<sup>2</sup> in den vier Provinzen Tuv, Khentii, Sukhbaatar und Dornod in der Mongolei. Auf der Grundlage vorhandener Daten über die Viehdichte und die Bewegungen der mongolischen Gazellen haben wir zehn Kerngebiete für die Erhebung sozial-ökologischer Daten in der gesamten Studienregion ausgewählt. Fünf der zehn Kernstandorte befanden sich in stärker besiedelten Gebieten und wurden als Soum-Standorte bezeichnet, wo wir ein hohes Maß an Störungen erwarten, einschließlich einer stärker degradierten Vegetation. Die anderen fünf Kernstandorte befanden sich in Gebieten mit geringerer Menschen- und Tierdichte, darunter Schutzgebiete oder Gebiete nahe der Grenze zu Russland und China. Die Standorte in unberührten Gebieten, wo ein weniger degradiertes Teil der Steppe beprobt wird, wurden als Bag-Standorte bezeichnet. Im Jahr 2019 sammelten WP1, WP2, WP3, WP4, WP5, WP6 und WP9 gleichzeitig Daten. In den Jahren 2020 und 2021 wurde der Prozess der Datenerhebung in WP1, WP2 und WP6 durch die Pandemie beeinträchtigt. Im Jahr 2020 sammelten die mongolischen Partner (WP1, WP4 und WP7) Daten und halfen auch WP5 und WP3 bei der Datenerhebung. **Sozio-empirische Datenbank:** In den Jahren 2019 und 2020 entwickelte das Projektkonsortium gemeinsam einen sozial-ökologischen Fragebogen. Auf der Ebene des Kerngebiets führten wir in den Jahren 2019 und 2020 eine quantitative Haushaltsbefragung bei 572 Haushalten der Hirten durch. Darüber hinaus haben wir 42 Fokusgruppendifkussionen mit 420 Hirten und 210 qualitative Interviews mit Hirten, lokalen Behörden und Experten an den zehn Standorten durchgeführt. Für die Vegetation wurden von 2019 bis 2021 drei umfangreiche Felduntersuchungen durchgeführt und in jedem Kerngebiet Vegetationsdaten erhoben. An den zehn Probenahmestandorten wurden auch Daten zu Bewegungen von Weidetieren gesammelt. Um Daten über die Bewegungen von Wildtieren zu erhalten, haben wir zwischen 2019 und 2021 an drei verschiedenen Standorten, die den Störungsgradienten abdecken, 68 GPS-Halsbänder an mongolischen Gazellen angebracht. Die Erhebung der Abundanz wurde 2020 durchgeführt und umfasste das gesamte Untersuchungsgebiet. Um die Datenintegration zwischen den Arbeitspaketen zu fördern, wurde unter der Leitung von SBiK-F eine Vorlage für die Erfassung der Metadaten aller im Rahmen des Projekts erhobenen Primär- und Sekundärdaten entwickelt. Alle Partner unterstützten die Entwicklung des Konzepts. Diese Vorlage wurde verwendet, um räumliche und zeitliche Verbindungen zwischen den verschiedenen Daten herzustellen und innerhalb des Konsortiums Transparenz über die Daten der verschiedenen Partner zu schaffen. Es war somit ein Grundpfeiler für den Daten- und Informationsaustausch innerhalb des Konsortiums. Auf der Grundlage dieses Schemas wurde eine gemeinsame Struktur für die Metadatenbank entwickelt und vom

gesamten Konsortium unter Beteiligung aller Partner getestet, die von den verschiedenen Arbeitsgruppen verwendet wurde. Dies schafft die Projekttransparenz hinsichtlich der Datenverfügbarkeit. Alle Projektpartner können auf Datensätze zugreifen, die bereits verarbeitet wurden und von mehreren Partnern genutzt werden. Die Koordination der Datenerhebung in den verschiedenen Feldphasen, ob deutsche Partner teilnahmen oder - aufgrund der Pandemiesituation - nur die mongolischen Partner die Datenerhebung durchführten, erfolgte in enger Zusammenarbeit mit allen Partnern, um die verschiedenen Datensätze räumlich und zeitlich miteinander verknüpfen zu können. Mit Hilfe der daraus resultierenden Transparenz in Bezug auf die Datenverfügbarkeit innerhalb des Projekts konnten viele Daten ausgetauscht und Synergien genutzt werden. Die in den verschiedenen Jahren erhobenen Daten wurden nach und nach eingearbeitet und insbesondere die sozial-empirischen Datensätze aus den quantitativen Haushaltsbefragungen wurden gemeinsam bereinigt und überarbeitet. Bei mehreren Teilfragen in einzelnen Arbeitspaketen und bei arbeitspaketübergreifenden Kooperationen konnten die vorhandenen Daten auf Basis der Datenbank räumlich und zeitlich verknüpft werden (z.B. die Positionen und Zeiträume der saisonalen Camps mit entsprechenden Fernerkundungsdaten zu Niederschlag, Temperatur und Vegetation).

### **Meilenstein 9.1.2: Abgeschlossene Analyse von Indikatoren und Feedbackschleifen**

**Integrierte Analysen:** Verschiedene Arbeitspakete arbeiteten an gemeinsamen Forschungsprojekten, um die gewonnenen Felddaten auf integrative Weise zu analysieren. In WP3 kombinierten wir die Bewegungsdaten von Gazellen und die in WP7 gesammelten Abundanzdaten und untersuchten, welche sozialen und ökologischen Faktoren die Mobilität und Abundanz von Wildtieren am besten vorhersagen. In WP5 wurden Vegetationsdaten mit Umwelt- und Hirtenmobilitätsdaten (WP4) verknüpft, die aus dem sozial-ökologischen Fragebogen abgeleitet wurden, um die Auswirkungen sozialer und ökologischer Faktoren auf die lokalen Vegetationsbedingungen entlang des Störungsgradienten zu untersuchen. Diese Studie wurde von der SGNM geleitet und die Ergebnisse zeigten, dass die Pflanzengemeinschaften weitgehend von der abiotischen Umwelt, insbesondere dem Klima, gesteuert werden, während anthropogene Faktoren wie menschliche Störungen und die Mobilität der Hirten ebenfalls einen starken Einfluss haben. Es wurde festgestellt, dass die Pflanzenvielfalt bei mittlerem Störungsgrad in weniger trockenen Gebieten höher ist und mit höherer saisonaler Mobilität zunimmt, und dass die oberirdische Biomasse mit der Mobilität innerhalb der Saison korreliert ist. Direkte Auswirkungen der Beweidung durch Weidetiere und die Mobilität der Hirten müssen daher bei der Bewertung von Grasland berücksichtigt werden. In WP2 haben wir die Daten aus der politischen Analyse mit den Hirtenbewegungen (WP4) und dem Viehbestand (WP4) kombiniert, um zu untersuchen, wie eine Kombination aus sozial-ökologischen Faktoren, institutionellen Triebkräften und relevanten politischen Maßnahmen die Mobilität der Hirten und den Viehbestand charakterisiert. Diese Arbeit wurde von der TUD geleitet und die wichtigsten Ergebnisse zeigten, dass Hirten, die über größere Entfernungen und häufiger im Jahr umziehen, dazu neigen, größere Viehherden zu hüten. Dieses Ergebnis stützt unsere Annahme bezüglich der Beziehung zwischen der Mobilität der Hirten und dem Viehbestand - die Mobilität der Hirten trägt dazu bei, den Gesamtbestand an Weidetiere zu erhalten. Im Vergleich zu den hochmobilen Hirten mit größerem Viehbestand zeigten die Ergebnisse, dass etwa ein Drittel der befragten Haushalte weniger mobil war, weniger häufig umzog und weniger Tiere hütete. Zusätzlich wurden WP 8 und WP9 zur Modellintegration und Szenarienentwicklung durchgeführt. In WP9 führten wir eine hierarchische Clusteranalyse durch, um Standorte mit ähnlichen Bedingungen in Clustern zusammenzufassen. Unser Ziel war es, potenzielle Klassen von Standorten auf dem sozial-ökologischen Gradienten in der östlichen Mongolei zu identifizieren. Um diese Analyse durchzuführen, haben wir die Durchschnittswerte verschiedener Umweltbedingungen wie NDVI-Vegetationsindex, Niederschlag, Temperatur, Höhe, HFI-Human Footprint Index, Dichte der mongolischen Gazelle, jährliche Bewegungsdistanz und -häufigkeit der Hirtenhaushalte und Viehdichte an jedem Kernstandort gemessen. Diese Arbeit wurde von SBiK-F geleitet. Auf der Grundlage unserer Analyse haben wir zwei Cluster identifiziert: Die erste Gruppe umfasste vier Standorte in der Region der Provinz Dornod, bei denen es sich um weniger gestörte Gebiete handelt, während die zweite Gruppe sechs Standorte in den westlichen und zentralen Teilen des Studiensystems umfasst, die stärker gestört sind. Dies deutet darauf hin, dass die vier Standorte in der Region Dornod in Bezug auf die sozio-ökologischen Bedingungen einander weitgehend ähnlich sind. Interessanterweise ähneln sich auch zwei Standorte, die am nächsten an Ulaanbaatar, der Hauptstadt der Mongolei, liegen. Diese Analyse wird weiter ausgebaut und die Mobilität der Wildtiere über den Störungsgradienten hinweg einbezogen.

**Aufgabe 9.4: Integration von sozio-ökologischen Modellen (Leitung: SBiK-F)**

**Ziel:** Projektion zukünftiger Landnutzungsformen sowie von Herbivoren-Dichten und Herbivoren-Einflüssen unter Szenarien des sozial-ökologischen und des Klimawandels

**Meilenstein 9.4.1 Identifizierung von Modellierungsschnittstellen und Datenports &****Meilenstein 9.4.2 Integration von Szenarien in Modellierungsumgebungen abgeschlossen**

**Arbeitsprozess und Ergebnisse:** In Zusammenarbeit mit WP 8 wurden die Möglichkeiten zur Verknüpfung des Modells für die Mobilität von Haus- und Nutztieren (ABM + BBN) mit dem Vegetationsmodell (LPJ-GUESS) weiterverfolgt und während der parallelen Modellentwicklungen kontinuierlich angepasst. Die notwendigen Austauschparameter und -frequenzen zwischen den Modellen konnten identifiziert werden und die zeitlichen und räumlichen Auflösungen der Modelle wurden abgestimmt (M9.4.1). Durch den pandemiebedingten Ausfall der Reisetätigkeit verzögerte sich die Implementierung wichtiger Daten (z.B. zur Mobilität von Nutztieren sowie ortsspezifischer und hochskalierter Vegetationsdaten) und führte zu der Entscheidung, zunächst eine lose Kopplung beider Modelle anzustreben, was nicht zuletzt auf die unterschiedlichen Modellierungsumgebungen und die daraus resultierenden Integrationshindernisse zurückzuführen ist. Um kohärente Szenarien in beiden Modellen zu implementieren, wurden SSP-Szenarien ("Shared Socioeconomic Pathways") ermittelt, die den in Aufgabe 9.3 entwickelten Szenarien entsprechen: Szenario A - SSP1, Szenario B - SSP2, Szenario C - SSP4, Szenario D - SSP3. Die SSP-Szenarien bieten eine gute Grundlage für die Verknüpfung von Klimaentwicklungen auf der Grundlage der in der Klimawissenschaft verwendeten RCP-Szenarien (Representative Concentration Pathways). Basierend auf den Erfahrungen von WP 8 bei der Integration von Klimaszenarien und den Erfahrungen von WP 9 bei der Integration von sozioökonomischen Szenarien wurde die Szenarienintegration der beiden Extremszenarien A und D für das gekoppelte Modell von WP 9 erreicht (Aufgabe 9.2; M9.4.2).

**WP10 Governance-Optionen (Leitung: HNP - Dashpurev, Beteiligte Partner: TUD, ISOE, SBiK-F, MULS, CNPS, WCS)****Aufgabe 10.1: Managementmaßnahmen und -instrumente (Leitung: HNP-Dashpurev)**

**Ziel:** Identifizierung geeigneter Managementmaßnahmen und -instrumente, die wichtig sind, um den Akteuren auf lokaler Ebene, d.h. den lokalen Verwaltungen und den Viehzüchtern, Wissen zu vermitteln, um die Entwicklung einer nachhaltigen Tierhaltung zu fördern

**Arbeitsprozess und Ergebnisse:** Der Hustai-Nationalpark organisierte im März 2022 einen Workshop für Interessenvertreter. SBiK-F arbeitete eng mit dem HNP zusammen, um das Treffen zu koordinieren und eine Agenda zu entwickeln. Insgesamt nahmen 29 Personen an dem Workshop teil (Usukhjargal et al., 2022). Zu den Teilnehmern gehörten Vertreter eines breiten Spektrums von Interessengruppen, darunter lokale Regierungen, Spezialisten für Umweltschutz und Sozialpolitik, Tierärzte und Hirten, die in der Pufferzone des Hustai NP leben. Frau Dejid nahm online an dem Treffen teil und präsentierte den lokalen Interessenvertretern die allgemeinen Projekteinhalte und die von den Projektmitgliedern beigetragenen arbeitspaketspezifischen Ergebnisse in mongolischer Sprache. Zum Beispiel bewegen sich Gazellen in der Gegend um den Hustai NP weniger, weil sie dort stärker gestört werden als in anderen Regionen. Während des Workshops wurden zwei Hauptthemen diskutiert: i) Herausforderungen der nachhaltigen Nutzung des mongolischen Steppenökosystems in der Pufferzone des Hustai Nationalparks und ii) Wege zur nachhaltigen Nutzung des mongolischen Steppenökosystems in der Pufferzone des Hustai Nationalparks. **Ergebnisse:** Die Interessenvertreter identifizierten 12 Herausforderungen für die nachhaltige Nutzung der Steppe um den Hustai Nationalpark. Zu diesen Herausforderungen gehören die Weidekapazität, der Viehbestand, der rechtliche Rahmen (mongolische Verfassung, Weidepolitik), die Lage der Soums, die Mobilität der Hirten (Viehkrankheiten, Weideerhaltung, abwesende Viehbesitzer), Ackerland, Sondergebiete, Oberflächenwasser, Klimawandel, die Identität der Hirten, Gewinne aus der Viehhaltung und Einkommensanforderungen. Als nachhaltige Wege wurden von den Interessengruppen die folgenden genannt: Verringerung des Schafbestandes durch Konzentration auf "leistungsfähigere" Zuchtformen; Umsetzung einer intensiveren Viehhaltung; Entwicklung alternativer oder zusätzlicher Einkommensquellen; Verkauf von Weidetieren in jüngerem Alter; Direktverkauf von Viehfleisch an die

Verbraucher; Steigerung des Absatzes aller Viehprodukte; Stärkung des rechtlichen Rahmens für ein verbessertes Weidemanagement; Entwicklung und Bereitstellung von Schulungen für Viehhirten und Lernen von bewährten Verfahren und der Umsetzung des Weidemanagements in anderen Teilen der Mongolei. **Relevanz:** Die identifizierten Lösungsansätze werden in Zukunft bei Managementmaßnahmen zum Einsatz kommen und in neue Vorschriften und Gesetze einfließen.

## 1.4 MODUL-KOORDINATION

### WP 11a: Projektmanagement (Leitung: SBiK-F)

#### Aufgabe 11a.1: Wissenschaftliche Koordination (Leitung: SBiK-F)

**Arbeitsablauf und Ergebnisse:** SBiK-F übernahm die wissenschaftliche Koordination des MoreStep Projekts. Wir koordinierten regelmäßige zweiwöchentliche Forschungstreffen zwischen den Arbeitspaketen, um die Forschungsplanung und die Forschungsergebnisse auszutauschen und sich gegenseitig über die Projektaktivitäten und die nächsten Schritte auf dem Laufenden zu halten, um die Projektziele und Meilensteine zu erreichen. Das Kick-off-Meeting zum Projektstart wurde im März 2019 in Frankfurt organisiert, um das Projekt gemeinsam zu starten und die nächsten Schritte zu definieren. Die mongolischen Partner nahmen online teil. Vor der Feldarbeit im Jahr 2019 wurde eine Vereinbarung zur gemeinsamen Nutzung von Daten entwickelt und von allen Partnern unterzeichnet. Außerdem wurden mehrere Treffen zur Identifizierung von Probenahmestellen, zum Studiendesign, zur Entwicklung eines sozio-ökologischen Fragebogens und zu einer gemeinsamen Feldarbeit zur Datenerhebung an ausgewählten Standorten koordiniert. Nach der ersten Feldsaison im September 2019 wurde der zweite Forschungsworkshop in der Mongolei organisiert. Dabei wurden die Erfahrungen aus der gemeinsamen Datenerhebung an den zehn Studienstandorten ausgetauscht und die nächsten Schritte besprochen. Während des gesamten Projekts war SBiK-F für die rechtzeitige Vorlage formeller Dokumente zu den Zwischenberichten des MoreStep-Projekts, die Teilnahme an den BioTip-Workshops, die durch Covid-19 verursachte Projekterweiterung, kostenlose Erweiterungen zwischen den Projektpartnern sowie die Entwicklung und Einreichung des Projektantrags für die zweite Phase verantwortlich. Darüber hinaus entwickelte SBiK-F die Projektwebseite <https://www.morestep.org> und aktualisierte alle Informationen mit Unterstützung der Projektpartner.

#### Aufgabe 11a.2: Dissemination und Kommunikation (Leitung: SBiK-F)

**Arbeitsprozess & Ergebnisse:** SBiK-F war für die Entwicklung der MoreStep-Webseite <https://www.morestep.org> verantwortlich und aktualisierte die Projektinformationen auf Mongolisch, Englisch und Deutsch, um sie einem breiteren Publikum zugänglich zu machen. Außerdem wurde die Webseite aktualisiert, um die durchgeführten Projektaktivitäten widerzuspiegeln. 2019 veranstalteten wir einen Tag der offenen Tür am Standort Frankfurt, an dem MORESTEP einem breiten Publikum in Deutschland vorgestellt wurde. Im Jahr 2020 leisteten wir einen Beitrag zum Newsletter 04/2020 der Central Asian Mammals Initiative und veröffentlichten einen kleinen Artikel über die Nachverfolgung der mongolischen Gazelle über den Störungsgradienten in der mongolischen Steppe, der unter diesem [Link](#) veröffentlicht wurde. Darüber hinaus wurde ein Projektmitglied zu zwei Interviews mit mongolischen Youtube-Podcasts eingeladen, nämlich dem Natur-Podcast in diesem [Link](#) und dem Connection-Podcast [in diesem Link](#), und sprach über die More-Step-Projektaktivitäten im Zusammenhang mit der Mobilität von Wildtieren und Hirten und die Herausforderungen für den Naturschutz in der Mongolei. In den Jahren 2020 und 2021 war es aufgrund der COVID-19-Pandemie nicht möglich, ein größeres Publikum über das Senckenberg Museum zu erreichen. Im Jahr 2021 wurde SBiK-F einer der wichtigsten Partner in der Global Initiative on Ungulate Migrations (GIUM), die von der Konvention über wandernde Tierarten (CMS) organisiert wird, und die großräumige Bewegung der mongolischen Gazelle in der östlichen Steppe wurde als einer der verbleibenden Langstreckenwanderer auf der ganzen Welt kartiert (Kauffman et al., 2021). Im Jahr 2021 arbeitete SBiK-F auch eng mit dem ISOE bei der Entwicklung des ersten Newsletters des MoreStep-Projekts zusammen, um die Forschungsergebnisse umfassend zu verbreiten. Insgesamt haben wir fünf Projektnewsletter zu verschiedenen Forschungsthemen auf der Grundlage veröffentlichter wissenschaftlicher Produkte und Stakeholder-Treffen in englischer und mongolischer Sprache veröffentlicht und sie direkt an Stakeholder, die an Stakeholder-Workshops teilgenommen haben, sowie über den [Link](#) auf der Projektwebseite weitergegeben. Darüber hinaus organisierten wir im Jahr



2022 aufgrund verschiedener laufender Forschungs- und Anwendungsprojekte zur nachhaltigen Nutzung der mongolischen Steppe einen zweieinhalbtägigen Online-Workshop zur Erhaltung der biologischen Vielfalt, insbesondere der mongolischen Gazellen. Ziel dieses Workshops war es, verschiedene Gruppen zusammenzubringen und gemeinsame Erhaltungsziele und -maßnahmen zu entwickeln, um eine größere Wirkung zu erzielen, als es einzelne Projekte allein hätten tun können. Insgesamt nahmen 25 Teilnehmer an dem Workshop teil, die mongolische und internationale Nichtregierungsorganisationen, akademische Institute sowie nationale und lokale Schutzgebiete vertraten. Am ersten Tag tauschten wir Forschungsergebnisse verschiedener Gruppen/Projekte aus und tauschten Informationen über bestehende Projekte und laufende Aktivitäten im Zusammenhang mit der Forschung und den Schutzmaßnahmen für mongolische Gazellen in der Steppe aus. Zwölf Forscher präsentierten Forschungsergebnisse und Schutzmaßnahmen aus vergangenen und laufenden Projekten. Auf der Grundlage der Präsentationen verschiedener Forscher und Naturschützer diskutierten die Teilnehmer vor allem über die Variabilität der Bewegungsmuster der Mongolischen Gazelle an verschiedenen Untersuchungsstandorten innerhalb des Verbreitungsgebiets der Art in der Mongolei, über die Bedeutung bestehender Schutzgebiete und Gebiete außerhalb von Schutzgebieten für die Mongolische Gazelle, über die Verbreitung und Fragmentierung der Population der Mongolischen Gazelle, über den Schutz potenzieller Kalbungs- und Überwinterungsgebiete sowie über Standards für neue lineare Infrastrukturen und darüber, wie diese umgesetzt und überwacht werden. Am zweiten Tag arbeiteten die Teilnehmer in drei thematischen Gruppen, um (i) relevante Forschungsergebnisse für Interessenvertreter und Entscheidungsträger, (ii) Bedrohungen für die mongolische Gazelle, (iii) Forschungs- und Schutzlücken, (iv) Herausforderungen für die Umsetzung des Schutzes und (v) gemeinsame Aktivitäten zu identifizieren. Darüber hinaus wurde im Jahr 2022 ein wissenschaftlicher Artikel in der Zeitschrift *Ecology* veröffentlicht, der von Nandintsetseg Dejid geleitet wurde. Der Artikel beleuchtete die bemerkenswerte Reise einer einzelnen mongolischen Gazellen und wurde später in mehreren englischen und deutschen Publikationen veröffentlicht, darunter *Scientific American* [Link](#) und *Senckenberg News in German* [Link](#). Im Februar 2023 nahm SBiK-F an einem Workshop teil, bei dem es um die Nominierung der östlichen Steppe als Weltkulturerbe ging. Der Workshop fand auf der Insel Vilm in Deutschland statt und führte zur Integration weiterer Steppenforschungsergebnisse und Publikationen in den Nominierungsprozess. Durch diese Integration wird ein Netzwerk von Schutzgebieten auf Landschaftsebene geschaffen. Darüber hinaus erlangte das MoreStep Projekt internationale Anerkennung und Nandintsetseg Dejid, die lokale Koordinatorin des Projekts, wurde vom Denver Zoo in den USA mit dem 2022 Women in Conservation Award ausgezeichnet. Sie initiierte und organisierte eine Fotoausstellung auf dem Hauptplatz der Hauptstadt der Mongolei (Sukhbaatar-Platz, Ulaanbaatar), die sich für den Erhalt der Artenvielfalt in der Mongolei einsetzte. Diese Veranstaltung war eine hervorragende Plattform für Wissenschaftler, Organisationen und Einzelpersonen, um zusammenzukommen, zusammenzuarbeiten und die Öffentlichkeit, Unternehmen und politische Entscheidungsträger auf die schädlichen Auswirkungen von Infrastrukturen wie Stacheldraht und anderen Arten von Zäunen auf die Tierwelt und die Hirten aufmerksam zu machen. Das Hauptziel dieser Ausstellung war es, Fotos auszutauschen, die Zusammenarbeit und Harmonie zwischen allen beteiligten Akteuren zu fördern und die Forschungsergebnisse des MoreStep einem breiteren wissenschaftlichen und öffentlichen Publikum zugänglich zu machen. Schließlich nahmen zwei Postdoktoranden und ein Doktorand an internationalen Konferenzen teil und hielten mündliche Präsentationen und Poster zu den Forschungsergebnissen, die im Rahmen der oben genannten Aufgaben erarbeitet wurden. Die Forschungsergebnisse des MoreStep sind somit einem breiten wissenschaftlichen und öffentlichen Publikum zugänglich.

### **Aufgabe 11a.3: Lokale Koordination (Leitung: SBiK-F)**

SBiKF koordinierte die Zusammenarbeit zwischen den Arbeitspaketen vor Ort während der Feldarbeit im Jahr 2019. Alle an der Feldarbeit 2019 beteiligten Arbeitspakete führten die Datenerhebung synchron durch. Außerdem kontaktierte SBiK-F lokale Interessenvertreter vor Ort, um das MoreStep-Projekt vorzustellen, und förderte die Teilnahme der Interessenvertreter an den im Rahmen von Aufgabe 11b.1 organisierten Workshops. Darüber hinaus koordinierte SBiK-F ein Treffen mit Dr. Batjargal Zamba, einem Mitglied des MoreStep Advisory Board in der Mongolei, um das Projekt vorzustellen und ihn zum ersten Stakeholder-Workshop einzuladen. Er nahm an dem im August 2019 in der Mongolei organisierten Stakeholder-Workshop teil und gab seine Einschätzung des MoreStep-Projekts ab. Aufgrund der COVID-19-Pandemiesituation in der Mongolei unterstützte SBiK-F einzelne Projektmitglieder bei der Reiseplanung.

**WP 11b: Transdisziplinäre Integration (Leitung: ISOE)****Aufgabe 11b.1: Einbindung von Stakeholdern (Leitung: ISOE)**

**Ziel:** Konsolidierung der Strategie zur Einbeziehung der Stakeholder aus der Vorphase und Sicherstellung der Einbeziehung der Stakeholder während der gesamten Projektdauer.

**Meilenstein 11b.1.1 Strategie zur Einbeziehung von Stakeholdern konsolidiert**

**Arbeitsprozess & Ergebnis:** Zu Beginn war SBiK-F für die Koordination der Stakeholder-Workshops verantwortlich. In Absprache mit dem ISOE wurde die Verantwortung für die Durchführung der Stakeholder-Workshops (Aufgabe 11b.1) an das ISOE und die Verantwortung für die Durchführung der Projekttreffen (Aufgabe 11b.2) an SBiK-F übertragen. SBiK-F spielte eine wichtige Rolle bei der Organisation der Stakeholder-Workshops in der Mongolei, einschließlich der Entwicklung von Workshop-Themen und Tagesordnungen, der Identifizierung von Stakeholdern, der Vorbereitung von Einladungen, Dokumenten und Präsentationen in mongolischer Sprache, der Moderation der Workshops und der Verwaltung logistischer Aktivitäten. Der erste Stakeholder-Workshop, der im August 2019 in Ulaanbaatar stattfand, konzentrierte sich auf die Entwicklung einer Vision über die Wege einer nachhaltigen bzw. nicht nachhaltigen Entwicklung in der Mongolei und identifizierte die wichtigsten Triebkräfte des Wandels (Meilenstein 11b.1.2). Die Ergebnisse des Workshops flossen in die Arbeit von WP2 zur regionalen Wirtschaft und politischen Analyse und WP9 zur integrierten Bewertung ein. Darüber hinaus wurde dieser Stakeholder-Workshop-Bericht (2019) vom ISOE geleitet und 2021 mit den Stakeholdern geteilt. Zwischen 2020 und 2021 entwickelte und aktualisierte das ISOE die Strategie zur Einbindung von Stakeholdern zusammen mit der Strategie zur Wissensintegration vor dem Hintergrund der COVID-19-Pandemie und der damit verbundenen Herausforderungen (Meilenstein 11b.1.1). Als nächster Meilenstein war der zweite Stakeholder-Workshop in der Mongolei geplant (Meilenstein 11b.1.3), der aufgrund der mit der COVID-19-Pandemie verbundenen Reisebeschränkungen nicht durchgeführt werden konnte. Dementsprechend hat das ISOE damit begonnen, eine Strategie für Stakeholder-Workshops zu entwickeln, die an die Einschränkungen durch die Pandemie angepasst ist. Insgesamt fanden im Jahr 2021 zwei Aktivitäten mit Praxispartnern statt: Erstens lud das Projekt die Stakeholder im Juni zu einem Online-Treffen ein. Die Themen umfassten nicht nur Änderungen an Projekten im Zusammenhang mit COVID-19, sondern auch die erzielten Ergebnisse und deren mögliche praktische Anwendungen. Zweitens fand im November ein zweitägiger Online-Stakeholder-Workshop (Meilenstein 11b.1.3) statt, um die Praxispartner über den aktuellen Stand des Projekts zu informieren, Feedback einzuholen und weitere Aspekte mit ihnen zu diskutieren. Im Jahr 2022 wurde kein persönlicher Stakeholder-Workshop abgehalten. Als Ersatz konzentrierte sich WP11b auf die Einbindung von Stakeholdern über Online-Kanäle und durch die Unterstützung lokaler Veranstaltungen (z.B. Teilnahme am Stakeholder-Workshop im Hustai Nationalpark (WP10), Intensivierung der Newsletter-Aktivitäten.

**Aufgabe 11b.2: Wissensintegration - interdisziplinär und Stakeholder (Leitung: SBiK-F)**

**Ziel:** Wissensintegration (interdisziplinär und für alle Beteiligten)

**Arbeitsprozess & Ergebnis:** Für die Wissensintegration waren während der gesamten Projektlaufzeit eine Reihe von sieben Projekttreffen (ein Kick-off-Meeting, vier Projekttreffen, ein Synthese-Workshop, ein Abschlusstreffen) und drei Stakeholder-Workshops geplant. Vier der Projekttreffen waren ursprünglich in Deutschland geplant, um gemeinsame Forschungsanstrengungen zwischen den Arbeitspaketen zu erleichtern und diese mit dem externen Beirat zu reflektieren. Darüber hinaus koordinierte SBiK-F regelmäßige zweiwöchentliche Forschungstreffen zwischen den Arbeitspaketen, um a) gemeinsame Forschungsanstrengungen zu erleichtern, b) Forschungsplanungen und Forschungsergebnisse auszutauschen und c) sich gegenseitig über die Projektaktivitäten und die nächsten Schritte zu informieren. **Ergebnisse:** SBiK-F organisierte im April 2019 *das Kick-off Meeting* in Frankfurt, um das Projekt gemeinsam zu starten und die nächsten Schritte zu definieren (**M11b.2.1**). Die mongolischen Partner nahmen online teil. Darüber hinaus diente das Treffen dazu, wichtige Themen zu besprechen, die für das gesamte Projekt relevant sind, z.B. die Auswahl wichtiger grundlegender Punkte der Feldsaison 2019, die Diskussion über synergetische Aktivitäten zwischen den WPs und zwischen dem MoreStep und NAMTIP sowie Outreach-Aktivitäten. Darüber hinaus wurden mehrere Folgetreffen zur Identifizierung von Probenahmestellen, zum Studiendesign und zu einer gemeinsamen Feldarbeit für die Datenerhebung an ausgewählten Standorten koordiniert. Nach der ersten Feldsaison im August 2019



wurde *das erste Forschungstreffen* in Ulaanbaatar, Mongolei, organisiert (**M11b.2.2**). Bei diesem Treffen tauschten sich die Projektmitglieder über die Erfahrungen mit der gemeinsamen Datenerhebung an den zehn Studienstandorten und die nächsten Schritte aus. Es wurden auch Punkte besprochen, die für die zweite Feldphase zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus entwickelten die Projektmitglieder gemeinsam den Inhalt des ersten Stakeholder-Treffens, und die PIs und Postdoktoranden nahmen am ersten Stakeholder-Treffen teil und stellten ihre jeweiligen Arbeitspakete vor. SBiK-F lud ein Mitglied des Projektbeirats zum ersten Stakeholder-Treffen ein, um das Projektziel und die erwarteten Ergebnisse vorzustellen. Ursprünglich hatten wir geplant, *das zweite Projekttreffen* in Frankfurt abzuhalten. Aufgrund der Reisebeschränkungen im März 2020 koordinierte SBiK-F stattdessen ein dreitägiges virtuelles Projekttreffen vom 17. bis 19. März 2020 (**M 11b.2.3**). Am ersten Tag des Treffens wurden Informationen über vergangene und laufende Forschungsaktivitäten ausgetauscht, und jedes Arbeitspaket stellte Aufgaben, Meilensteine und die für 2020 geplanten Feldarbeiten vor. Der zweite Tag des Treffens war der Erörterung projektübergreifender Themen wie der Integration sozio-ökologischer Daten und synergetischer Aktivitäten zwischen den Arbeitspaketen gewidmet. Während dieser beiden Tage wurden weitere Diskussionsthemen identifiziert, die am letzten Tag des Treffens in zwei kleineren Gruppen zu Vegetation und Fernerkundung und zu den quantitativen sozialwissenschaftlichen Befragungen diskutiert wurden. *Das dritte Projekttreffen* war ursprünglich als Syntheseworkshop geplant, der am 25. und 26. August nach der Feldarbeit in der Mongolei stattfinden sollte. Stattdessen wurde das von SBiK-F geleitete Projekttreffen als zweitägiges virtuelles Treffen durchgeführt, an dem alle Projektpartner teilnahmen (**M 11b.2.4**). Am ersten Tag wurden vorläufige Ergebnisse aus der laufenden Forschung und der Feldarbeit des Sommers 2020 vorgestellt. Themen des zweiten Tages waren die integrierte Datenanalyse, potenzielle Schwellenwerte und Kipp-Punkte. Syntheseprodukte konnten nicht besprochen werden, da diese aufgrund von Verzögerungen bei der Datenerhebung im Jahr 2020 noch nicht bei WP10 eingereicht wurden. Aufgrund der Pandemie koordinierte SBiK-F *das vierte Projekttreffen* online im Mai 2021, an dem alle Projektmitglieder teilnahmen (**M 11b.2.5**). Wir konzentrierten uns auf die Präsentation vorläufiger Ergebnisse der laufenden Forschungsaktivitäten und die Planung der Feldarbeit im Sommer 2021. Außerdem diskutierten wir die integrierte Datenanalyse und mögliche Schwellenwerte oder Kippunkte bei verschiedenen Themen. Ursprünglich hatten wir geplant, *das fünfte Projekttreffen* in Ulaanbaatar, Mongolei, abzuhalten (**M 11b.2.6**). Aufgrund der COVID-19-Bestimmungen im August 2021 war dies jedoch nicht möglich. Stattdessen koordinierte SBiK-F ein zweitägiges Hybrid-Projekttreffen vom 25. bis 26. August 2021. Der Projektleiter und der lokale Koordinator konnten im Rahmen der COVID-19-Bestimmungen in die Mongolei reisen und Mitglieder der mongolischen Partner nahmen persönlich an dem Treffen in der Mongolei teil, während die Projektmitglieder aus Deutschland nur virtuell teilnehmen konnten. Unser Ziel am ersten Tag war es, Informationen über vergangene und laufende Datenanalysen und Forschungsergebnisse auszutauschen. Darüber hinaus diente das Treffen am zweiten Tag dazu, wichtige Themen zu diskutieren, die für das gesamte Projekt relevant sind, wie z.B. soziale und ökologische Kippunkte, synergetische Aktivitäten zwischen den Arbeitspaketen und zukünftige Richtungen für den Vorschlag der zweiten Projektphase. Für das *sechste Projekttreffen* koordinierte SBiK-F ein zweitägiges Treffen mit der Möglichkeit der Online-Teilnahme im Mai 2022 (**M 11b.2.7**). Wir konzentrierten uns auf die Präsentation vorläufiger Ergebnisse der laufenden Forschungsaktivitäten und die Planung der Feldarbeit im Sommer 2022. Außerdem diskutierten wir die integrierte Datenanalyse, die Forschungssynthese und die Publikationsstrategie. Das letzte Treffen war für den Abschluss des Projekts geplant. SBiK-F koordinierte ein zweitägiges Hybrid-Projekttreffen vom 5. bis 6. September 2022 in der Mongolei (**M 11b.2.8**). Mitglieder der mongolischen Partner und einige Mitglieder aus Deutschland nahmen persönlich an dem Treffen in der Mongolei teil. Unser Ziel war es, zukünftige gemeinsame Forschungsprojekte in den verschiedenen Arbeitsgruppen des Projekts zu diskutieren. Daher bereiteten die Projektmitglieder im Vorfeld relevante Themen für gemeinsame Kooperationsprojekte vor und hielten Präsentationen zu diesen Themen. Wir diskutierten 15 gemeinsame Projekte, einschließlich laufender Forschungsaktivitäten. Der lokale Projektkoordinator und die Projektmitglieder präsentierten in jedem der Stakeholder-Workshops den Gesamtinhalt des MoreStep Projekts und die Forschungsergebnisse. Darüber hinaus koordinierte SBiK-F zwei Projekttreffen im Jahr 2023: ein Treffen in Frankfurt und ein weiteres in der Mongolei.

## **2. DIE WICHTIGSTEN PUNKTE DER NUMERISCHEN BELEGE & DIE NOTWENDIGKEIT UND ANGEMESSENHEIT DER PROJEKTARBEIT**

Die Hauptaufgaben für dieses Projekt betrafen das Personal. Konkret haben zwei Postdocs und ein Doktorand die oben beschriebene Arbeit geleistet. Der erste Postdoktorand koordinierte die Bemühungen in den verschiedenen Arbeitspaketen, führte Feldarbeit im Zusammenhang mit der Mobilität von Wildtieren und Nutztieren durch und führte entscheidende Analysen durch, die die Mobilität mit der Abundanz in Verbindung brachten. Wir hatten das große Glück, dass dieser Postdoc mongolischer Muttersprachler war und auch Englisch spricht, was ein zusätzlicher Vorteil war, da dies die effiziente Feldarbeit und die Einbeziehung von Interessengruppen erleichterte. Der zweite Postdoc war maßgeblich an der Implementierung von dynamischen Vegetationsmodellen beteiligt, die die Mobilität von Wildtieren mit der Vegetationsdynamik in WP8 verknüpften. Der Doktorand wiederum half bei der Berichterstattung in deutscher Sprache und war für die Durchführung von Analysen verantwortlich, die den Rückgang der Mobilität von Gazellen im Längsschnitt und den Effekt des Barriereverhaltens zeigten. Die nächste große Ausgabe war der Untervertrag mit WCS Mongolia. WCS führte die Bestandserhebung durch und half bei der Feldarbeit im Zusammenhang mit der Mobilität der Gazellen und der Einbindung von Interessengruppen. Schließlich wurde ein beträchtlicher Teil der Mittel für die Solar Assist GPS-Tracking-Geräte an mongolischen Gazellen und die Kosten für die Datenübertragung der feinzeitlichen Tracking-Daten aufgewendet. Diese Geräte waren unerlässlich, um den Gradienten der Mobilität in Abhängigkeit von menschlichen Störungen zu ermitteln und Längsschnittanalysen durchzuführen, die einen allgemeinen Rückgang der Gazellenmobilität zeigten. Es ist wichtig zu erwähnen, dass der Wert dieser Tracking-Daten über die beobachteten Bewegungen während des Projektzeitraums hinausgeht. Die Daten konnten für vergleichende Analysen vor dem Projektzeitraum verwendet werden und werden hoffentlich auch für zukünftige Forschungen genutzt werden, wenn die Steppenlandschaft immer mehr fragmentiert wird. Insgesamt verursachte das Projekt auch erhebliche Kosten für Reisen im Zusammenhang mit der Feldarbeit sowie für Konferenzen und Workshops. Ohne diese Ausgaben wären weder Daten zur Mobilität von Wildtieren und Nutztieren noch Daten zur Abundanz oder die Einbeziehung von Interessengruppen möglich gewesen. Die Arbeit vor Ort war eine besondere Herausforderung, da große Entfernungen zurückgelegt werden mussten, um das Untersuchungsgebiet zu erreichen und die GPS-Halsbänder an Wildtieren und Weidetieren zu bergen und wieder anzubringen. Alle oben beschriebenen Arbeiten waren notwendig, um die Projektziele zu erreichen, die sich auf die wichtigsten Regulierungsmechanismen für die Mobilität und ihre Wechselwirkungen beziehen, die zu einem Kipppunkt bei der Abundanz von Pflanzenfressern führen könnten. Die Verlängerung für die verzögerten Aktivitäten, die durch die COVID-19-Sperrungen verursacht wurden, war besonders wichtig, um die Gesamtziele des Projekts zu erreichen. Die Projektkoordination durch Prof. T. Müller und Prof. T. Hickler erfolgte auf Kosten der Grundfinanzierung von Senckenberg und stellte einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung des Projekts dar.

## **3. ERWARTETER NUTZEN, INSBESONDERE DIE NUTZBARKEIT DES ERGEBNISSES - EINSCHLIEßLICH KONKRETER PLÄNE FÜR DIE NAHE ZUKUNFT – IM HINBLICK AUF DEN AKTUALISIERTEN NUTZUNGSPLAN**

Die Forschungsergebnisse sind bemerkenswerte Errungenschaften, die die Bedeutung der Mobilität von Wildtieren für die Aufrechterhaltung der Populationsdichte erhellen und zweifellos als wertvolle Ressource für Naturschutzbemühungen und zukünftige Forschung dienen werden.

Die "Staatliche Politik für den Eisenbahnverkehr in der Mongolei" wurde 2010 mit dem Ziel verabschiedet, 6.600 km Eisenbahnstrecke in drei Etappen zu realisieren. Von 2020-2022 wurden über 900 km Eisenbahnstrecke in der mongolischen Gobi gebaut, aber in einigen Gebieten wurden auch Zäune errichtet, die sich negativ auf die Bewegungen der Wildtiere auswirken. In der östlichen Mongolei sollen über 800 km Eisenbahnstrecke gebaut werden. Zusätzlich zu den Eisenbahnen haben das 50.000 km lange Straßennetz der Mongolei, die rasche Verstädterung, die Landwirtschaft, die Intensivtierhaltung und die neue Wiederbelebungspolitik der Mongolei zum Bau verschiedener Arten von Infrastruktur geführt, darunter Stacheldraht- und andere Zäune sowie Strommasten, was das Risiko von Schäden für Wildtiere und Viehbewegungen erhöht. Die Bewegungsdaten und die Forschungsergebnisse sind entscheidend für die Fortsetzung der Studie zur Überwachung der Gazellenbewegungen, insbesondere angesichts der neuen

Infrastrukturentwicklung in der Mongolei. Die Erkenntnisse aus den Studien über die Mobilität und den Bestand der mongolischen Gazelle werden zur Erstellung eines Strategiepapiers verwendet, das voraussichtlich 2024 veröffentlicht wird. Wichtig ist, dass die reduzierte Mobilität der Mongolischen Gazelle in der östlichen Steppe für Entscheidungsträger hervorgehoben wird. Dieser Bericht wird Empfehlungen enthalten, wie die Gazellenpopulation und das Ökosystem der Steppe am besten erhalten werden können. Noch wichtiger ist, dass die Forschungsergebnisse entscheidende Komponenten für die Global Ungulate Migration Initiative (GIUM), den Atlas of Central Asian Migration Initiative (CAMI, CMS) und die Nominierung der östlichen Steppe der Mongolei zum Weltnaturerbe geliefert haben. Die Kartierungsarbeiten im Rahmen von GIUM und CMS werden Karten und Daten für Entscheidungsträger, Infrastruktur-, Straßenverkehrs-, Bau- und Stadtplanungsunternehmen sowie für Gemeinden bereitstellen, um naturfreundliche Politiken und Infrastrukturpläne zu erstellen.

#### 4. FORTSCHRITTE IM BEREICH DES PROJEKTS MIT ANDEREN EINRICHTUNGEN

Auf regionaler Ebene sind die im Rahmen des MoreStep-Projekts durchgeführten Studien und Aktivitäten bei Wissenschaftlern und Interessenvertretern in der Mongolei durch die Projektwebseite, die Projektpartner in der Mongolei, Workshops für Interessenvertreter, eingeladene Vorträge und andere Aktivitäten wie Newsletter gut bekannt. Das Projekt "Promoting Dryland Sustainable Landscapes and Biodiversity Conservation in the Eastern Steppe of Mongolia (Eastern Steppe Project)", das von FAO-WWF-GEF durchgeführt wird, wurde beispielsweise durch das MoreStep-Projekt informiert und nutzt die Forschungsergebnisse in seinen Workshops und Treffen. Auf internationaler Ebene ist SBiK-F einer der wichtigsten Partner in der Globalen Initiative zur Migration von Huftieren (GIUM), die von der Konvention über wandernde Tierarten (CMS) organisiert wird, und in der Initiative zur Nominierung der Oststeppe als Weltnaturerbe.

#### 5. VERÖFFENTLICHUNGEN

##### Wissenschaftliche Publikationen (veröffentlicht)

- Dejid, N., Olson, K., Stratmann, T. S. M., & Mueller, T. (2022). A gazelle's extraordinary, 18,000-km-long journey through the steppes of Mongolia. *Ecology*, 103(5). <https://doi.org/10.1002/ecy.3660>
- Dejid, N., Olson, K., Stratmann, T. S. M., & Mueller, T. (2022). Lifetime Nomadic Movements Through the Vast, Intact Steppe Ecosystems. *The Bulletin of the Ecological Society of America*, 103(2). <https://doi.org/10.1002/bes2.1981>
- Esmaeili, S., Jesmer, B. R., Albeke, S. E., Aikens, E. O., Schoenecker, K. A., King, S. R. B., Abrahms, B., Buuveibaatar, B., Beck, J. L., Boone, R. B., Cagnacci, F., ... Dejid, N., Mueller, ... Goheen, J. R. (2021). Body size and digestive system shape resource selection by ungulates: A cross-taxa test of the forage maturation hypothesis. *Ecology Letters*, 24(10), 2178–2191. <https://doi.org/10.1111/ele.13848>
- Kauffman, M. J., Cagnacci, F., Chamaillé-Jammes, S., Hebblewhite, M., Hopcraft, J. G. C., Merkle, J. A., Mueller, T., Mysterud, A., Peters, W., Roettger, C., Steingisser, A., Meacham, J. E., Abera, K., Adamczewski, J., Aikens, E. O., Bartlam-Brooks, H., Bennitt, E., Berger, J., Boyd, C., ... Zuther, S. (2021). Mapping out a future for ungulate migrations. *Science*, 372(6542), 566–569. <https://doi.org/10.1126/science.abf0998>
- Mendgen, P., Dejid, N., Olson, K., Buuveibaatar, B., Calabrese, J. M., Chimeddorj, B., Dalannast, M., Fagan, W. F., Leimgruber, P., & Müller, T. (2023). Nomadic ungulate movements under threat: Declining mobility of Mongolian gazelles in the Eastern Steppe of Mongolia ☆. *Biological Conservation*, 286, 110271. <https://doi.org/10.1101/2023.02.05.526430>
- McInturff, A., Xu, W., Wilkinson, C. E., Dejid, N., & Brashares, J. S. (2020). Fence Ecology: Frameworks for Understanding the Ecological Effects of Fences. *BioScience*, 70(11), 971–985. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa103>

- Stratmann, T. S. M., Dejid, N., Calabrese, J. M., Fagan, W. F., Fleming, C. H., Olson, K. A., & Mueller, T. (2021). Resource selection of a nomadic ungulate in a dynamic landscape. *PLoS ONE*, 16(2 February). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246809>
- Stratmann, T. S. M., Forrest, M., Traylor, W., Dejid, N., Olson, K. A., Mueller, T., & Hickler, T. (2023). Movement drives population dynamics of one of the most mobile ungulates on Earth: Insights from a mechanistic model. *Ecology*, 104(7). <https://doi.org/10.1002/ecy.4071>
- Tucker, M. A., Schipper, A. M., .... Buuveibaatar, B., Dejid, N., ... Olson, K., Behr, D. M., Belant, J. L., Beyer Jr, D. E., Blaum, N., David Blount, J., Bockmühl, D., Luiz Pires Boulhosa, R., Leimgruber, P., Leitner, H., Mueller, T. (2023) Behavioral responses of terrestrial mammals to COVID-19 lockdowns. *Science*, 380(6649). <https://doi.org/10.1126/science.abo6499>
- Xu, W., Dejid, N., Herrmann, V., Sawyer, H., & Middleton, A. D. (2021). Barrier Behaviour Analysis (BaBA) reveals extensive effects of fencing on wide-ranging ungulates. *Journal of Applied Ecology*, November 2020, 690–698. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13806>

### **Wissenschaftliche Publikationen (Druck)**

Bayarbaatar, B., ..., Dashpurev, T., Dejid, N., ..., Mueller, T., ..., Shiilegdamba, E., ..., Dorj, U., Olson, K. An assessment of the global population size of Mongolian gazelles. *Oryx* (in druck).

### **Forschungsbericht**

Matias, D. M., Drees, L., Kasymov, U., Dejid, N., Batjav, B., Dashpurev, Ts., Usukhjargal, D., Ganzorig, G., Mueller, T., Irene, R., and Mehring, M. (2020) Mobility at risk: Sustaining the Mongolian steppe ecosystem - developing a vision. Stakeholder involvement and identification of drivers and pathways towards sustainable development. ISOE Materials Social Ecology, No. 62. Frankfurt am Main: ISOE - Institute for Social-Ecological Research.

Dejid, N., Mendgen, P., Stratmann, T, M., .... Mueller, T. (2022) Summary of Current Research and Conservation for Mongolian gazelle.

Usukhjargal, D., Dashpurev, Ts., Batzaya. (2022) Stakeholder involvement and identification of challenges faced with, and pathways toward, sustainable use of the Mongolian steppe ecosystem in the Hustai National Park Buffer Zone, Ulaanbaatar, Mongolia.