

Polar Bear Research Prospectus

Deutsche Fassung

EAZA Polar Bear EEP

EAZA Bear TAG

Version 1.0

September 2023



Titelbild mit freundlicher Genehmigung von BJ Kirschhoffer / Polar Bears International

Diese Veröffentlichung darf wie folgt zitiert werden:

Bechshoft, T., Cutting, A., Galeshchuk, M., Krouse, M., Kok, J., Kolter, L., Levitskaya, V., Owen, M., Richardson, D., Schneider, M., Sicks, F., Thiemann, G. W. (2023). Polar bear research prospectus (T. Bechshoft, Ed.). European Association of Zoos and Aquaria (EAZA), Polar Bear Ex-situ Programme (EEP).



Die Teilnehmer des Workshops zum Polar Bear Research Prospectus im März 2023 im Tierpark Berlin. Hintere Reihe, stehend (von links nach rechts): Megan Owen, Douglas Richardson, Thea Bechshoft, Gregory W. Thiemann, Florian Sicks. Vordere Reihe, kniend (von links nach rechts): Marion Schneider, Marissa Krouse, Amy Cutting, José Kok, Lydia Kolter. Es fehlen: Marina Galeshchuk und Varvara Levitskaya. Foto mit freundlicher Genehmigung des Tierpark Berlin.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	4
Polar Bear Research Prospectus	6
Hintergrund	6
Prozess und Zielsetzung des Prospekts	7
Nutzung des Prospekts	9
Naturschutzrelevante Themen für künftige In-situ-/Ex-situ-Kooperationen in der Eisbärenforschung	10
Verhalten und Physiologie	10
Biobanking und Forschungsdatenmanagement	17
Krankheit und Pathologie	19
Energetik, Diät und Ernährung	22
Feldtechniken	25
Quellenverzeichnis	30
Anhang A: Hinweise für diejenigen, die eine Forschungspartnerschaft zum Schutz der Eisbären in Erwägung ziehen	35
Anhang B: Einreichung eines Eisbären-Forschungsprojektes an das EAZA-Eisbären-EEP	38

Vorwort

Menschen und Eisbären sind miteinander verbunden. Indigene Kulturen in der zirkumpolaren Arktis haben uralte Beziehungen zu Eisbären, während die Menschen in südlichen Breitengraden in Eisbären einerseits ihre Stärke und andererseits ihre Verletzlichkeit sehen. Vielleicht ist es eine Folge dieser Beziehung, dass Eisbären oft eine zentrale Rolle spielen, wenn Menschen sich über die globale Erwärmung Sorgen machen.

Als Wildtierökologe und Mitglied der IUCN/SSC-Spezialistengruppe für Eisbären habe ich mich in meiner 22-jährigen Karriere auf das Verständnis der Ökologie und den Schutz von Eisbären konzentriert. Obwohl die globale Erwärmung das Hauptproblem für Eisbären ist, gibt es andere Bedrohungen für ihre langfristige Existenz. Zoo-basierte Forschung, einschließlich der in diesem Prospekt beschriebenen Projekte, kann dazu beitragen, alle Bedrohungen zu verstehen und abzuschwächen.

Der Klimawandel führt zu einem dramatischen und schnellen Rückgang des Umfangs und der saisonalen Dauer des jährlichen Meereises, dem wichtigsten Lebensraum des Eisbären. Dieser Verlust an Lebensraum beeinträchtigt die Fähigkeit der Eisbären, Robben zu jagen, Partner zu finden und terrestrische Wurfhöhlenplätze zu erreichen. Die Erforschung von Eisbären in Zoos und Aquarien kann uns helfen, die Beziehungen zwischen Klima, Meereis und der Ökologie der Eisbären zu verstehen und zu quantifizieren. Sie kann dazu beitragen, neue Instrumente zur Untersuchung der Ernährung oder der Bewegungen wild lebender Bären zu entwickeln, physiologische Marker für chronischen Stress zu identifizieren oder die energetischen Kosten des Schwimmens und der Thermoregulation in einer zunehmend eisfreien Arktis zu quantifizieren.

Industrielle Aktivitäten weiten sich in der Arktis aus, da das abnehmende Meereis neue Schifffahrtsrouten eröffnet. Öl- und Gasexploration, Bergbau, Tourismus und Transport – und die damit verbundenen Umweltrisiken – nehmen im Verbreitungsgebiet der Eisbären zu. Die Zoo-Forschung kann wichtige Erkenntnisse über die möglichen Auswirkungen anthropogener Aktivitäten in der Arktis liefern. Zum Beispiel können uns Bären, die in menschlicher Obhut leben, helfen, die sensorischen Fähigkeiten dieser Art und die Schwellenwerte für Störungen durch Lärm oder Vibrationen zu verstehen. Solche Erkenntnisse können direkt auf das Management und die Abmilderung industrieller Einflüsse angewendet werden.

Die Ausbeutung (d. h. die tödliche Entnahme) von Eisbären stellt eine Bedrohung dar, wenn sie nachhaltige Grenzen überschreitet. Die der Selbstversorgung dienende Jagd von Eisbären ist eine wichtige wirtschaftliche und kulturelle Aktivität der indigenen Völker in Kanada, den Vereinigten Staaten und Grönland und wird streng reguliert, um Nachhaltigkeit zu gewährleisten. Die Zahl der Eisbären, die bei Konflikten mit Menschen getötet werden, ist schwieriger zu quantifizieren oder vorherzusagen. Diese Zahlen werden jedoch wahrscheinlich steigen, da die Eisbären mehr Zeit an Land verbringen und der Ernährungsstress sie dazu veranlasst, anthropogene Nahrung zu suchen. Die Forschung in zoologischen Gärten kann dazu beitragen, Strategien zur Eindämmung von Konflikten zu entwickeln, wie z. B. nicht-tödliche Abschreckungsmittel und bärensichere Behälter, die von den örtlichen Gemeinden eingesetzt werden können, um die öffentliche Sicherheit zu verbessern und die Koexistenz zwischen Mensch und Eisbär zu fördern.

Umweltverschmutzungen aus lokalen und weit entfernten Quellen stellen eine Bedrohung für die Gesundheit einzelner Eisbären dar und können erhebliche Auswirkungen auf die Population haben. Obwohl viele langfristige Auswirkungen noch untersucht werden, können Schadstoffe die Immunfunktion und die Fortpflanzungsgesundheit beeinträchtigen und synergistische oder

kumulative Effekte auf Tiere haben, die anderen Umweltstressoren ausgesetzt sind. Eisbären in der kontrollierten Umgebung von Zoos und Aquarien können wichtige Vergleiche mit ihren Artgenossen im natürlichen Lebensraum ermöglichen. Sie können die Mechanismen der Schadstoffaufnahme und -anreicherung sowie die Rolle der Ernährung oder der Umweltbedingungen aufzeigen.

Eisbären in Zoos sind bei Besuchern sehr beliebt. Die unmittelbare Gefährdung der Eisbären durch den Klimawandel bietet eine gute Gelegenheit, die Besucher nicht nur über die Bedrohung dieser Art aufzuklären, sondern auch über die globalen Auswirkungen der Treibhausgasemissionen und die Möglichkeiten der Eindämmung und des Übergangs in eine nachhaltigere Zukunft.

Die sozialen und wirtschaftlichen Kosten der Klimaerwärmung und die Anfälligkeit der Menschen und nicht-menschlicher Tiere für die mit der globalen Erwärmung verbundenen ökologischen Veränderungen werden zunehmend erkannt. Gleichzeitig wächst die Einsicht, dass Zoos und Aquarien eine führende Rolle in der Naturschutzforschung und -erziehung spielen können.

Die in menschlicher Obhut lebenden Eisbären verdienen das bestmögliche Wohlergehen und die bestmöglichen Haltungsbedingungen. Sie verdienen auch die Möglichkeit, einen Beitrag zum langfristigen Wohlergehen ihrer Art zu leisten. Die in diesem Prospekt beschriebene Forschung strebt danach, beides zu erreichen.



Dr. Gregory Thiemann
Assoziierter Professor, York University
Mitglied der IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group



Dr. Gregory Thiemann. Foto mit freundlicher Genehmigung von Dr. Gregory Thiemann.

Polar Bear Research Prospectus

Hintergrund

Eisbären, eine Schlüsselart im arktischen Ökosystem, sind aufgrund des Klimawandels stark bedroht. Da sich der Verlust des Meereises, ihres wichtigsten Jagd-, Paarungs- und Wanderungshabitats, aufgrund der anthropogenen Klimaerwärmung beschleunigt, steht ihre Existenz auf dem Spiel (Molnár et al., 2020). Eisbären werden derzeit auf der Roten Liste der IUCN als gefährdet eingestuft, da ihre weltweite Population, ohne ein rasches Eingreifen zur drastischen Reduzierung unserer CO₂-Emissionen, bis 2050 voraussichtlich um 30 % zurückgehen wird – ein Trend, der sich in absehbarer Zukunft fortsetzen wird (Wiig et al., 2015).

Eine solide wissenschaftliche Forschung ist die Grundlage für wirksame Schutzmaßnahmen. In den vergangenen vier Jahrzehnten haben Forscher trotz erheblicher logistischer Hürden erfolgreich vertiefende Studien über Eisbären in ihren natürlichen Lebensräumen durchgeführt. Dies hat entscheidende Informationen über ihre Ökologie, Verbreitung und Populationstrends geliefert und damit unser Verständnis für die Art und die Anforderungen für ihr Überleben vertieft (IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, 2021).

Bestimmte lebenswichtige Studien können jedoch nicht im natürlichen Lebensraum durchgeführt werden, was Zoos und Aquarien zu unverzichtbaren Partnern in der Forschung zum Schutz der Eisbären macht. Im Gegensatz zu ihren wilden Artgenossen können Bären in menschlicher Obhut kontinuierlich beobachtet und über längere Zeiträume wiederholt erreicht oder beprobt werden, was die Erfassung eines umfassenderen Datensatzes ermöglicht. Diese kontrollierten Umgebungen bieten auch das ideale Testgelände für die Kalibrierung und Validierung neuer Forschungsmethoden und -technologien, bevor diese im Freiland eingesetzt werden (vgl. Prop et al. 2020).

Eine Reihe von Organisationen sind maßgeblich daran beteiligt, dieses Forschungsprogramm voranzutreiben. Das Europäische Ex-situ-Programm für Eisbären der European Association of Zoos and Aquaria (EAZA EEP) und die EAZA Bear Taxon Advisory Group (EAZA Bear TAG) gehören zu denen, die die Bemühungen in Europa anführen. Gleichzeitig bietet das Polar Bear Research Council der Association of Zoos and Aquariums in Nordamerika (AZA PBRC) ein interessantes Potenzial für eine transatlantische Zusammenarbeit (Polar Bear Research Council, 2022). Sowohl einzeln als auch durch koordinierte Anstrengungen und den Austausch von Informationen tragen diese Einrichtungen dazu bei, den Umfang der Forschungsstichproben zu erhöhen, redundante Anstrengungen zu reduzieren und einen wesentlichen Beitrag zu unserem wissenschaftlichen Verständnis der Eisbären und der Herausforderungen zu leisten, denen sie sich in einer sich erwärmenden Arktis gegenübersehen. Diese umfassenden, kombinierten Forschungsanstrengungen, die sowohl im natürlichen Lebensraum (in situ) als auch unter kontrollierten Bedingungen (ex situ) durchgeführt werden, liefern die notwendige wissenschaftliche Grundlage für wirksame und fundierte Erhaltungsstrategien, die die Zukunft der Eisbären sichern.

Die Bedeutung einer solchen Zusammenarbeit zwischen Forschern und Zoos wurde kürzlich durch den langfristigen Managementplan der EAZA für Eisbären unterstrichen, in dem die Beteiligung an der Ex-situ-Forschung für die In-situ-Erhaltung als einer der Aktionsaufrufe aufgeführt ist (LTMP EAZA Polar Bear EEP, 2022), und durch die Annahme des Antrags 094 „Linking in situ and ex situ efforts to save threatened species“ durch die IUCN (The IUCN World Conservation Congress, 2020).



Foto mit freundlicher Genehmigung von Kt Miller / Polar Bears International

Prozess und Zielsetzung des Prospekts

Dieser Forschungsprospekt richtet sich an Forscher und Institutionen, die an naturschutzorientierten Studien über Eisbären in EAZA-Einrichtungen (siehe Tabelle 1 und Abbildung 1 unten) interessiert sind, sowie an die Mitarbeiter*innen, die an ihrer Betreuung beteiligt sind. Der Prospekt wird regelmäßig aktualisiert werden, um als Leitfaden für kooperative, naturschutzrelevante Eisbärenforschung zu dienen.

Im Prospekt werden fünf Hauptinteressenbereiche (Themen) genannt: Verhalten und Physiologie; Biobanking und Forschungsdatenmanagement; Krankheit und Pathologie; Energetik, Diät und Ernährung; und Feldtechniken. Es ist erwähnenswert, dass diese Themen von Natur aus miteinander verbunden sind, was angesichts der komplexen Natur der ökologischen Forschung unvermeidlich ist.

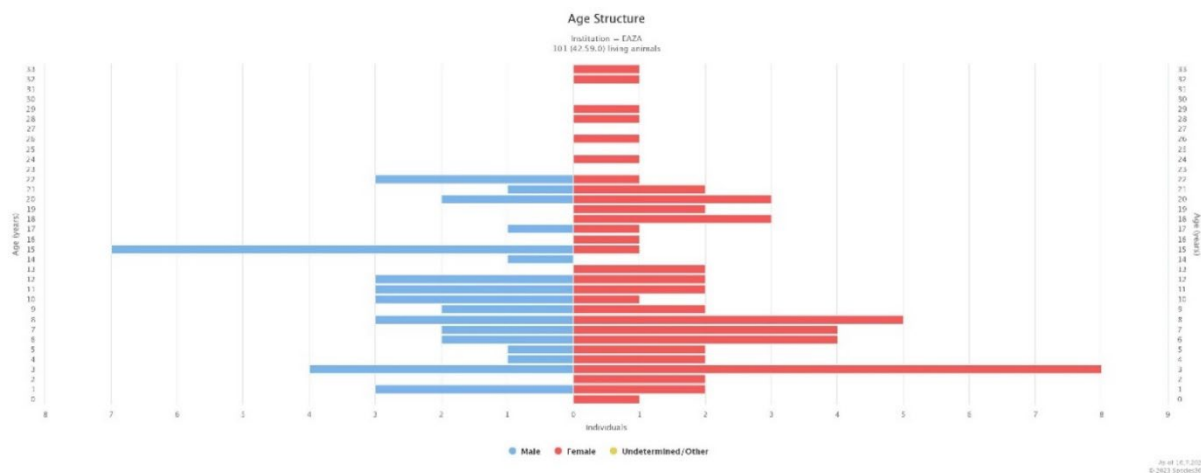
Die Forschungsmöglichkeiten, die in jedem Abschnitt beschrieben werden, wurden durch einen Prozess generiert, der mit einer Online-Umfrage begann, in der mehr als 50 Fachleute mit bedeutender In-situ-Erfahrung im Bereich Eisbären eingeladen wurden, Vorschläge für naturschutzorientierte Forschung zu machen. Diese Expert*innen, die aus allen fünf Eisbärennationen stammen, vertraten eine Vielzahl von Institutionen, darunter Regierungsbehörden, Universitäten und NGOs. Die vorgeschlagenen Forschungsprojekte wurden dann während eines persönlichen Workshops im März 2023, der im Tierpark Berlin stattfand, sorgfältig auf Dringlichkeit, Durchführbarkeit und potenzielle Auswirkungen auf den Schutz bewertet. Diese Bewertung wurde von Eisbärenspezialist*innen aus verschiedenen Organisationen durchgeführt, darunter das EAZA-Eisbären-EEP, der EAZA-Bären-TAG, San Diego Zoo Wildlife Alliance (SDZWA), Polar Bears International und die IUCN PBSG. Das Vorgehen zielte darauf ab, die Perspektiven von Ex-situ- und In-situ-Fachleuten einzubeziehen und die Auswirkungen auf die Erhaltung mit der praktischen

Durchführbarkeit der vorgeschlagenen Studien in Einklang zu bringen.

Institution	Männlich	Weiblich	Total
Aalborg Zoo	0	3	3
Monde Sauvage Safari	1	1	2
Berlin Tierpark	0	2	2
Yorkshire Wildlife Park	6	2	8
Zoo am Meer Bremerhaven	0	3	3
Brno Zoo	0	1	1
Budapest Zoo	1	0	1
Pairi Daiza	2	2	4
Copenhagen Zoo	0	3	3
Parc Zoologique d'Amneville	2	0	2
Wildlands Adventure Zoo Emmen	0	3	3
Dierenrijk Europa	1	1	2
ZOOM Erlebniswelt Gelsenkirchen	1	2	3
Tierpark Hagenbeck	0	2	2
Zoo Hannover	1	2	3
Zoo Karlsruhe	1	1	2
Kazan Zoological Garden	1	0	1
Highland Wildlife Park	3	1	4
Parc Zoologique de La Fleche	2	1	3
Parc Zoo du Reynou	2	0	2
Aqua Zoo Friesland	2	0	2
Zoo de Cerza	2	2	4
Moscow Zoo	1	2	3
Parc Zoologique Mulhouse	0	3	3
Münchner Tierpark Hellabrunn	0	3	3
Tierpark Neumünster	1	1	2
Tiergarten Nürnberg	1	2	3
Sosto Zoo	1	1	2
Orsa Rovdjurspark	0	2	2
Peak Wildlife Park	2	1	3
Prague Zoo	1	1	2
Ranua Wildlife Park	0	1	1
Ouwehand Zoo	1	3	4
Rostock Zoo	0	5	5
Rotterdam Zoo	2	0	2
Tallinn Zoo	1	1	2
Tiergarten Schönbrunn, Vienna	1	1	2
Warsaw Zoo	2	0	2
Total (EAZA Polar Bear EEP)	42	59	101

Tabelle 1. Standort und Anzahl der Eisbären in EAZA-Einrichtungen im Juli 2023. Eine aktualisierte Version der in dieser Tabelle enthaltenen Informationen kann über den EAZA Bear TAG Chair angefordert werden (siehe „Nutzung des Prospekts“).

Abbildung 1. Altersverteilung der Eisbären in EAZA-Einrichtungen im Juli 2023. Eine aktualisierte Version der in dieser Abbildung enthaltenen Informationen kann über den EAZA Bear TAG Chair angefordert werden (siehe „Nutzung des Prospekts“).



Nutzung des Prospekts

Dieser Forschungsprospekt ist ein umfassender Leitfaden für die naturschutzorientierte, kooperative Eisbärenforschung. Er umreißt fünf Schlüsselthemen mit sowohl detaillierten als auch allgemeinen Vorschlägen, die zu spezifischen Forschungsfragen anregen. Die Leser sind eingeladen, zusätzliche Forschungsideen vorzuschlagen oder sich mit dem EAZA Bear TAG chair (José Kok, jose.kok@ouwehand.nl) in Verbindung zu setzen, um mehr über die enthaltenen Projekte zu erfahren. Der Prospekt enthält auch wichtige praktische Hinweise: Anhang A enthält Überlegungen für Partner, die Kooperationsprojekte initiieren (sowie einen Hinweis auf ethische Erwägungen), während Anhang B das Verfahren zur Beantragung der Genehmigung von Projektvorschlägen durch das Eisbären-EEP und den damit verbundenen Wert dieser Genehmigung beschreibt.

Naturschutzrelevante Themen für künftige In-situ-/Ex-situ-

Kooperationen in der Eisbärenforschung



Foto mit freundlicher Genehmigung von Bruce Silverstein / Polar Bears International

Verhalten und Physiologie

Das Verständnis des komplexen Verhaltens und der Physiologie von Eisbären ist entscheidend für ihren wirksamen Schutz und für die Steuerung der Interaktionen zwischen Mensch und Eisbär im natürlichen Lebensraum. Von besonderem Interesse ist das Verhalten der Eisbären in ihren Wurfhöhlen, einschließlich der mütterlichen Pflege und der Entwicklung der Jungtiere in der Höhle – Bereiche, die noch weitgehend unerforscht sind, aber für das Überleben der Art im natürlichen Lebensraum entscheidend sind. Da Eisbärenhöhlen in situ nicht zugänglich sind und die Beobachtung von Bären in der Höhle (derzeit) unmöglich ist, ist die Beobachtung von Eisbärenhöhlen in Zoos eine unschätzbare Gelegenheit (vgl. Owen 2021; Gartland et al. 2023). Darüber hinaus könnte die Bewertung der kognitiven Fähigkeiten und der sensorischen Ökologie von Eisbären von herausragendem Wert für die Bemühungen sein, potenziell gefährliche Mensch-Tier-Interaktionen zu minimieren und erfolgreiche Managementstrategien zu entwickeln, einschließlich nicht-tödlicher Abschreckungsmaßnahmen (vgl. Owen und Bowles, 2011).

Das physiologische Wohlbefinden und Überleben von Eisbären wird durch Umweltstressoren erheblich beeinträchtigt. Dazu gehören der Klimawandel, die Umweltverschmutzung, Konflikte zwischen Mensch und Eisbär und vor allem die zunehmende Rohstoffgewinnung und industrielle

Aktivitäten in der Arktis (Wiig et al., 2015; IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, 2021). Besonders besorgniserregend ist die potenzielle Störung von Weibchen in Wurfhöhlen durch industrielle Aktivitäten (vgl. Owen et al. 2021). Das Verständnis dieser und vieler anderer physiologischer Aspekte erfordert jedoch kontextbezogene Informationen, die nur durch Ex-situ-Studien gewonnen werden können (vgl. Curry et al., 2012).

Die umfassende Erforschung der miteinander verknüpften Aspekte des Verhaltens und der Physiologie von Eisbären stärkt nicht nur die Schutzbemühungen, sondern kann auch Konflikte zwischen Menschen und Wildtieren verringern und damit letztlich die Erhaltung der Eisbären in ihren natürlichen Lebensräumen unterstützen.

Möglichkeiten der Ex-situ-Forschung

Bewertung der Fähigkeit von Eisbären, Probleme zu lösen und Werkzeuge zu benutzen

Die Forschung bestätigt, dass Bären, einschließlich Eisbären, Problemlösungsfähigkeiten und die Fähigkeit zur Nutzung von Werkzeugen zeigen (Waroff et al., 2017; Stirling et al., 2021). Kontrollierte Ex-situ-Umgebungen bieten die Gelegenheit für eine gründlichere Untersuchung der Fähigkeit von Eisbären, Werkzeuge für Problemlösungsaufgaben zu nutzen. Ein tieferes Verständnis dieser kognitiven Fähigkeiten kann bei der Entwicklung einer bärenresistenten Infrastruktur und Feldausrüstung genutzt werden. Dieser Ansatz kann die Sicherheit in der arktischen Region erhöhen, indem er unerwünschte Begegnungen zwischen Eisbären und Menschen verhindert und so den Schutz beider gewährleistet.

Priorität für die Erhaltung: hoch

Methode: Der Aufbau dieses Projekts könnte je nach den verfügbaren Ressourcen sehr einfach oder sehr komplex sein.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: hoch. Erfordert ggfls. die Einrichtung eines Versuchsaufbaus innerhalb des Eisbärengeheges (entweder im öffentlichen Bereich oder hinter den Kulissen).



Ein eisbärensicherer Mülleimer wurde in Churchill, Kanada, aufgestellt. Foto mit freundlicher Genehmigung von Erinn Hermsen/Polar Bears International.

Vorhersage des Fortpflanzungserfolgs

Die Analyse von Ex-situ-Daten zu Körpergewicht und Fortpflanzung von Eisbären trägt zu einem umfassenderen Verständnis der Beziehung zwischen diesen Schlüsselfaktoren in ihrer natürlichen Umgebung bei (Derocher und Stirling, 1994; Molnár et al., 2011). Diese Forschung würde dazu beitragen, saisonale Muster der Aktivität und der Gewichtszunahme im Zusammenhang mit erfolgreichen Trächtigkeiten zu ermitteln und Einblicke in den saisonalen Energiebedarf von Eisbären zu geben, der Teil der Voraussetzungen für eine erfolgreiche Fortpflanzung ist (Rode et al., 2010).

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Regelmäßiges Wiegen von Eisbären im fortpflanzungsfähigen Alter sowie sorgfältige Aufzeichnung der Fütterung (und möglicherweise des Verzehrs) sowie der Paarungsdaten und aller potenziellen Stressfaktoren, denen die Bären während des Untersuchungszeitraums ausgesetzt gewesen sein könnten. Dazu kann auch die Auswertung früherer Aufzeichnungen gehören.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: hoch. Erfordert neben der Installation von Waagen auch die Beteiligung des Personals.

Referenzbereiche für serumbasierte Stressindikatoren

Serumbasierte Marker für (z. B. ernährungs- oder störungsbedingten) Stress, wie z. B. Kortikosteroide, werden üblicherweise in Studien an Wildtieren verwendet. Diese Werte können jedoch aufgrund des akuten Stresses beim Fang schnell ansteigen, was die Messung von chronischem Stress schwierig macht. Kortikosteroid-bindendes Globulin (CBG), ein Plasmaprotein in Säugetieren, dessen Aufgabe die Bindung und der Transport von Glukokortikoiden und Progesteron im Blut ist, wurde als potenziell genauerer Marker für chronischen Stress bei Bären identifiziert (Chow et al.

2011). Gleichzeitig zeigen Hitzeschockproteine (HSP) im Serum eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber akuten Stressfaktoren und wurden wie CBG mit metabolischen Veränderungen in Verbindung gebracht (Hamilton, 2008; Chow et al., 2011).

Sowohl CBG als auch HSP versprechen wertvolle Einblicke in die Stressbiologie und Gesundheit von in Menschenobhut lebenden Eisbären (in situ), was weitere Ex-situ-Forschung nach sich zieht, um Referenzbereiche bei Eisbären mit dokumentierten Lebensgeschichten zu definieren.

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: regelmäßige Blutentnahmen (durch freiwillige Teilnahme der Tiere oder opportunistisch).

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: mäßig. Erfordert die Beteiligung des Personals und möglicherweise ein Training der Tiere sowie Kapazitäten für die Lagerung von Blutproben.

Störanfälligkeit von Bären in der Wurfhöhle

Die Untersuchung des Verhaltens und der physiologischen Reaktionen von Eisbären auf Lärm und andere anthropogene Reize im Rahmen von Zoostudien würde Aufschluss über ihre Anfälligkeit für Störungen durch menschliche Aktivitäten In-situ geben. So könnten die Ergebnisse einen sinnvollen Beitrag zur Entwicklung optimaler Managementpraktiken leisten, um den anthropogenen Lärm in der Umgebung von Eisbärenhöhlen im natürlichen Lebensraum zu mindern. Dies wäre ein entscheidender Schritt zum Schutz der Eisbären während der äußerst sensiblen Wurfhöhlenzeit, aber auch zum Schutz der Art vor den zunehmenden Bedrohungen durch menschliche Eingriffe und Aktivitäten in der Arktis (IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, 2021).

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Messung der Bewegung und anderer Verhaltens- und physiologischer Reaktionen auf Lärmbelästigung und menschliche Aktivitäten während des Winterschlafs.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: mäßig. Erforderlich sind eine mit Messinstrumenten ausgestattete Wurfhöhle (Kamera und Tonaufzeichnungsgerät) und ein trächtiges Eisbärenweibchen, das ein Halsband mit einem Beschleunigungssensor oder einem anderen Biologger trägt, sowie Aufzeichnungen des Zoopersonals über alle potenziell störenden Aktivitäten in der Nähe der Höhle.



Screenshot einer Live-Übertragung von einer Videokamera in einer Eisbären-Wurfhöhle im Zoo. Foto mit freundlicher Genehmigung des Ouwehands Zoo.

Wie individuelle und ökologische Variablen das Wurfverhalten von Eisbären beeinflussen

Die Untersuchung des mütterlichen Verhaltens in einer Wurfhöhle kann insbesondere in einem Zoo wertvolle Einblicke zu individuellen Unterschieden wie auch zu den Auswirkungen von Umweltfaktoren auf den Geburtsvorgang sowie die Aufzucht der Jungtiere bieten (vgl. Owen 2021; Gartland et al. 2023). Durch die detaillierte Untersuchung der einzigartigen Wurfhöhlenzeit können die Forscher die Gewohnheiten der einzelnen Bären und den Einfluss der Umgebung analysieren und so das Zusammenspiel zwischen individuellen Unterschieden und äußeren Einflüssen aufdecken.

Priorität für die Erhaltung: mäßig.

Methode: Verhaltensbeobachtungen anhand von Videoaufnahmen, zusätzlich zu Notizen des Personals, z. B. über den Einzug in die Wurfhöhle oder auftretende Störungen.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: hoch. Erfordert eine mit Messinstrumenten ausgestattete Höhle (Kamera und Tonaufzeichnungsgerät).

Erkennung von Verwandten

Die Untersuchung, ob Eisbären die Fähigkeit besitzen, ihre nahen Verwandten zu erkennen, hat wichtige Auswirkungen auf das Management in situ. Die Erkennung von Verwandten könnte die Inzuchtrate sowie die Bereitschaft, Ressourcen mit Artgenossen zu teilen, beeinflussen (Hamilton 1964a,b; Malenfant et al., 2016). Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob erwachsene männliche Eisbären ihre eigenen Jungen erkennen können und ob die Fähigkeit dazu die Wahrscheinlichkeit von Kindstötungen beeinflussen könnte (vgl. Ivanov et al., 2020).

Priorität für die Erhaltung: mäßig.

Methode: Verwendung von EAZA-Zuchtbuchdaten, um die Verwandtschaft zwischen Eisbären in Zoo- und Aquarienhaltung zu bestimmen und die Gruppe auszuwählen, die in Verhaltensunterscheidungsversuchen (mit Geruchsproben, wahrscheinlich Zehenabstriche, mit der Option, auch Kot- oder Urinproben zu verwenden) einbezogen wird.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: hoch. Erfordert die Beteiligung des Personals und möglicherweise ein Training der Tiere für die Geruchsprobensammlung (je nach Art der gewählten Probe).

Numerische Fähigkeiten

Die kognitiven Fähigkeiten von Eisbären, die Denken, Wissen und Problemlösung umfassen, sind noch weitgehend unerforscht. Die Bestimmung ihrer Fähigkeit, Mengen zu zählen oder abzuschätzen, könnte entscheidende evolutionäre Auswirkungen haben, da dies wahrscheinlich ihre Jagd-, Nahrungs- und Navigationsstrategien verbessern würde (Nieder, 2020). Ein tieferes Verständnis dieser Fähigkeiten würde unser Verständnis der Evolution und des Verhaltens von Eisbären erweitern.

Priorität für die Erhaltung: niedrig.

Methode: Erfordert die Möglichkeit für numerisches Verhaltenstraining und Versuche.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: mäßig. Erfordert die Beteiligung des Personals.

Sensorische Modalitäten

Durch Forschung in Zoos haben wir Einblicke in die auditiven und olfaktorischen Fähigkeiten von Eisbären gewonnen (vgl. Owen und Bowles, 2011; Owen et al. 2014). Ein vertieftes Verständnis dieser und anderer Sinneswahrnehmungen (z. B. Sehen, Schmecken und Tasten) bleibt jedoch weitgehend anekdotisch. Die Erweiterung unseres Verständnisses der „Eisbären-Umwelt“ oder wie sie die Welt wahrnehmen, ist von größter Bedeutung. Sie kann ein detaillierteres Erkenntnis darüber liefern, wie sich menschliche Aktivitäten auf ihren Lebensraum auswirken, und beim In-situ-Eisbärenmanagement helfen, z. B. durch die Entwicklung wirksamer Anlock- oder Abschreckungsstrategien. Grundsätzlich würde ein ganzheitlicheres Verständnis der sensorischen Welt des Eisbären eine breite Palette von Schutzstrategien ermöglichen.

Priorität für die Erhaltung: niedrig.

Methode: Der Aufbau dieses Projekts könnte sehr einfach oder sehr komplex sein, je nach den verfügbaren Ressourcen.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: mäßig. Erfordert die Einrichtung eines Versuchsaufbaus (innerhalb oder außerhalb des Eisbärengeheges, je nach der spezifischen Forschungsfrage).



Foto mit freundlicher Genehmigung von Erinn Hermsen / Polar Bears International

Biobanking und Forschungsdatenmanagement

Die systematische Archivierung biologischer Proben in Verbindung mit der sorgfältigen Erfassung von einheitlichen Daten zur Lebensgeschichte der Tiere in zoologischen Einrichtungen spielt in der Eisbärenforschung eine zentrale Rolle. Ebenso wichtig ist die effektive Verwaltung der riesigen Datenmengen, die gesammelt werden (Kanza et al., 2022). Im Gegensatz zu ihren Verwandten im natürlichen Lebensraum haben Eisbären in Zoos und Aquarien ausführlich dokumentierte Lebensgeschichten, die eine Fülle von kontextuellen Daten bieten, die als Richtwerte für den Vergleich mit Eisbären im natürlichen Lebensraum dienen.

Solche Daten können ein breites Spektrum von Faktoren abdecken, vom Fortpflanzungsverhalten bis zu jährlichen Schwankungen der Vitaminkonzentration. Folglich gibt es im Bereich Biobanking und Forschungsdatenmanagement erhebliche Überschneidungen mit den meisten anderen Forschungsthemen und Ex-situ-Forschungsempfehlungen, die in diesem Prospekt beschrieben werden. Diese Überschneidung unterstreicht den Wert der Erhaltung bestehender Sammlungen biologischer Proben und, wo noch keine vorhanden sind, der Einrichtung neuer Sammlungen. Diese Sammlungen sind von unschätzbarem Wert und bieten die Möglichkeit, physiologische und umweltbedingte Veränderungen im Laufe der Zeit rückwirkend zu untersuchen.

Möglichkeiten der Ex-situ-Forschung

Biobanken: Unterstützung ihrer Existenz und Nutzung ihrer Ressourcen für die Forschung zum Artenschutz

Biobanking, d. h. die systematische Sammlung, Konservierung und Lagerung von Schädeln/Knochen, Fell, Gewebeproben und/oder Zelllinien (sowohl von in situ als auch von ex situ lebenden Individuen), ist von entscheidender Bedeutung für die Beantwortung einer Vielzahl von Forschungsfragen zum Artenschutz in den Bereichen Pathologie, Genetik, Ökologie und Umweltauswirkungen. Neben der Lagerung umfasst das Biobanking auch eine detaillierte Dokumentation jeder Probe sowie Daten zur Lebensgeschichte des Ausgangstiers. Um den Wert solcher Sammlungen zu erhöhen, wird eine formelle Verbindung zwischen Zoos und Aquarien und den für die In-situ-Eisbärenforschung und -Management zuständigen nationalen Behörden empfohlen, z. B. durch Vereinbarungen über die gemeinsame Nutzung von Daten. Da die Ex-situ-Proben dazu dienen, Daten von Eisbären aus dem natürlichen Lebensraum zu kontextualisieren (und möglicherweise umgekehrt), unterstützen Biobanken Längsschnittstudien und retrospektive Analysen, die es ermöglichen, Veränderungen im Laufe der Zeit zu beobachten und historische Trends zu untersuchen. Biobanken können auch die genetische Vielfalt bewahren, die mit dem Rückgang der Populationen verloren gehen kann, und eine Quelle für Material zur genetischen Rettung in der Zukunft sein. In Anerkennung ihrer Bedeutung für die Erhaltung der Eisbären werden derzeit Protokolle für die einheitliche Entnahme von Gewebeproben entwickelt, die in allen Eisbären-Haltungen verwendet werden sollen. In der Zwischenzeit koordiniert, sammelt und archiviert die EAZA-Biobank bereits eine Auswahl von Proben von unterschiedlichsten Arten für das genetisch basierte Populationsmanagement und die Erhaltungszucht (weitere Informationen zu diesem

Projekt, einschließlich der Probeentnahme-Protokolle, finden Sie unter <https://www.eaza.net/conservation/research/eaza-biobank/>).

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Probenentnahme von lebenden, sedierten oder verstorbenen Eisbären, je nach Art des gesammelten Gewebes. Vereinbarungen über die gemeinsame Nutzung von Daten mit den entsprechenden Biobanken und Einrichtungen, die Proben spenden.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: hoch. Je nach Gewebetyp können die Proben opportunistisch entnommen werden oder die Tiere können darauf trainiert werden, auf freiwilliger Basis an der Probenentnahme teilzunehmen. Erfordert die Beteiligung des Personals und möglicherweise ein Training der Tiere sowie Kapazitäten für die Lagerung von Gewebeproben.

Unterstützung und Nutzung von Daten aus softwarebasiertem Tierbestandsmanagement

Eine Tierbestandsmanagement-Software ist eine Art von Software, die speziell für die Verwaltung von Tierbeständen entwickelt wurde und insbesondere in Zoos und Aquarien, aber auch bei Tierschutzorganisationen und Forschungseinrichtungen zum Einsatz kommt. Beliebte Beispiele sind ZIMS (ZIMS, 2023) und Tracks (Tracks Software, 2023), Softwarelösungen, die bei der Aufzeichnung und Verwaltung verschiedener Aspekte der Tierpflege und des Bestandsmanagements helfen. Dazu gehören Informationen über den individuellen Gesundheitszustand, die Genetik, die Zuchtgeschichte, die Ernährung und die Medikation eines Tieres. Solche Datensammlungen können für verschiedene Zwecke genutzt werden, einschließlich der Forschung für den Artenschutz (Schwartz et al., 2017; ZIMS, 2023), da die umfangreiche Ex-situ-Datenbank einen umfassenden Kontext zu den oft vergleichsweise begrenzten Daten liefern kann, die von Eisbären im natürlichen Lebensraum gesammelt werden (z. B. zu Bluttestergebnissen, altersbedingten Gesundheitsproblemen oder anderen).

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Vereinbarungen über die gemeinsame Nutzung von Daten. Im Falle von ZIMS würde eine solche Vereinbarung beispielsweise mit der Organisation Species360 getroffen, was vor der Verwendung dieser Daten unerlässlich ist.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: hoch. Die Teilnahme eines Zoos setzt voraus, dass die Einrichtung Zugang zu ZIMS (oder einer ähnlichen Software zur Verwaltung des Tierbestandes) hat und regelmäßig Daten über ihre Eisbären in das System eingibt.

Krankheit und Pathologie

Der Klimawandel verursacht feuchtere und wärmere Bedingungen in der Arktis (McCrystall et al., 2021; Druckenmiller et al., 2022). In Verbindung mit anderen Ökosystemveränderungen kann dies zu einer veränderten Exposition gegenüber Krankheitserregern führen und sogar das Potenzial haben, Krankheitsausbrüche und eine Ausdehnung des Verbreitungsgebiets von Krankheitserregern in bisher nicht betroffene Gebiete zu fördern (Fagre et al., 2015; Pilfold et al. 2021). Darüber hinaus führt der Klimawandel auch zu Veränderungen in den Konzentrationen und der Zusammensetzung der häufig endokrin wirksamen persistenten Schadstoffe, die in der Arktis vorkommen und von Eisbären über ihre Beutetiere aufgenommen werden (Routti et al., 2019). Außerdem scheint der Rückgang des arktischen Meereises diese Mechanismen in mehrfacher Hinsicht zu verstärken: zum einen, weil Eisbären mehr Zeit an Land verbringen, einer Umgebung, die reichhaltiger an Krankheitserregern ist als das Meereis; und zum anderen, weil eine Verschlechterung der Körperkondition zu einer verminderten Immunfunktion und einer erhöhten Anfälligkeit für Krankheiten führen kann (Whiteman et al., 2019).

Die Überwachung des Gesundheitszustands und des Auftretens von Krankheiten bei in Zoos und Aquarien gehaltenen Eisbären kann dazu beitragen, den Zusammenhang zwischen der Klimaerwärmung und dem sich verändernden Gesundheitszustand von im natürlichen Lebensraum lebenden Bären zu untersuchen, indem klinisch-pathologische Referenzbereiche festgelegt, krankheitsbezogene Biomarker validiert und das Auftreten von Krankheiten überwacht werden (vgl. Espinosa-Gongora et al. 2021). Neben der Identifizierung von Variablen, die für die Vorhersage von Krankheiten bei in Menschenobhut lebenden Individuen von zentraler Bedeutung sind, hilft dieser Ansatz den Forschern auch, geeignete Marker und Proben zu finden, die auch im natürlichen Lebensraum gesammelt und sinnvoll analysiert werden können.



Das Training mit einem „foot crate“ ist ein wichtiger Schritt, um die Bären auf die Teilnahme an Forschungsprojekten vorzubereiten, bei denen zum Beispiel freiwillig Blut abgenommen wird. Foto mit freundlicher Genehmigung des Yorkshire Wildlife Park.

Möglichkeiten der Ex-situ-Forschung

Dosis-Wirkungs-Studien

Dosis-Wirkungs-Studien konzentrieren sich auf das Verständnis der Beziehung zwischen der Exposition gegenüber einem Krankheitserreger oder einer Verunreinigung und der gesundheitlichen Reaktion lebender Zellen (oder Zelllinien) aus Proben, die bei wild lebenden Eisbären oft schwer zu gewinnen sind, wie Nebennieren, Leber, Gehirn und Keimdrüsen (vgl. Simon et al., 2013). Durch die Untersuchung der direkten Auswirkungen unterschiedlicher Dosiskonzentrationen auf die Zelle können die Daten aus solchen Studien in Modelle für die Auswirkungen auf Populationsebene einfließen und so bei der Bewertung der Auswirkungen der Klimaerwärmung und des schwindenden Meereises sowie auf die Anfälligkeit von In-situ-Eisbären auf diese Schadstoffe und Krankheiten helfen.

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Probensammlung und Auswertung der tierärztlichen Aufzeichnungen der in die Studie einbezogenen Ex-situ-Eisbären.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: hoch. Proben können opportunistisch entnommen werden. Erfordert die Beteiligung des Personals sowie Kapazitäten für die Lagerung von Gewebeproben.

Auswirkungen der Umgebungstemperatur auf physiologische Prozesse

Die Umgebungstemperaturen in der Arktis steigen aufgrund des Klimawandels an. Diese Erwärmung könnte sich auf die physiologischen Prozesse von Eisbären auswirken, einschließlich derjenigen, die mit dem Stoffwechsel und der Immunfunktion zusammenhängen (Whiteman et al., 2019; Leishman et al., 2022). Die derzeitigen Eisbären-Haltungen erstrecken sich über ein breites Spektrum an Breitengraden und Temperaturzonen (Tabelle 1). Die Erhebung von Daten zu ausgewählten physiologischen Prozessen bei diesen Bären würde unser Verständnis dafür verbessern, wie ihre In-situ-Artenossen physiologisch auf den beobachteten Anstieg der arktischen Temperaturen reagieren und wie sich dies auf ihre allgemeine Gesundheit auswirken könnte.

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Probensammlung und Auswertung der tierärztlichen Aufzeichnungen der in die Studie einbezogenen Ex-situ-Eisbären.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: mäßig bis hoch. Die Proben können opportunistisch entnommen werden oder die Tiere können darauf trainiert werden, auf freiwilliger Basis an der Probenahme teilzunehmen. Erfordert die Beteiligung des Personals und möglicherweise ein Training der Tiere sowie Kapazitäten für die Lagerung von Gewebeproben.

Ermittlung der Krankheitshäufigkeit und der Referenzbereiche

Eisbären in Zoos und Aquarien können wichtige Grundlagendaten zu häufigen Krankheiten und allgemeinen Gesundheitsindikatoren liefern, einschließlich klinisch-pathologischer Referenzbereiche und Inzidenzraten verschiedener Krankheitskategorien. Diese Daten können dann mit denen von In-situ-Populationen von Eisbären verglichen werden, was dazu beiträgt, die primären Gesundheitsmarker und Muster zu identifizieren, die bei der Vorhersage von Krankheiten bei

Eisbären eine Rolle spielen. Ein tieferes Verständnis dieser Gesundheitsindikatoren kann den Forschern dabei helfen, den Zusammenhang zwischen dem sich verändernden Klima und dem sich ändernden Gesundheitszustand der Eisbären im natürlichen Lebensraum zu untersuchen. Gleichzeitig wird die Identifizierung bestimmter Proben, die für die Vorhersage von Krankheiten von entscheidender Bedeutung sind, wahrscheinlich die Sammlung von Daten aus einer größeren Anzahl von Eisbären in verschiedenen Unterpopulationen ermöglichen.

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Probensammlung und Auswertung der tierärztlichen Aufzeichnungen der in die Studie einbezogenen Ex-situ-Eisbären.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: mäßig bis hoch. Die Proben können opportunistisch entnommen werden oder die Tiere können darauf trainiert werden, auf freiwilliger Basis an der Probenentnahme teilzunehmen. Erfordert die Beteiligung des Personals und möglicherweise ein Training der Tiere sowie Kapazitäten für die Lagerung von Gewebeproben.

Energetik, Diät und Ernährung

Unser Wissen darüber, wie sich der Klimawandel auf die Ernährungsgewohnheiten von Eisbären in situ auswirkt, ist noch lückenhaft. Die Forschung hat gezeigt, dass Eisbären, wenn die Verfügbarkeit des bevorzugten Meereislebensraums für die Nahrungssuche abnimmt, alternative Beutetiere suchen und möglicherweise auch ihre Makronährstoffaufnahme ändern (vgl. Rode et al., 2023). Diese Veränderung des Ernährungsverhaltens wirft Fragen zu möglichen gesundheitlichen Auswirkungen auf Eisbären in ihren natürlichen Lebensräumen auf. Es sind zusätzliche Studien über den Nährwert neuartiger Nahrungsquellen sowie darüber erforderlich, wie effektiv Eisbären diese verwerten können. Um diese Informationen zu sammeln, ist ein vielschichtiger Forschungsansatz notwendig. Regelmäßige Gewichtskontrollen und detaillierte Aufzeichnungen über die Ernährung von Eisbären in Zoos können unschätzbare Erkenntnisse liefern und gleichzeitig zu einem besseren Wohlbefinden der Tiere beitragen (Rode et al., 2021; Robbins et al., 2021). Darüber hinaus können kontrollierte Fütterungsversuche mit Eisbären in Zoos und Aquarien die Validierung von Beobachtungen aus Wildpopulationen unterstützen. Diese Validierung ermöglicht ein umfassenderes Verständnis der Ernährungsgewohnheiten der Bären im natürlichen Lebensraum, was für die Energiemodellierung und die Interpretation der ökologischen Folgen sich ändernder Beutetierzusammensetzungen von entscheidender Bedeutung ist. Solche Forschungsarbeiten könnten dazu beitragen, die künftigen Überlebensstrategien der Eisbären und ihre allgemeine Widerstandsfähigkeit gegenüber der anhaltenden klimabedingten Veränderung ihres Lebensraums vorherzusehen.



Eisbär in einer Schwimmkanal-Kammer, die gebaut wurde, um den Sauerstoffverbrauch des Bären beim Schwimmen in verschiedenen Geschwindigkeiten zu messen. Foto mit freundlicher Genehmigung von Michael Durham / Oregon Zoo.

Möglichkeiten der Ex-situ-Forschung

Quantifizierung der metabolischen Kosten der Thermoregulation im Wasser

Um die Modelle zur prognostizierten Auswirkung des abnehmenden Meereises auf Eisbären zu verbessern, ist das Verständnis ihres Energieverbrauchs beim Schwimmen entscheidend (Pagano et al., 2019). Dies erfordert detaillierte Daten über die metabolischen Kosten der Thermoregulation beim Schwimmen. Die effektivste und am wenigsten invasive Methode, um diese Daten zu erhalten, ist die Messung des Sauerstoffverbrauchs eines Bären, während er mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten schwimmt. Dies kann mit einem von einer Kammer umschlossenen Schwimmkanal erreicht werden – einem kompakten Gegenstrom-Becken, in dem der Bär sich anstrengen muss, um seine Position zu halten, und dessen Oberfläche geschlossen ist, um die Überwachung des Gasaustauschs zu erleichtern (Pagano et al., 2019).

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Stoffwechsellammer, ausgestattet mit einem Gerät zur Messung des Sauerstoffverbrauchs.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: gering. Die Teilnahme erfordert einen Schwimmkanal (oder Ähnliches) und das Training der Tiere.

Umsetzungsrate von Tracern in der Nahrung

Tracer wie Fettsäureprofile und stabile Isotope sind wichtige Hilfsmittel bei der Bewertung von Veränderungen in der Ernährung von Eisbären infolge des Klimawandels (vgl. Rode et al., 2023). Durch die Untersuchung der Umsatzraten dieser Tracer – der Zeit, die vergeht, bis sich eine neue Nahrung in den Bioproben widerspiegelt, nachdem ein bekannter Nahrungsbestandteil von einem Bären aufgenommen wurde – können Forscher ihre Modelle kalibrieren, um genauere Vorhersagen über die Ernährung der Eisbären im natürlichen Lebensraum zu treffen. Dieses Verständnis ist von entscheidender Bedeutung, um die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Ernährung der Eisbären abschätzen zu können.

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Fütterungsmanipulationen, gefolgt von Probenentnahmen in festgelegten Abständen.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: mäßig. Die Teilnahme erfordert die Bereitschaft zur Manipulation der Ernährung und das Training der Tiere.

Nährwert von alternativen Nahrungsquellen

Ein besseres Verständnis der Veränderungen in der Ernährung von Eisbären aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels ist von entscheidender Bedeutung, um die potenziellen Folgen für ihre zirkumpolare Existenz abschätzen zu können (vgl. Rode et al., 2023). Die Forschungsliteratur hat die Verfügbarkeit alternativer Nahrungsquellen in der Region untersucht, aber es gibt einen Mangel an Studien, die den Nährwert dieser Ressourcen und die Wahrscheinlichkeit bewerten, dass Eisbären sie nutzen, wenn die arktischen Ökosysteme ihren klimabedingten Wandel fortsetzen.

Priorität für die Erhaltung: mäßig.

Methode: Futterm Manipulationen, gefolgt von Probenentnahme.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: mäßig. Die Teilnahme erfordert die Bereitschaft zur Manipulation der Ernährung, das Training der Tiere und die Beschaffung der zu untersuchenden alternativen Nahrungsquellen.

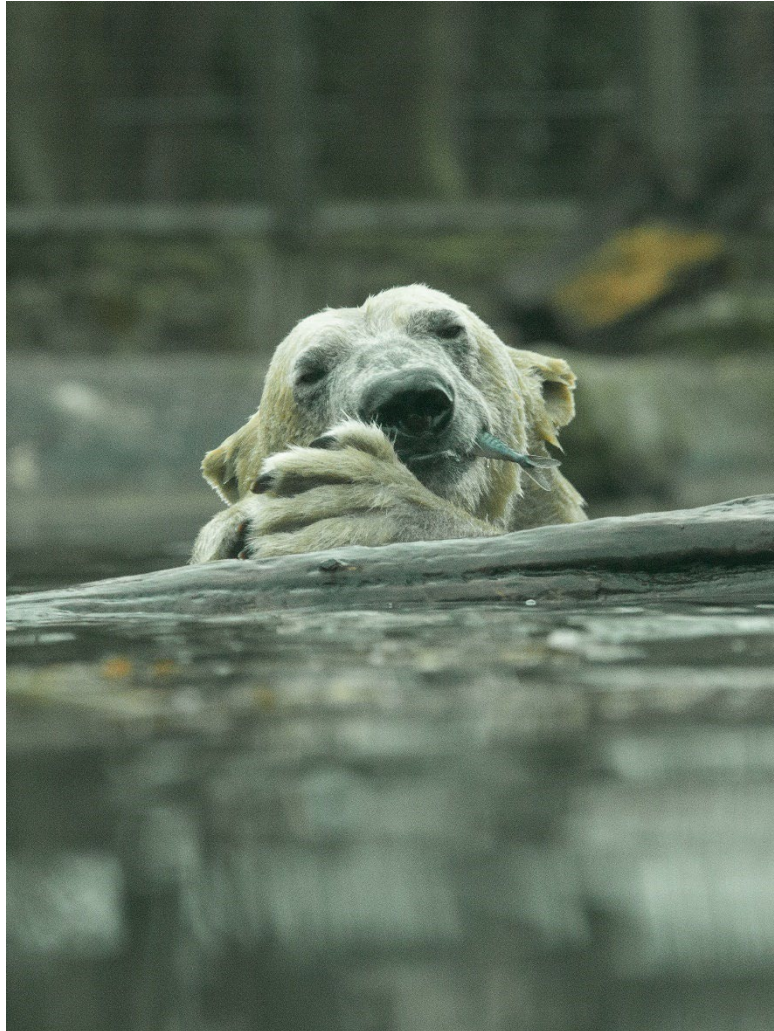


Foto mit freundlicher Genehmigung von Ouwehands Zoo

Feldtechniken

Zu den Feldtechniken gehören Aktivitäten, die die Überwachung und Untersuchung von Eisbären im natürlichen Lebensraum ermöglichen, wobei der Schwerpunkt auf Innovationen und Verfeinerungen von Feldinstrumenten und -techniken liegt, wie z. B. die Validierung/Kalibrierung von Sensoren, die Validierung von Biomarkern und das Testen der Befestigung von Tracking-Tags. Angesichts ihrer überwiegend solitären Lebensweise über ausgedehnte, abgelegene Streifgebiete stellen Eisbären die Forscher vor logistische Hürden. Der Rückgang des Meereises hat diese Herausforderungen noch verschärft, was sich auf die sichere Erfassung, die Gesundheitsbewertung und die Probenentnahme auswirkt (vgl. Atwood, 2023). Ein innovativer und kreativer Ansatz für die In-situ-Eisbärenforschung kann erheblich zur Überwindung dieser Herausforderungen beitragen, insbesondere wenn er in einem kooperativen In-situ-/Ex-situ-Umfeld entwickelt wird. Kontrollierte Umgebungen, in denen Ex-situ-Eisbären untergebracht sind, bieten eine Plattform für eingehende, wiederholte Beobachtungen und Überwachungen und helfen dabei, zuverlässige, felddaugliche Instrumente zu entwickeln. Dieser Ansatz verringert das Risiko von Fehlschlägen im Feldeinsatz und erhöht damit die Wahrscheinlichkeit, dass hochwertige Daten und Ergebnisse gewonnen werden. Zu den neuen Feldtechniken könnten Innovationen bei der Markierung gehören (vgl. am Fell befestigte Satelliten-Tags [Polar Bears International, 2022] und Geolokalisierungs-Tags mit Lichtsensoren [Merkel et al., 2023]) oder der wachsende Bedarf an der Entwicklung und Validierung minimal invasiver Biomarker für Proben wie Gewebe, Haarsträhnen oder Kot (vgl. Bechshøft et al., 2011; Pagano et al., 2014; Michaux et al., 2021). Diese letztgenannten Methoden ermöglichen eine breite Palette von Studien, einschließlich Gesundheit, Populationszahlen und Bewegungen, ohne dass eine chemische Immobilisierung erforderlich ist. Wenn man sich darauf konzentriert, die für die minimalinvasive Überwachung verfügbaren Instrumente zu erweitern, könnten solche Methoden die Ausweitung der In-situ-Forschung auf die weniger zugänglichen, weniger untersuchten Eisbär-Subpopulationen erleichtern.



Eisbär, der mit einem Prototyp eines am Fell befestigten Satelliten-Tags ausgestattet wird. Foto mit freundlicher Genehmigung des Scandinavian Wildlife Park.

Ex-situ-Forschungsmöglichkeiten

Abschreckungsmittel und Lockstoffe

Um Mensch-Eisbär-Begegnungen für beide Seiten sicher zu gestalten, ist es von zentraler Bedeutung, sowohl nicht schädliche Abschreckungs- als auch Lockstoffe zu identifizieren. Informationen über die Gerüche, die Bären anlocken, die Entfernungen, aus denen sie Nahrung wahrnehmen können, und darüber, wie man diese Lockstoffe abschwächen kann, sind wertvoll, um Begegnungen zu vermeiden. Die Erforschung neuer Abschreckungsmittel, wie bestimmter Gerüche, Geräusche oder Materialien, kann dazu beitragen, Bären davon abzuhalten, sich menschlichen Siedlungen zu nähern. Umgekehrt kann die Kenntnis von Lockstoffen sowohl im Management als auch in der Forschung hilfreich sein (vgl. Berezowska-Cnota et al., 2017, Barrueto et al., 2023). Potenzielle Abschreckungs- und Lockstoffe könnten bei Eisbären in Zoos und Aquarien untersucht werden.

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Der Aufbau dieses Projekts könnte sehr einfach oder sehr komplex sein, je nach den verfügbaren Ressourcen.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: hoch. Erfordert die Einrichtung eines Versuchsaufbaus (innerhalb oder außerhalb des Eisbärengeheges, je nach der spezifischen Forschungsfrage). Kann weitläufige Haltungen erfordern, um zuverlässige Daten zu gewährleisten. Bringt potenzielle ethische Erwägungen/Wohlbefindensfragen mit sich.

Validierung von am Halsband befestigten Beschleunigungsmessern im Kontext der Nahrungssuche

Am Halsband befestigte Beschleunigungssensoren haben sich zwar bei Eisbären in situ als nützlich erwiesen (vgl. Pagano et al., 2017), wurden aber noch nicht im Kontext der Wurfhöhle validiert. Indem man eine trächtige Eisbärin, die kurz vor der Geburt steht, in einem Zoo mit einem Beschleunigungssensor versieht, könnten solche Geräte für die Nutzung in der Höhle validiert werden und den Forschern helfen, Einblicke in spezifische Verhaltensweisen in der Höhle zu gewinnen. Die Daten des Beschleunigungssensors können Muster in Bezug auf Ruhe, Aktivität und potenzielle Stressindikatoren aufzeigen, die sich in der Bewegung widerspiegeln. Ein solch detailliertes Verständnis des Verhaltens in der Höhle, das in der freien Natur nicht verfügbar ist, kann Einblicke in die Strategien geben, die Bärenweibchen anwenden, um auftretende Umweltstressoren während dieser kritischen Zeit zu bewältigen. (Siehe auch die in diesem Prospekt aufgeführten verwandten Forschungsmöglichkeiten: „Anfälligkeit gegenüber Störungen während der Wurfhöhlenzeit“ und „Validierung von am Halsband befestigten akustischen Markierungen zur Anzeige der Geburt von Jungtieren“)

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Identifizieren Sie in Zusammenarbeit mit dem Vorsitzenden der Bären-TAG (weitere Informationen finden Sie unter „Nutzung des Prospekts“) weibliche Eisbären, die für Zuchtempfehlungen infrage kommen und mit einem Halsband ausgestattet werden könnten. Vergleichen Sie die mit dem Halsband erfassten Beschleunigungsdaten dieser Bären mit den Daten, die mit der Kamera und dem Tonaufzeichnungsgerät in der Geburtshöhle gewonnen wurden.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: gering. Erforderlich sind eine mit Messinstrumenten ausgestattete Höhle (Kamera und Tonaufzeichnungsgerät) und eine trächtige Eisbärin, die mit einem Halsband mit Beschleunigungssensor ausgestattet ist. Dies erfordert entweder eine Sedierung der Bärin oder ein Training zum Anlegen des Halsbandes. Außerdem muss das Zoopersonal alle potenziell störenden Aktivitäten in der Nähe der Höhle aufzeichnen.

Validierung von am Halsband befestigten akustischen Tags zur Anzeige der Geburt von Jungtieren

Die Validierung von am Halsband befestigten akustischen Tags könnte eine genaue Identifizierung von Jungtiergeburten anhand von Lautäußerungen ermöglichen. Neugeborene Jungtiere vokalisieren häufig und laut und sind im Vergleich zur Geräuschkulisse vor der Geburt in der Höhle leicht zu identifizieren (Owen, 2021). Solche akustischen Daten, die in einer Zooumgebung validiert wurden, könnten zur Bestätigung des Geburtseignisses sogar in abgelegenen Höhlen in der Arktis verwendet werden. Dieser Validierungsprozess könnte unser Verständnis der Eisbärenfortpflanzung, einschließlich des Zeitpunkts und der Einflussbedingungen, verbessern. Infolgedessen könnte es für den Naturschutz von Bedeutung sein, indem es gezielte Strategien zum Schutz der Bären während dieser gefährdeten Zeit liefert.

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Verwendung des Zuchtbuchs zur Identifizierung gut vertretener weiblicher Eisbären. Vergleich von akustischen Tags mit Daten, die über Kamera und Tonaufzeichnungsgerät in der Höhle gewonnen wurden.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: gering. Erforderlich sind eine mit Messinstrumenten ausgestattete Höhle (Kamera und Tonaufzeichnungsgerät) und ein trächtiges Eisbärenweibchen mit einem Halsband, an dem ein akustischer Sender angebracht ist. Dies erfordert entweder eine Sedierung der Bärin oder ein Halsbandtraining für die freiwillige Teilnahme. Außerdem muss das Zoopersonal alle potenziell störenden Aktivitäten in der Nähe der Höhle aufzeichnen.

Validierung von UAV-Bildern zur Körpermasse

Die Körpermasse ist entscheidend für die Gesundheit und den Fortpflanzungserfolg von Eisbären (vgl. Rode et al., 2010). Derzeit ist es schwierig, genaue Daten über das Körpergewicht in situ zu erfassen, da die Tiere dazu sediert werden müssen. Unbemannte Luftfahrzeugaufnahmen (UAV) bieten eine weniger invasive Methode, die sich bereits bei anderen Säugetieren bewährt hat (vgl. Hodgson et al., 2020). Bevor diese Methode jedoch in der Arktis eingesetzt werden kann, muss sie so weit kalibriert werden, dass sie die von der Drohne ermittelten Körpermaße genau mit der bekannten Körpermasse korrelieren kann (bei Zoo- und Wildbären; siehe Colby et al. 1993 für eine Diskussion über mögliche Unterschiede in der Verteilung des Fettgewebes zwischen beiden). Durch die Kalibrierung dieser Fernerkundungstechnik kann eine UAV-Fotogrammetrie-Methode zur Bewertung des Körperzustands von Eisbären aus sicherer Entfernung entwickelt werden, wodurch die Notwendigkeit direkter menschlicher Eingriffe verringert und gleichzeitig die Präzision der Datenerfassung erhöht wird.

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Vergleich der Körpermasse von Eisbären mit ihren UAV-Bildern, möglicherweise unter Verwendung von KI.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: hoch. Erfordert das Wiegen von Eisbären und die Erlaubnis, ein UAV über die Eisbären zu fliegen, während sie sich in ihrem Gehege befinden.



Extraktion von Steroidhormonen aus EAZA-Eisbärenhaarproben. Foto mit freundlicher Genehmigung von Anna Hein.

Validierung des Zeitraums, der durch minimalinvasive Biomarker repräsentiert wird

In der Eisbärenforschung erfordert der effektive Einsatz von minimalinvasiven Proben wie Haaren, Krallen und Kot eine Validierung mit bereits gut etablierten Methoden, z. B. Blut. Biomarker bieten alle Momentaufnahmen des physiologischen Zustands eines Bären, aber alle sind einzigartig, was den Zeitraum im Leben des Bären betrifft, den sie repräsentieren (vgl. Hein et al., 2020). Die Arbeit mit Ex-situ-Eisbären zur Validierung dieser Zeitlinien und der Quervergleich von Daten aus verschiedenen Geweben sind entscheidend für eine genaue Darstellung des biologischen Zustands des Bären zu einem bestimmten Zeitpunkt (vgl. Bechshoft et al., 2019; Hein et al., 2021). Dies wiederum kann das Verständnis von Veränderungen z. B. des Hormonspiegels, der Ernährung oder der Stressreaktionen innerhalb sehr spezifischer Zeiträume in Proben von Eisbären im natürlichen Lebensraum erleichtern.

Priorität für die Erhaltung: hoch.

Methode: Probenentnahme von einem oder mehreren Biomarkertypen über den gesamten zu betrachtenden Zeitraum, zusammen mit Aufzeichnungen (z. B. Verhalten, Veterinärmedizin) zu den beprobten Eisbären während dieses Zeitraums.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: mäßig bis hoch. Erfordert regelmäßige Probenentnahmen während des zu betrachtenden Zeitraums. Je nach dem zu untersuchenden Biomarker könnten diese Probeentnahmen keine Interaktion mit dem Tier, eine Interaktion auf freiwilliger Basis (was ein Training des Tieres erfordert) oder eine Sedierung des Tieres erfordern.

Bewährte Transportmethoden

Im natürlichen Lebensraum müssen Eisbären gelegentlich mithilfe von Netzen oder Schlingen auf dem Luftweg zwischen verschiedenen Orten transportiert werden. Um das Wohlergehen der Tiere während und nach diesen Transporten zu optimieren, muss unbedingt ein umfassendes Protokoll entwickelt werden, das auf den Erfahrungen von Zoos mit dem Transport lebender Eisbären beruht (vgl. Cattet et al., 1999). Bei der Arbeit mit Ex-situ-Eisbären würde dieses Protokoll Faktoren wie geeignete Sedierungstechniken, optimale Körperhaltungen und eine geeignete Konstruktion des Netz- oder Schlingentransportsystems für den Transport mit Flugzeugen oder Hubschraubern sorgfältig untersuchen (ohne den Bären notwendigerweise von einer Einrichtung zur anderen zu bringen). Ziel ist es, einen humanen und möglichst stressfreien Umsiedlungsprozess vor Ort zu gewährleisten, bei dem die Gesundheit und das Wohlbefinden der Eisbären im natürlichen Lebensraum während des gesamten Transports im Vordergrund stehen.

Priorität für die Erhaltung: mäßig.

Methode: Manipulation der Position eines Eisbären unter Sedierung in Verbindung mit der Beobachtung einer Reihe physiologischer Variablen. Kann Probenentnahme erfordern.

Durchführbarkeit in bestehenden Zoos: gering bis mäßig. Erfordert zoologisches Fachwissen in Bezug auf die Sedierung von Eisbären. Bringt potenzielle ethische Erwägungen/Wohlbefindensfragen mit sich.

Quellenverzeichnis

- Atwood, T. C. (2023). Polar bear research in a changing Arctic. Polar Bears International. <https://polarbearsinternational.org/news-media/articles/polar-bear-research-in-a-changing-arctic>
- Barrueto, M., Jessen, T. D., Diepstraten, R., & Musiani, M. (2023). Density and genetic diversity of grizzly bears at the northern edge of their distribution. *Ecosphere*, 14(6), e4523.
- Bechshoft, T., Dyck, M., St. Pierre, K. A., Derocher, A. E., & St. Louis, V. (2019). The use of hair as a proxy for total and methylmercury burdens in polar bear muscle tissue. *Science of the Total Environment*, 686, 1120–1128.
- Bechshøft, T. Ø., Sonne, C., Dietz, R., Born, E. W., Novak, M. A., Henchey, E., & Meyer, J. S. (2011). Cortisol levels in hair of East Greenland polar bears. *Science of The Total Environment*, 409(4), 831–834.
- Berezowska-Cnota, T., Luque-Márquez, I., Elguero-Claramunt, I., Bojarska, K., Okarma, H., & Selva, N. (2017). Effectiveness of different types of hair traps for brown bear research and monitoring. *PLoS ONE*, 12(10), e0186605.
- Cattet, M. R. L., Caulkett, N. A., Streib, K. A., Torske, K. E., & Ramsay, M. A. (1999). Cardiopulmonary response of anesthetized polar bears to suspension by net and sling. *Journal of Wildlife Diseases*, 35(3), 548–556.
- Chow, B. A., Hamilton, J., Cattet, M. R. L., Stenhouse, G., Obbard, M. E., & Vijayan, M. M. (2011). Serum corticosteroid binding globulin expression is modulated by fasting in polar bears (*Ursus maritimus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 158(1), 111–115.
- Colby, R. H., Mattack, C. A., & Pond, C. M. (1993). The gross anatomy, cellular structure, and fatty acid composition of adipose tissue in captive polar bears (*Ursus maritimus*). *Zoo Biology*, 12, 267–276.
- Curry, E., Roth T. L., MacKinnon K. M., and Stoops, M. A. (2012). Factors influencing annual fecal testosterone metabolite profiles in captive male polar bears (*Ursus maritimus*). *Reproduction of Domestic Animals*, 47, 222–225.
- Derocher, A. E., and Stirling, I. (1994). Age-specific reproductive performance of female polar bears (*Ursus maritimus*). *Journal of Zoology*, 234, 527–536.
- Druckenmiller, ML, Thoman, RL, and Moon, TA, Eds. (2022). Arctic Report Card 2022.
- EAZA Polar Bear EEP. (2022). Long-term Management Plan for the polar bear *Ursus maritimus* EAZA Ex situ Programme (EEP).
- Espinosa-Gongora, C., Hansen, M. J., Bertelsen, M. F., & Bojesen, A. M. (2021). Polar bear-adapted *Ursidibacter maritimus* are remarkably conserved after generations in captivity. *Molecular Ecology*, 30(18), 4497–4504.
- Fagre, A. C., Patyk, K. A., Nol, P., Atwood, T., Hueffer, K., & Duncan, C. (2015). A review of infectious agents in polar bears (*Ursus maritimus*) and their long-term ecological relevance. *EcoHealth*, 12(3), 528–539.

- Gartland, K. N., Humbyrd, M. K., Meister, B., & Fuller, G. (2023). Behavioral development of a captive polar bear (*Ursus maritimus*) cub in the maternal den. *Zoo Biology*, 1–6.
- Hamilton, J. (2008). Evaluation of indicators of stress in populations of polar bears (*Ursus maritimus*) and grizzly bears (*Ursus arctos*). (Master's thesis). University of Waterloo, Canada.
- Hamilton, W. D. (1964a). The genetical evolution of social behaviour I. *Journal of Theoretical Biology*, 7, 1–16.
- Hamilton, W. D. (1964b). The genetical evolution of social behaviour II. *Journal of Theoretical Biology*, 7, 17–52.
- Hein, A., Baumgartner, K., von Fersen, L., Bechshoft, T., Woelfing, B., Kirschbaum, C., Mastromonaco, G., Greenwood, A. D., & Siebert, U. (2021). Analysis of hair steroid hormones in polar bears (*Ursus maritimus*) via liquid chromatography-tandem mass spectrometry: comparison with two immunoassays and application for longitudinal monitoring in zoos. *General and Comparative Endocrinology*, 310, 113837.
- Hein, A., Palme, R., Baumgartner, K., von Fersen, L., Woelfing, B., Greenwood, A. D., Bechshoft, T., & Siebert, U. (2020). Faecal glucocorticoid metabolites as a measure of adrenocortical activity in polar bears (*Ursus maritimus*). *Conservation Physiology*, 8(1), coaa012.
- Hodgson, J. C., Holman, D., Terauds, A., Koh, L. P., & Goldsworthy, S. D. (2020). Rapid condition monitoring of an endangered marine vertebrate using precise, non-invasive morphometrics. *Biological Conservation*, 242, 108402.
- Hopper, L. M., Shender, M. A., & Ross, S. R. (2016). Behavioral research as physical enrichment for captive chimpanzees. *Zoo Biology*, 35(4), 293–297.
- IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group. (2021). Status Report on the World's Polar Bear Subpopulations. IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group.
- Ivanov, E. A., Mizin, I. A., Kirilov, A. G., Platonov, N. G., Mordvintsev, I. N., Naidenko, S. V., & Rozhnov, V. V. (2020). Observations of intraspecific killing, cannibalism, and aggressive behavior among polar bears (*Ursus maritimus*) in the eastern Barents Sea and the Kara Sea. *Polar Biology*, 43, 2121–2127.
- Kanza, S., & Knight, N. J. (2022). Behind every great research project is great data management. *BMC Research Notes*, 15, 20.
- Leishman, E. M., Franke, M., Marvin, J., McCart, D., Bradford, C., Gyimesi, Z. S., Nichols, A., Lessard, M. P., Page, D., Breiter, C. J., & Graham, L. H. (2022). The adrenal cortisol response to increasing ambient temperature in polar bears (*Ursus maritimus*). *Animals*, 12(6), 672.
- Malenfant, R. M., Coltman, D. W., Richardson, E. S., Lunn, N. J., Stirling, I., Adamowicz, E., & Davis, C. S. (2016). Evidence of adoption, monozygotic twinning, and low inbreeding rates in a large genetic pedigree of polar bears. *Polar Biology*, 39, 1455–1465.
- McCrystall, M. R., Stroeve, J., Serreze, M., Forbes, B. C., & Screen, J. A. (2021). New climate models reveal faster and larger increases in Arctic precipitation than previously projected. *Nature Communications*, 12, 6765.
- Merkel, B., Aars, J., Laidre, K. L., & Fox, J. W. (2023). Light-level geolocation as a tool to monitor polar bear (*Ursus maritimus*) denning ecology: A case study. *Animal Biotelemetry*, 11(11).

- Michaux, J., Dyck, M., Boag, P., Lougheed, S., & van Coeverden de Groot, P. (2021). New insights on polar bear (*Ursus maritimus*) diet from faeces based on next-generation sequencing technologies. *Arctic*, 74(1), 87–99.
- Molnár, P. K., Bitz, C. M., Holland, M. M., Kay, J. E., Penk, S. R., & Amstrup, S. C. (2020). Fasting season length sets temporal limits for global polar bear persistence. *Nature Climate Change*, 10, 732–738.
- Molnár P. K., Derocher, A. E., Klanjscek, T., and Lewis, M. A. (2011). Predicting climate change impacts on polar bear litter size. *Nature Communications* 2, 186.
- Nieder, A. (2020). The adaptive value of numerical competence. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(7), 605–617.
- Owen, M. A. (2021). Polar bear maternal care, neonatal development, and social behavior. In: Davis, R. W., Pagano, A. M. (eds). *Ethology and behavioral ecology of sea otters and polar bears. Ethology and behavioral ecology of marine mammals*. Springer.
- Owen, M. A., & Bowles A. E. (2011). In-air auditory psychophysics and the management of a threatened carnivore, the polar bear (*Ursus maritimus*). *International Journal of Comparative Psychology*, 24, 244–254.
- Owen, M. A., Pagano A. M., Wisdom, S. S., Kirschhoffer, B., Bowles, A. E. & O’Neill, C. (2021). Estimating the audibility of industrial noise to denning polar bears. *The Journal of Wildlife Management*, 85(2), 384–396.
- Owen, M. A., Swaisgood, R. R., Slocumb, C., Amstrup, S. C., Durner, G. M., Simac, K., & Pessier, A. P. (2015). An experimental investigation of chemical communication in the polar bear. *Journal of Zoology*, 295(1), 36–43.
- Pagano, A. M., Cutting, A., Nicassio-Hiskey, N., Hash, A., & Williams, T. M. (2019). Energetic costs of aquatic locomotion in a subadult polar bear. *Marine Mammal Science*, 35, 649–659.
- Pagano, A. M., Peacock, E., & McKinney, M. A. (2014). Remote biopsy darting and marking of polar bears. *Marine Mammal Science*, 30(1), 169–183.
- Pagano, A. M., Rode, K. D., Cutting, A., Owen, M. A., Jensen, S., Ware, J. V., Robbins, C. T., Durner, G. M., Atwood, T. C., Obbard, M. E., Middel, K. R., Thiemann, G. W., and Williams, T. M. (2017). Using tri-axial accelerometers to identify wild polar bear behaviors. *Endangered Species Research*, 32, 19–33.
- Pilfold, N. W., Richardson, E. S., Ellis, J., Jenkins, E., Scandrett, W. B., Hernández-Ortiz, A., Buhler, K., McGeachy, D., Al-Adhami, B., Konecsni, K., Lobanov, V. A., Owen, M. A., Rideout, B. & Lunn, N. J. (2021). Long-term increases in pathogen seroprevalence in polar bears (*Ursus maritimus*) influenced by climate change. *Global Change Biology*, 27, 4481–4497.
- Polar Bear Research Council. 2022. 2022 Polar Bear Research Masterplan. Polar Bear Species Survival Program, Association of Zoos and Aquariums.
- Polar Bears International. (2022, August 1). Q & A: Burr on Fur. Polar Bears International. <https://polarbearsinternational.org/news-media/articles/wildlife-tracking-device-burr-on-fur>
- Prop, J., Staverlokk, A., & Moe, B. (2020). Identifying individual polar bears at safe distances: A test with captive animals. *PLoS ONE*, 15(2), e0228991.

- Puppe, B., Ernst, K., Schön, P. C., & Manteuffel, G. (2007). Cognitive enrichment affects behavioral reactivity in domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 105(1), 75–86.
- Robbins, C. T., Tollefson, T. N., Rode, K. D., Erlenbach, J. A., & Ardente, A. J. (2021). New insights into dietary management of polar bears (*Ursus maritimus*) and brown bears (*U. arctos*). *Zoo Biology*, 41(2), 166–175.
- Rode, K. D., Amstrup, S. C., & Regehr, E. V. (2010). Reduced body size and cub recruitment in polar bears associated with sea ice decline. *Ecological Applications*, 20, 768–782.
- Rode, K. D., Atwood, T. C., Thiemann, G. W., St. Martin, M., Wilson, R. R., Durner, G. M., Regehr, E. V., Talbot, S. L., Sage, G. K., Pagano, A. M., & Simac, K. S. (2020). Identifying reliable indicators of fitness in polar bears. *PLOS ONE*, 15(8), e0237444.
- Rode, K. D., Robbins, C. T., Stricker, C. A., Taras, B. D. & Tollefson, T. N. (2021). Energetic and health effects of protein overconsumption constrain dietary adaptation in an apex predator. *Scientific Reports*, 11, 15309.
- Rode, K. D., Taras, B. D., Stricker, C. A., Atwood, T. C., Boucher, N. P., Durner, G. M., Derocher, A. E., Richardson, E. S., Cherry, S. G., Quakenbush, L., Horstmann, L., & Bromaghin, J. F. (2023). Diet energy density estimated from isotopes in predator hair associated with survival, habitat, and population dynamics. *Ecological Applications*, e2751.
- Routti, H., Atwood, T. C., Bechshoft, T., Boltunov, A., Ciesielski, T. M., Desforges, J.-P., Dietz, R., Gabrielsen, G. W., Jenssen, B. M., Letcher, R. J., McKinney, M. A., Morris, A. D., Rigét, F. F., Sonne, C., Styrishave, B., & Tartu, S. (2019). State of knowledge on current exposure, fate and potential health effects of contaminants in polar bears from the circumpolar Arctic. *Science of The Total Environment*, 664, 1063–1083.
- Schwartz, K. R., Parsons, E. C. M., Rockwood, L., & Wood, T. C. (2017). Integrating in-situ and ex-situ data management processes for biodiversity conservation. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5, 120.
- Simon, E., van Velzen, M., Brandsma, S. H., Lie, E., Løken, K., de Boer, J., Bytingsvik, J., Jenssen, B. M., Aars, J., Hamers, T., & Lamoree, M. H. (2013). Effect-directed analysis to explore the polar bear exposome: identification of thyroid hormone disrupting compounds in plasma. *Environmental Science & Technology*, 47, 8902–8912.
- Stirling, I., Laidre, K. L., & Born, E. W. (2021). Do wild polar bears (*Ursus maritimus*) use tools when hunting walruses (*Odobenus rosmarus*)? *Arctic*, 74, 75–187.
- IUCN World Conservation Congress. (2020). Motion 094 – “Linking in situ and ex situ efforts to save threatened species”. Retrieved from <https://www.iucncongress2020.org/motion/094>
- Tracks Software. (2023). Retrieved from <https://trackssoftware.com/>
- Waroff, A. J., Fanucchi, L., Robbins, C. T., & Nelson, O. L. (2017). Tool use, problem-solving, and the display of stereotypic behaviors in the brown bear (*Ursus arctos*). *Journal of Veterinary Behavior*, 17, 62–68.
- Whiteman, J. P., Harlow, H. J., Durner, G. M., Regehr, E. V., Amstrup, S. C., & Ben-David, M. (2019). Heightened immune system function in polar bears using terrestrial habitats. *Physiological and Biochemical Zoology*, 92(1), 1–11.
- Wiig, O., Amstrup, S., Atwood, T., Laidre, K., Lunn, N., Obbard, M., Regehr, E. & Thiemann,

G. 2015. *Ursus maritimus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015, e.T22823A14871490.

ZIMS. (2023). Species360 Zoological Information Management System. Retrieved from <https://zims.Species360.org>

Anhang A: Hinweise für diejenigen, die eine Forschungspartnerschaft zum Schutz der Eisbären in Erwägung ziehen

In-situ-/Ex-situ-Forschungsk Kooperationen mit dem Schwerpunkt Naturschutz sind von großem Wert für ein besseres Verständnis der Herausforderungen, mit denen die Eisbären im natürlichen Lebensraum in einer sich erwärmenden Arktis konfrontiert sind, und dafür, wie sie am besten geschützt werden können. Bevor man sich jedoch auf eine solche Partnerschaft einlässt, ist es sehr empfehlenswert, sich durch einen Dialog mit den Normen und Erwartungen des Forschungspartners vertraut zu machen. Eine proaktive, durchdachte Kommunikation hilft, vermeidbare Hindernisse und Missverständnisse während des Forschungsprozesses zu vermeiden. Die folgenden Überlegungen, die hier sowohl für Forscher als auch für Zoofachleute aufgeführt sind, können als nützliche Grundlage für die Aufnahme solcher Gespräche und Partnerschaften dienen.

Überlegungen für Forscher

Ausarbeitung eines Vorschlags in Zusammenarbeit mit Ihrem Zoopartner bzw. Ihren Zoopartnern:

- Erstellen Sie einen detaillierten Vorschlag, der zwingend notwendige Erfolgsfaktoren und verhandelbare Aspekte enthält und gleichzeitig die Zeitpläne der Tierpfleger respektiert (skizzieren Sie klar die zeitlichen Verpflichtungen und die Verteilung der Verantwortlichkeiten während des Projekts).
- Seien Sie bereit, Ihre Methodik auf der Grundlage des Feedbacks der Mitarbeiter anzupassen.
- Erwägen Sie, in Ihr Projektbudget Ausgaben für Ressourcen wie finanzielle Unterstützung, Arbeitskräfte oder Ausrüstung für den Zoo aufzunehmen.
- Halten Sie sich strikt an die vom jeweiligen Zooverband festgelegten Standards, um die Integrität des Projekts und des Zoos zu gewährleisten.
- Gehen Sie auf potenzielle Herausforderungen wie Tierschutz, veterinärmedizinische Bedenken und die öffentliche Wahrnehmung ein und stellen Sie gleichzeitig sicher, dass alle erforderlichen Genehmigungen und Standards eingehalten werden.
- Kulturelle Sensibilität: Berücksichtigen Sie sprachliche und kulturelle Unterschiede. Bevorzugen Sie Formulierungen wie „Forschung für den Artenschutz“ und „in menschlicher Obhut“ gegenüber potenziell sensiblen Begriffen. Übersetzen Sie Materialien, wenn nötig.
- EAZA-Unterstützung: Nutzen Sie die Fähigkeiten des EAZA-Bären-TAG und des Teams (siehe „Nutzung des Prospekts“) für die Lösung von Projektproblemen, die Zusammenführung von Einrichtungen, die Unterstützung und die Hilfe zur Verbesserung der Effizienz und Reichweite des Projekts.

Klare, proaktive Kommunikation

- Einarbeitung in das Projekt: Diskutieren Sie mit dem Zoopersonal auf transparente Weise die besonderen Ziele und potenziellen Herausforderungen des Forschungsprojekts. Sorgen Sie für regelmäßige Informationen über den Projektfortschritt, um Befürchtungen zu vermeiden.
- Einbindung der Mitarbeiter: Bauen Sie eine enge Beziehung zu den Mitarbeitern des Zoos auf, indem Sie sie regelmäßig und persönlich ansprechen und ihnen angemessene Anreize

bieten. Informieren Sie regelmäßig über den aktuellen Stand des Projekts und bringen Sie Ihre Wertschätzung für die geleisteten Beiträge zum Ausdruck. Fördern Sie ein offenes, positives und wertschätzendes Arbeitsumfeld und kommunizieren Sie klar den Beitrag des Projekts zu den breiteren Erhaltungsbemühungen.

- Auswirkungen des Projekts auf die Zukunft: Bedenken Sie die Auswirkungen Ihres Projekts auf zukünftige Kooperationen. Streben Sie danach, einen Weg für erfolgreiche Partnerschaften in zukünftigen Forschungsprojekten zu schaffen.

Danksagung

- Anerkennung und Rechte an geistigem Eigentum: Führen Sie ein faires System für die Zuweisung von Credits ein und legen Sie Wert auf Mitautorenschaft und die Anerkennung von Beiträgen. Klären Sie zu Beginn des Projekts die Eigentumsrechte an Daten und Proben, einschließlich der Kontrolle und Verwendung der gesammelten Informationen.

Mehrwert für die Institution

- Öffentliches Engagement: Bereiten Sie sich auf die Teilnahme an öffentlichen und populären Medienveranstaltungen vor, bei denen das Projekt vorgestellt wird. Tragen Sie zu Newslettern, sozialen Medien und anderen für die Öffentlichkeit bestimmten Materialien bei.

Überlegungen für Zoofachleute und Einrichtungen

Vorbereitung Ihres Teams auf Forschungs Kooperationen

- Bereiten Sie sich auf die Teilnahme an Forschungsprojekten vor, indem Sie Kapazitäten in Bezug auf Ausrüstung und Personal aufbauen.
- Rüsten Sie Ihr Team mit den notwendigen Werkzeugen und Kenntnissen aus.
- Machen Sie Ihre Eisbären mit dem Konzept des Trainings vertraut, z. B. für eine freiwillige Blutabnahme.
- Bereiten Sie sich auf häufig wiederkehrende Anfragen vor, z. B. ob das Futter Ihrer Eisbären für die Zwecke einer Studie verändert werden kann.
- Das EAZA-Eisbären-EEP kann bei solchen Fragen Hilfestellung geben und Sie durch diesen Vorbereitungsprozess führen.

Kommunikation

- Kontaktstelle (POC): Benennen Sie eine bestimmte Person als Hauptansprechpartner für den Principal Investigator (PI), um eine klare und einheitliche Kommunikation zu gewährleisten.
- Geduld: Es ist wichtig zu verstehen, dass Forscher mit den komplexen Gegebenheiten in Zoos nicht vertraut sein können. Geduld und klare Kommunikation können helfen, diese Wissenslücke zu schließen.
- Änderungen, die die Datenerfassung beeinflussen: Informieren Sie die Forscher umgehend über Ereignisse, die sich auf die Datenerhebung auswirken könnten, wie z. B. Umsiedlung, Änderung der Medikation, tierärztliche Eingriffe, Verhaltensdynamik der Bären, Änderungen der Haltungsbedingungen, Bauarbeiten und beobachtete medizinische Probleme der Bären.

- Mehrere Projekte: Der Projektleiter sollte informiert werden, wenn der Zoo gleichzeitig an anderen Projekten teilnimmt, da dies möglicherweise die Forschung beeinträchtigen könnte.
- EAZA-Unterstützung: Nutzen Sie die Möglichkeit, den Vorsitzenden des EAZA Bären-TAG und das Team (siehe „Nutzung des Prospekts“) zu kontaktieren, um bei Bedarf Projektprobleme zu lösen.

Eine Anmerkung zu ethischen Gesichtspunkten

Der Prospekt enthält zahlreiche Vorschläge zur Ex-situ-Forschung, von denen einige ethische oder tierschutzrechtliche Bedenken aufwerfen können. Solche Projekte dürfen natürlich nur nach Erhalt aller erforderlichen Genehmigungen durchgeführt werden, die diese Bedenken ausdrücklich berücksichtigen. Dennoch ist es wichtig zu betonen, dass alle im Prospekt erwähnten Projekte für den In-situ-Schutz der Eisbären von großem Wert sind. Darüber hinaus bringen Forschungsstudien oft Vorteile mit sich, die über ihren eigentlichen Zweck hinausgehen, wie die Verbesserung des Tierschutzes ex situ (z. B. Puppe et al., 2007; Hopper et al., 2016; Rode et al. 2021). Der Schlüssel zum Erfolg dieser Studien ist daher eine umfassende Bildungskomponente, die erklärt, warum die Forschung durchgeführt wird. Dieser pädagogische Schwerpunkt fördert nicht nur das Verständnis der Kollegen für die Forschung, sondern auch die Akzeptanz bei den Besuchern, die mit der Studie in Berührung kommen könnten. Daher sollte dieser wichtige Aspekt nicht außer Acht gelassen werden, wenn es darum geht, die Vorzüge und potenziellen Auswirkungen der durchgeführten Forschung zu diskutieren.

Anhang B: Einreichung eines Eisbären-Forschungsprojektes an das

EAZA-Eisbären-EEP

Der Wert eines Vermerks des EEP

Eine Unterstützung durch das EEP ist von unschätzbarem Wert. Wenn Sie Ihren Projektvorschlag beim EAZA-Eisbären-EEP einreichen, holen Sie sich die Meinung von Experten ein, die den Umfang, die Reichweite und die Gesamteffektivität jeder In-situ-/Ex-situ-Verbundforschung von Eisbären erheblich verbessern können. Aus praktischer Sicht wird die Unterstützung durch das EEP die Akzeptanz Ihres Projekts bei den Zoopartnern erhöhen und Ihnen helfen, Ihre Stichprobengröße durch die Einbeziehung mehrerer Zoopartner zu vergrößern. Darüber hinaus können Sie sich an den Vorsitzenden des EAZA Bear TAG und sein Team wenden (siehe „Nutzung des Prospekts“), um Ratschläge zu Projektproblemen, zur Abstimmung von Einrichtungen und zu Fragen der Genehmigung zu erhalten.

Einreichung eines Projektvorschlags

Im Folgenden finden Sie eine schematische Darstellung des Antragsverfahrens, das ein Eisbären-Forschungsvorschlag durchlaufen muss, um vom EAZA-Eisbären-EEP genehmigt zu werden (Abbildung 2). Außerdem finden Sie eine Kopie des Dokuments, das Sie bei der Einreichung Ihres Projektvorschlags an das EEP verwenden müssen. Wenn Sie dieses Dokument ausfüllen, beachten Sie bitte die Hinweise in Anhang A. Sollten Sie Fragen zu den Antragsunterlagen, den Anforderungen oder dem Verfahren haben, wenden Sie sich bitte an den EAZA Bear TAG und das Team (siehe „Nutzung des Prospekts“).

Antragsverfahren für Ex-situ-Bärenforschung in EAZA-Zoos

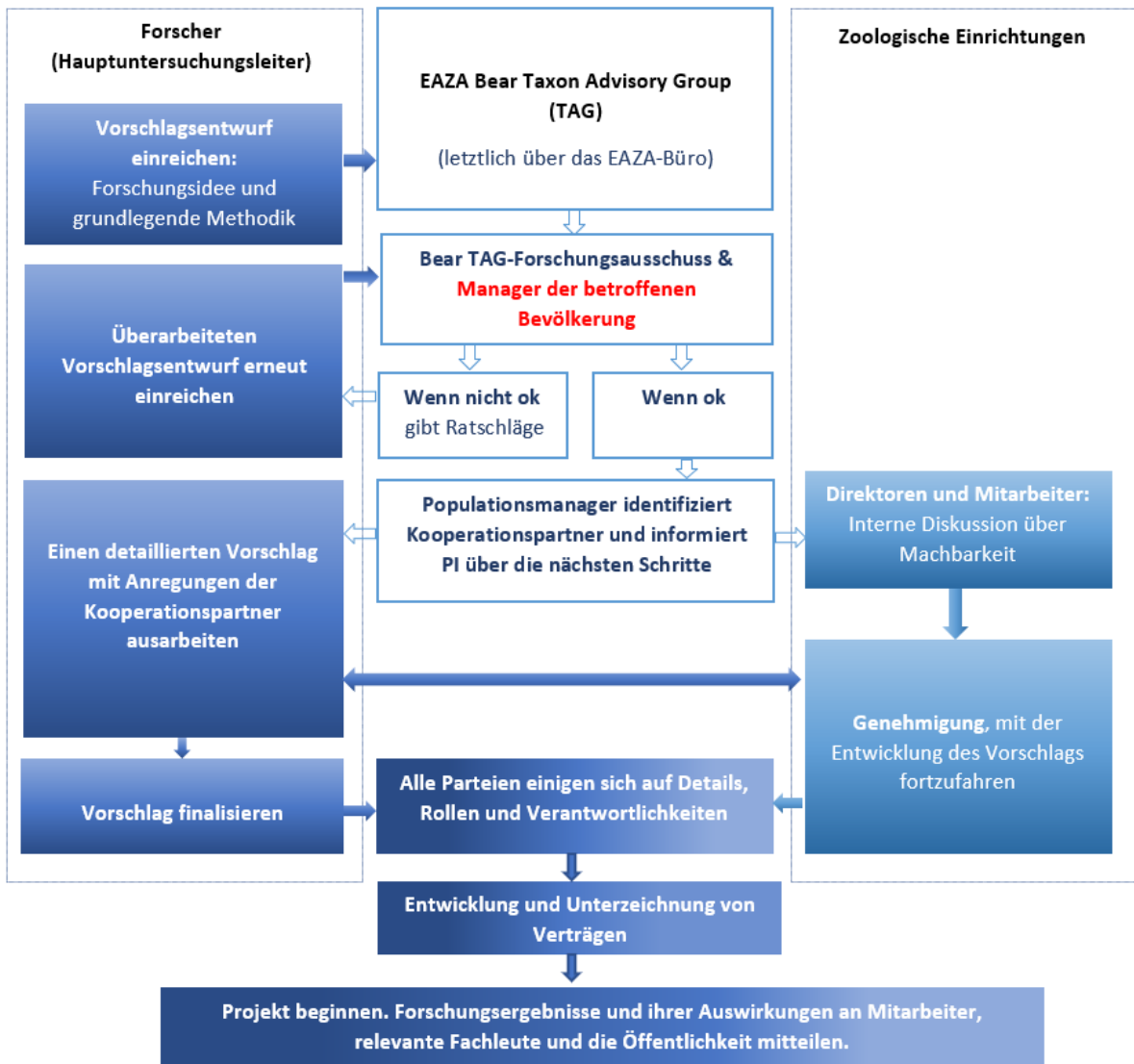


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Antragsverfahrens, das ein Eisbär-Forschungsvorschlag durchlaufen muss, um vom EAZA-Eisbären-EEP unterstützt zu werden.



EAZA

Application for Research Support

FOR OFFICE USE ONLY

Received:

Section 1 Project Summary

Project Title			
Brief Project Summary (Max. 200 words; please include justification for study, project aims, methods and expected project outcome)			
Proposed start date of data collection (dd/mm/yyyy)		Proposed end date of data collection (dd/mm/yyyy)	

Section 2 Researchers involved in the study

Please add as many rows as is required.			
Name and Institution Please include all people involved in the project	Role(s) in the study e.g. Principal Investigator	Is this contributing to your academic qualification? If so, please include qualification level (e.g. M.Sc.) and course subject	Institutional contact details
			Address : Email : Tel :
			Address : Email : Tel :
			Address : Email :

			Tel :
			Address :
			Email :
			Tel :

Section 3 Project Outline

Section 3a Introduction

Background/Introduction:
Research Aims and Objectives:

Section 3b Methods

Methodology:
Research Design:

Section 3c Project Ethics, Benefits and Output

<p>Will the animals or their environment need to be manipulated for research purposes during the course of the study? For example altering feeding practices, adaptation of enclosure, use of contraception trapping.*</p>	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
---	---

** N.B. Projects which involve manipulation of the animal or its environment must have been reviewed by an Ethical Review Committee*

<p>Will this project be submitted or has it been submitted to an ethical review committee for approval? <i>If yes, please provide evidence if approval has already been obtained or please give details of the status of the application:</i></p>	<p><input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A</p>
<p>Summary of what is needed from EAZA collections:</p>	
<p>Project Deliverables and Outputs: <i>How will this project contribute to science, education, welfare, husbandry and/or conservation?</i></p>	
<p>What do you aim to give back to the collections who participate once the project is finished? <i>The support of collaborating zoos will be fully acknowledged in any publications and presentations. If required, the relevant Taxon Advisory Group will be supplied with a copy of any published journal articles that relate to this study, and an electronic copy of the final postgraduate thesis on completion.</i></p>	
<p>Please indicate whether you would have signed or be willing to sign a Non-Disclosure Agreement in case you will be requesting potentially sensitive data?</p>	

Section 4 References

<p>Please ensure all cited references are listed:</p>

Section 5 Signatures

All people named in Section 2 must sign this form		
Name (please print)	Signature	Date

Section 6 Submission Status - For office use only

Review by TAG members and/or TAG Research Group	
Reviewed by member of TAG Research Group	<p><i>Approved (Y/N):</i></p> <p><i>Enter name and signature below:</i></p>
Reviewed by Species Committee Coordinator and/or TAG Chair	<p><i>Approved (Y/N):</i></p> <p><i>Enter name and signature below:</i></p>
Reviewer Comments	

Status (approved, conditionally approved or not approved)
<p><i>Please state reason for decision</i></p>

