

3.2 Die Mammutfauna der sibirischen Arktis – Beispiel für einen klimabedingten Faunenwechsel nach der letzten Eiszeit

TATYANA V. KUZNETSOVA, SEBASTIAN WETTERICH & LUTZ SCHIRRMESTER

The mammoth fauna of the Siberian Arctic as an example for climate driven fauna change after the last ice age: The selection of plants and animals under specific environmental conditions during evolution formed highly specialised biocenoses. On the other hand, changes in climatic and environmental conditions often caused the extinction of these species though the strong changes of climate during the Pleistocene did not caused a high incidence of extinction (e.g. MARTIN & WRIGHT 1967, FRENZEL 1989). Here, we present a unique biocenoses, the so-called mammoth fauna, which occurred during some phases of the Late Middle and of the Late Pleistocene in tundra-steppe landscapes of the northern hemisphere. Parts of the tundra-steppe landscape were situated on the today submerged shelf area of the eastern Arctic. During the Late Pleistocene, due to marine regression, these areas were part of an extensive Arctic landmass (Beringia) and were affected by a harsh continental climate. A fauna of highly specialised mammals survived in these conditions. The most famous representatives of the mammoth fauna included woolly mammoth, reindeer, horse, steppe bison, musk-ox, woolly rhinoceros, Pleistocene hare, saiga, wolf, arctic fox, wolverine and Pleistocene lion. Well-preserved remains of these mammals were often found in permafrost deposits and used for paleo-environmental reconstructions. Due to global warming at the end of the Pleistocene, marine transgression took place on Beringia from the north and tundra landscape spread northwards from the south. Consequently, and because of changing climate, the mammoth fauna lost its habitat and feeding base, resulting in the extinction of most of its species

Veränderungen des Klimas und der Umwelt bestimmen die Lebensbedingungen von Pflanzen und Tieren auf der Erde. Arten entstehen, passen sich an und sterben wieder aus, wenn sich ihre Lebensbedingungen drastisch verändern. Ein bekanntes Beispiel für eine hoch spezialisierte Lebensgemeinschaft ist die so genannte Mammutfauna, die im Spätpleistozän zeitweise weite Gebiete Eurasiens und Nordamerikas besiedelte und mit Beginn der Klimaerwärmung am Ende des Pleistozäns weitgehend ausstarb. In diesem Kapitel werden einzelne Vertreter der Mammutfauna vorgestellt und ihre Lebensumwelt in den arktischen Gebieten Sibiriens beschrieben. Fossilien der Mammutfauna sind unter anderem aus zahlreichen Funden in der sibirischen Arktis bekannt. Im Dauerfrostboden (Permafrost) sind die gefrorenen Mumien und Knochen von Säugetieren oft sehr gut erhalten und erlauben eine Rekonstruktion der Tiere selber wie auch der Klima- und Umweltbedingungen ihrer Lebensräume in der Vergangenheit (SHER et al. 2005).

Die Ureinwohner Nordostsibiriens fanden oft Reste prähistorischer Tiere, die aus Permafrostablagerungen ausgegraben waren. Das größte Tier, das in der sibirischen Arktis lebte, war das Wollhaarmammut (*Mammuthus primigenius*). Die gewaltigen Knochen und komplett im Permafrost konservierte Mumien von Mammuts brachten viele Legenden hervor. Bekannt sind alte Überlieferungen über Mammut von den Bewohnern des Nordens, den Yakuten, Tungusen und Ostjaken und anderen. Eine der Legenden beschreibt das Mammut als ein Tier, das bis heute tief unter der Erde lebt. Dort, wo ein Mammut entlang geht, wölbt sich die Erde auf und fällt dann zusammen, so dass sich eine Senke bildet. Wenn ein Mammut nahe an die Oberfläche kommt und die Luft spürt, stirbt es. Deshalb findet

E-Mail-Adresse: lSchirrmeister@awi-potsdam.de

man nach Meinung der Bewohner des Nordens so viele dieser Tiere in Steilufeln von Flüssen und Seen, wo sie versehentlich ans Licht geraten sind (GARRUTT & TIKHONOV 2001, LISTER & BAHN 1997).

Mit der wissenschaftlichen Erschließung Sibiriens wurden immer wieder auch Fossilien der Mammutfauna im Permafrost entdeckt. Die erste wissenschaftlich untersuchte Mammut-Mumie, wurde 1799 auf der Bykovsky-Halbinsel in der Laptewsee entdeckt (ADAMS 1807). Die Auswertung des paläontologischen Materials einer Expedition zu den Neusibirischen Inseln durch CHERSKII (1891) zeigte erstmals das gemeinsame Vorkommen von Wollhaarmammuts, Höhlenlöwen, Saiga-Antilopen und Wollnashörnern. Damit war eine Fauna beschrieben, die später als Mammutfauna bekannt wurde (Tab. 3.2-1). Spätere Expeditionen in die sibirische Arktis erbrachten weitere aufschlussreiche Funde zur Mammutfauna.

Beringia

Untersuchungen der geologischen Struktur und der fossilen Pflanzen- und Tierwelt auf dem Gebiet des heutigen Sibiriens führten Wissenschaftler zu der These, dass sich das Festland während der letzten Eiszeit wesentlich weiter als heute nach Norden erstreckt hat. Heute glaubt man, dass im östlichen Sektor der Arktis das Schelf der arktischen Meere bis etwa in Höhe der 100-m-Isobathe eine unvergletscherte Küstenebene bildete (Abb. 3.2-1). Die südlichen Ränder dieser Küstenebene sind stellenweise bis heute erhalten geblieben und bilden die Yana-Indigirka- und Kolyma-Tiefen in Nordostsibirien. Der heutige Verlauf der Küstenlinie ist die Folge des Meeresspiegelanstiegs (Transgression) während des Spätglazials und des Holo-

Tab. 3.2-1: Vertreter der Mammutfauna Nordostsibiriens.

Lateinische Bezeichnung	Deutsche Bezeichnung
<i>Mammuthus primigenius</i> (BLUMENBACH 1799)	Wollhaarmammut
<i>Equus caballus</i> LINNAEUS 1758	Pferd
<i>Coelodonta antiquitatis</i> (BLUMENBACH 1799)	Wollhaarnashorn
<i>Bison priscus</i> (BOJANUS 1827)	Steppen-Bison
<i>Saiga tatarica</i> LINNAEUS 1766	Saiga-Antilope
<i>Praeovibos</i> sp. STAUDINGER 1908	Ur-Moschusochse
<i>Ovibos moschatus</i> (ZIMMERMANN 1780)	Moschusochse
<i>Rangifer tarandus</i> LINNAEUS 1758	Rentier
<i>Cervus elaphus</i> LINNAEUS 1758	Rothirsch
<i>Alces</i> sp.	Elch
<i>Lepus tanaiticus</i> GUREEV 1964	Eiszeitlicher Hase
<i>Alopex lagopus</i> LINNAEUS 1758	Polarfuchs
<i>Canis lupus</i> LINNAEUS 1758	Wolf
<i>Martes</i> sp.	Marder
<i>Gulo gulo</i> LINNAEUS 1758	Vielfraß
<i>Panthera leo spelaea</i> (GOLDFUSS 1810)	Höhlenlöwe
<i>Microtinae</i> gen.	Nagetiere

zäns. Untersuchungen der pleistozänen Fauna Alaskas und Nordkanadas offenbaren eine verblüffende Ähnlichkeit mit der arktischen Fauna und Flora Sibiriens dieser Zeit. Alle Gebiete des kontinentalen Schelfs von Taimyr bis Alaska waren sicherlich ein einheitliches Festland, das man als Beringia bezeichnet (HULTÉN 1937). Die Mammutfauna wird von Wissenschaftlern als Komplex von Säugetieren interpretiert, der unter kalten, stark kontinentalen Klimabedingungen existierte und von Pflanzenfressern dominiert wurde. Die Untersuchung von Pflanzenresten und Pollen im Verdauungstrakt gefrorener Mumien pleistozäner Säugetiere, zeigte, dass Stußgräser, Kräuter und Beifuß eine vorherrschende Rolle bei der Ernährung dieser Fauna spielten (z.B. SOLONEVICH & VIKHAREVA-VASIL'KOVA 1977).

Tundrasteppes

Die intensive Frostspaltenbildung und das Wachstum von polygonalen Eiskeilnetzen (s. Kap. 1.6 und 4.9) in Zusammenhang mit der weiten Verbreitung von Süßgräsern deuten darauf hin, dass das Klima im Spätpleistozän durch sehr kalte Winter und relativ warme, trockene Sommer geprägt war. Eine solche Rekonstruktion der landschaftlich-klimatischen Bedingungen erklärt das Aufblühen von kryophilen (kälteliebenden) und xerophilen (trockenheitsliebenden) Florenelementen in einer Tundrasteppes (TUGARINOV 1929). In den Permafrostgebieten Sibiriens und im Norden Nordamerikas nahm die Tundrasteppes im Spätpleistozän eine herausragende Stellung ein. Heute sind Pflanzenassoziationen der Tundrasteppes lediglich in Refugien an Südhängen der Gebirge Nordostsibiriens und Alaskas, wie auch in den kalten Trockengebieten der Hochgebirge Zentralasiens erhalten.

In der Tundrasteppes lebten typische Vertreter der Tundra (Rentier, Moschusochse und Lemming) und der Steppes (Pferd, Saiga-Antilope, Bison und Ziesel) zusammen.

Hinzu kamen hochspezialisierte Arten, die mit dem Verschwinden der Tundrasteppes ausstarben, wie Mammute, Wollhaarnashörner, Höhlenlöwen und Riesenhyänen. Im Folgenden werden die wichtigsten Vertreter der Mammutfauna der sibirischen Arktis vorgestellt (Abb. 3.2-2):

Mammutfauna

Wie aus der Bezeichnung bereits ersichtlich wird, sind die Wollhaarmammute (*Mammuthus primigenius*) die herausragenden Vertreter der Mammutfauna, die im Pleistozän Beringia besiedelte. Reste von Mammuten stellen ca. 30% der Gesamtanzahl des gesammelten und untersuchten Materials von Großsäugern der Mammutfauna dar (Abb. 3.2-2). Das Mammut war das größte Tier, das unter den strengen Bedingungen der sibirischen Tundrasteppes vorkam. Es existiert ein sich hartnäckig haltender Irrtum, dass die Mammute die größten aller uns bekannten Elefanten waren. Das ist jedoch nicht so. Die Schulterhöhe lag bei den Mammutmännchen unter 3,5 m und die Weibchen waren

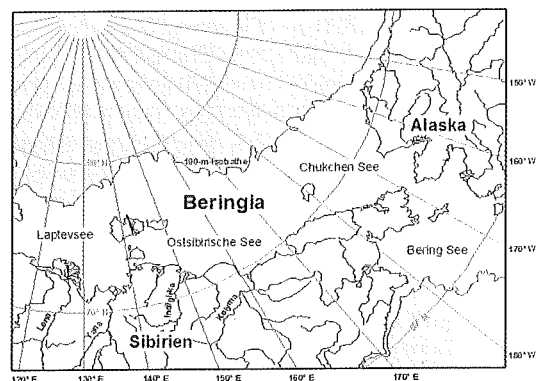


Abb. 3.2-1: Ausdehnung Beringias während der letzten Eiszeit vor ca. 20.000 Jahren (verändert n. KIENAST et al. 2005).

noch kleiner (GARRUTT & TIKHONOV 2001). Aus Ausgrabungen sind Elefanten bekannt, die deutlich größer als 4 m waren, wie z.B. das Steppenmammut oder auch der heutige Afrikanische Elefant. Das Wollhaarmammut ähnelte in seiner Größe dem heutigen Indischen Elefanten (VERESHCHAGIN & TIKHONOV 1990). Seine Stoßzähne jedoch waren mit bis zu 4 m Länge deutlich mächtiger als die der heute lebenden Elefanten. Sie waren stark gebogen und dienten den Mammuten offensichtlich im Winter dazu, ihre Nahrung unter dem Schnee freizulegen. Das bestätigt sich auch anhand von Abriebspuren an den Unterseiten von Mammutstoßzähnen. Mammute waren im Unterschied zu ihren Verwandten vollständig von einem dichten Fell bedeckt, wie aus fossilen Fell- und Hautfragmenten bekannt ist. Das Fell bestand aus einem hellbraunen Unterfell, das von langen, groben dunkelbraunen Haaren und am Rücken von schwarzen, bis zu 40 cm langen Haaren bedeckt war.

Anhand zahlreicher Reste von Pferden (*Equus caballus*) ist es möglich große Herden zu rekonstruieren, die im Pleistozän die Weiten Beringias bevölkerten. Nach Skelettfunden auf den Neusibirischen Inseln und auf der Taimyr-Halbinsel konnte die Schulterhöhe mit 146 cm bestimmt werden, womit sie zur Gruppe der Ponys gehören. Gleichzeitig lässt sich jedoch eine Gruppe hoch gewachsener Nord-Pferde mit einer Schulterhöhe von ca. 165–170 cm nachweisen. Die Pferde des Pleistozäns waren, wie auch die heute lebenden, von einem Fell bedeckt, das aus einem dunkleren Unterfell und helleren Deckhaaren besteht. Nach gefundenen Fellfragmenten, kann man den fossilen Pferden eine falbe oder rotbraune Färbung mit einer Haarlänge am Rumpf von ca. 10 cm zuordnen. Sehr wahrscheinlich

waren die Pferde, die in den hohen arktischen Breiten vorkamen, den heutigen jakutischen Pferden ähnlich, für die eine starke Fellbedeckung typisch ist. Das große Vorkommen von Pferderesten in den Sammlungen der Mammutfauna dient als wichtiger Hinweis auf die paläoklimatischen Bedingungen. Im Winter war die Mächtigkeit der Schneedecke in den Siedlungsgebieten der Pferde gering. Von heutigen Pferden ist bekannt, dass die Schneedecke nicht mächtiger als 50–60 cm sein darf, damit die Pferde unter dem lockeren Schnee ihre Nahrung finden.

Das Steppen-Bison (*Bison priscus*) ist ein weiterer häufiger Vertreter der Mammutfauna. Die Männchen erreichten bis zu 180 cm Schulterhöhe und ein Gewicht von bis zu 700 kg. Die Weibchen waren deutlich kleiner. Fossil sind häufig die gehörnten Schädel erhalten, die es sowohl bei den Männchen, wie auch bei den Weibchen gibt. Nach gefundenen Fragmenten von Bisonmumien weiß man, dass das Steppen-Bison ein dichtes, hell- bis dunkelbraunes Fell besaß, wobei der vordere Teil des Körpers von langen und der hintere Teil von kürzeren Haaren bedeckt war.

Einige, wenige Funde von Knochenresten der Saiga-Antilope (*Saiga tatarica*) zeugen davon, dass diese Tiere, die heute tausende Kilometer südlich der sibirischen Arktis in den kontinentalen Steppen des sibirischen Südrusslands, Kasachstans und der Mongolei vorkommen, ebenfalls zur sibirischen Mammutfauna gehörten. Das Auftreten von Saiga-Antilopen belegt das Vorhandensein von trockenen Böden im Sommer und einer geringen Schneehöhe im Winter. Saiga-Antilopen müssen, wie auch Pferde, im Winter ihre Nahrung mit Hufen aus dem Schnee graben, was bei einer zu hohen Schneedecke unmöglich ist.

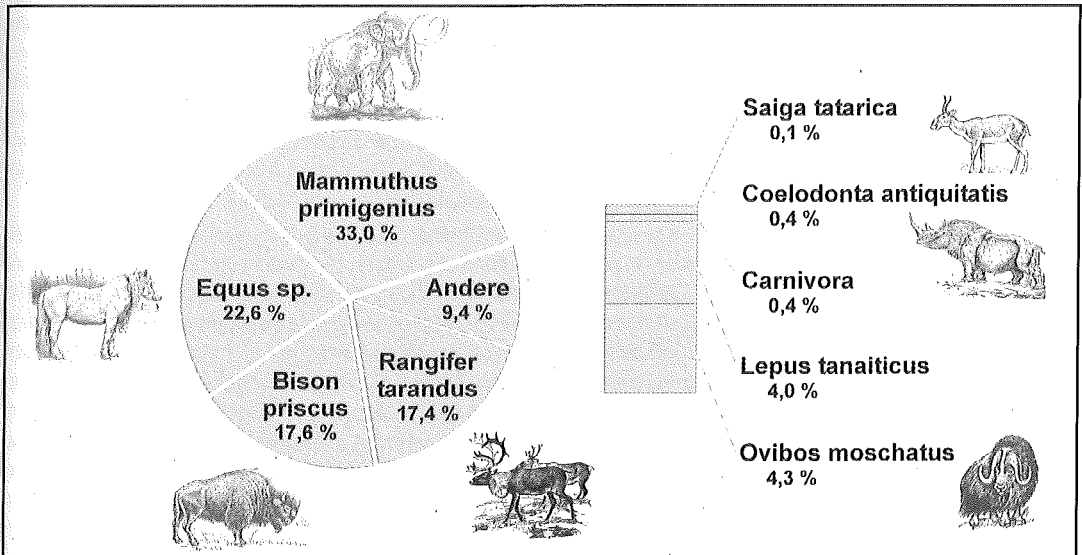


Abb. 3.2-2: Zusammensetzung der Fossilienkollektion der Mammutfauna (2479 Fundstücke), gesammelt während der gemeinsamen deutsch-russischen Expeditionen 1998–2005 des Alfred-Wegener-Institutes (Identifizierung T.V. Kuznetsova).

Das einzige große Huftier, das auch heute noch als Überlebender der Mammutfauna in großer Anzahl in den arktischen Gebieten Sibiriens lebt, ist das Rentier (*Rangifer tarandus*). Ihrem Körperbau nach unterscheiden sich die heutigen Rentiere nicht von denen, die seinerzeit zusammen mit den Mammuts und Wollnashörnern grasten. Heute kommen Rentiere als wildlebende und als domestizierte Form vor. Dichtes Fell mit hohlen Haaren und eine dicke Fettschicht schaffen eine Wärmeisolierung, die es ihnen erlaubt, Fröste von mehr als -50°C und starke Winde auszuhalten. Die Nase ist im Unterschied zu anderen Hirschtieren von Fell bedeckt, was ebenfalls eine Anpassung an die strengen arktischen Bedingungen darstellt. Hohe Temperaturen verträgt ein Rentier jedoch nicht und überhitzt sich schon bei länger andauernden Temperaturen über 15°C . Die Tiere sind sehr widerstandsfähig. Sie schwimmen gut und bewegen sich leicht in Sümpfen und über lockeren Schnee. Große, gerundete Hufe mit breit stehenden Zehen gewährleisten eine große Trittlfläche. Das helle, fast weiße Winterfell ist am Rumpf bis zu 10 cm lang und am Nacken bis zu 30 cm. Das braune bis braun-graue Sommerfell ist kürzer (DANILKIN 1999). Ihre Anspruchslosigkeit in der Ernährung trug ebenfalls zum Überleben dieser Art unter strengen klimatischen Bedingungen bei. In Nordostsibirien gehören 213 Pflanzenarten »auf den Speisezettel« der Rentiere: 46 baum- und strauchartige Pflanzenarten; 134 Grasarten; 19 Flechtenarten, 5 Moosarten und 8 Pilzarten. An Ufern werden auch Algen verzehrt. Nahrung tierischer Herkunft wird von Rentieren ebenfalls genutzt, wozu unter anderem Nagetiere, Vogeleier und Jungvögel gehören. Im Winter wächst der Anteil der Flechten (Rentierflechte) in der Ernährung der Rentiere deutlich. Mühelos finden sie Rentierflechten unter dem Schnee und graben sich auch durch eine lockere, 75–80 cm mächtige Schneedecke. Ein einziges Rentier weidet am Tag 30–90 m² der Winterweiden mit großen Rentierflechtenvorkommen ab, um sich satt zu fressen, auf weniger ergiebigen Weideplätzen bis zu 280 m² (DANILKIN 1999). Rentiere unternehmen weite saisonale Weidezüge. Die Populationen der Yana-Indigirka-Tiefebene ziehen im Jahr teilweise 600–1.000 km weit.

In den paläontologischen Sammlungen der Mammutfauna finden sich auch Knochen von Moschusochsen (*Ovibos moschatus*). Dieses große, stämmige Tier war im Widerrist bis zu 110–150 cm hoch, bis zu 300 kg schwer und von einem langen (bis zu 16 cm langen Haaren auf dem Rücken) dunkelbraunem Fell bedeckt. Dadurch war es gut gegen Kälte und Wind geschützt und sehr gut an die extrem kalten Bedingungen des hohen Nordens angepasst. Der Moschusochse ist auch dadurch bemerkenswert, dass er sich als Wildform bis heute in den Tundren Nordamerikas und Grönlands erhalten hat, wo die Schneedecke im Winter gering bleibt bzw. vom Wind verblasen wird. Ende des 20. Jahrhunderts wurden Moschusochsen auf der

Taimyr-Halbinsel, der Wrangel-Insel und im Lenadelta erfolgreich unter den Bedingungen der sibirischen Arktis wieder angesiedelt.

Klimawandel und Artensterben

Bis heute nicht eindeutig geklärt sind die Fragen wann und warum die Hauptvertreter der Mammutfauna zu Beginn der holozänen Warmzeit ausstarben. Wahrscheinliche Ursachen liegen in drastischen Klimaänderungen dieser Zeit, aber auch der Einfluss des Menschen (»Mammutjäger«) wird eine Rolle gespielt haben (z.B. FRENZEL 1989; KAHLKE & MOL 2005).

Durch komplexe Untersuchungen von Permafrostablagerungen in Nordostsibirien wie sie beispielsweise im Rahmen von gemeinsamen deutsch-russischen Expeditionen des Alfred-Wegener-Institutes durchgeführt wurden (SCHIRRMESTER et al. 2002), konnten folgende Etappen in der Veränderung der Lebensbedingungen der Mammutfauna abgeleitet werden (Abb. 3.2-3):

- Vor 50.000–34.000 Jahren lassen sich anhand von Pollendaten Julitemperaturen von $0,5\text{--}1,5^{\circ}\text{C}$ wärmer als heute und 25–75 mm mehr Jahresniederschlag rekonstruieren. Das ist eine Periode der günstigen Umweltbedingungen für alle vorgestellten großen Pflanzenfresser.
- Die 2. Periode (33.000–22.000 Jahre vor heute) war durch sehr strenge Klimabedingungen charakterisiert mit $2\text{--}5^{\circ}\text{C}$ niedrigen Julitemperaturen und 50–100 mm geringeren Jahresniederschlägen als heute. Jedoch lässt sich trotz dieser strengen Umweltbedingungen kein deutlicher Rückgang der Hauptvertreter der Mammutfauna feststellen.
- Die 3. Periode (22.000–15.000 Jahre vor heute) wird durch die kältesten und trockensten Bedingungen charakterisiert. Und das ist die Zeit einer starken Verringerung der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Mammute.
- Die Schlussperiode des Spätpleistozäns (15.000–10.000 Jahre vor heute) ist eine Zeit, in der Mammute letztmalig verstärkt auftraten. Die rekonstruierten Julitemperaturen lagen etwa $1,5^{\circ}\text{C}$ und die Jahresniederschläge um 25 mm höher als heute.

Mit der holozänen Erwärmung vor ca. 9.000 Jahren begann infolge des Abschmelzens der eurasischen Eiskappen eine südwärts gerichtete Überflutung (Meerestransgression) weiter Teile Beringias. Zugleich breiteten sich durch zunehmend humides Klima feuchte Waldtundra-Landschaften nordwärts aus. Dadurch verschwanden mit der Tundrasteppie die Ernährungsgrundlage und der Lebensraum für die Mammutfauna in drastischer Weise. Da Huftiere und Mammute durch das Zertreten von Weideplätzen und das selektive Wegfressen bestimmter Pflanzen die Tundrasteppie erhielten, beschleunigte ihr Aussterben den Landschaftswechsel von der Tundrasteppie zur Tundra und Waldtundra

Ungeachtet des starken Landschaftswandels erhielten sich Moschusochsen und Pferde auf den Neusibirischen

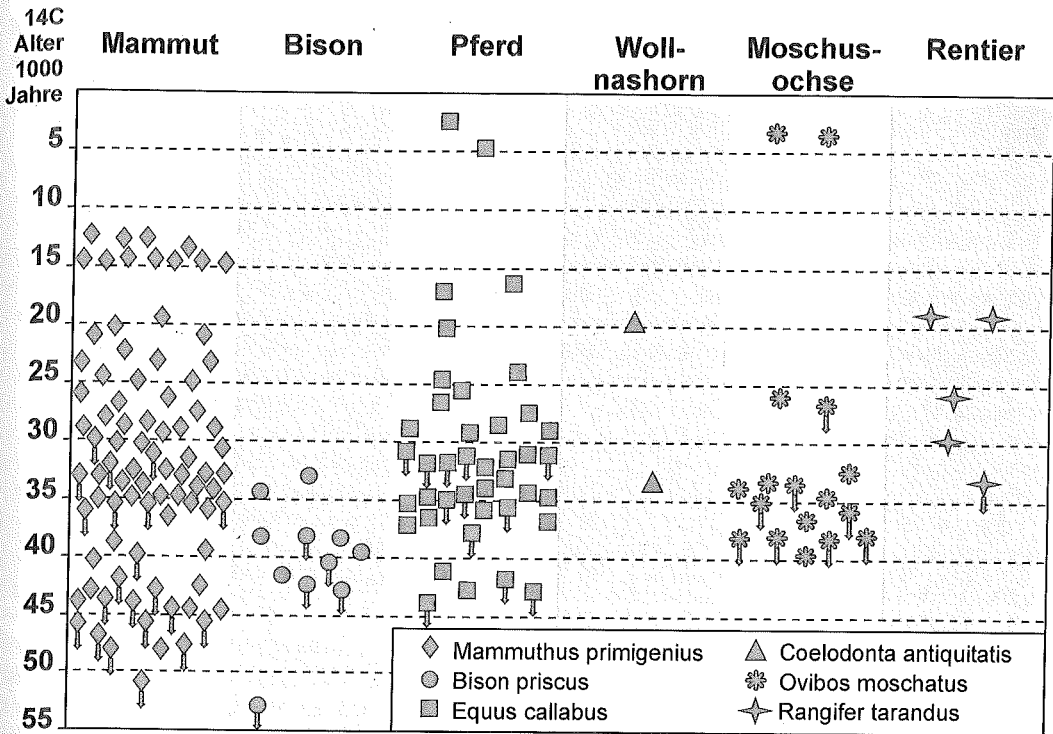


Abb. 3.2-3: Altersdatierungen an Knochen von Vertretern der Mammutfauna, gesammelt während der gemeinsamen deutsch-russischen Expeditionen des Alfred-Wegener-Institutes zwischen 1998 und 2005. Die abwärts gerichteten Pfeile geben das Mindestalter der Datierung an.

Inseln und im Küstenbereich des Kontinentes bis 2.000 – 2.500 Jahre vor heute. Im Weiteren verringerten sich diese Populationen stark durch die Jagd der Menschen, was schließlich zum vollständigen Aussterben dieser Arten in der sibirischen Arktis führte. Durch den Menschen wurde offensichtlich auch das letzte Refugium von Mammuts auf der Wrangel-Insel ausgelöscht. Die späteste Datierung von Mammutknochen der Wrangel-Insel hat ein Alter von 3.700 Jahren vor heute (VARTANYAN et al. 1993).

Durch den derzeit stattfindenden Klimawandel werden die heute noch in der Arktis vorkommenden Arten der Mammutfauna (z.B. Rentiere und Moschusochsen) in ihren Lebensbedingungen stark beeinträchtigt. Erhöhte Niederschläge, steigende Bodentemperaturen und die Zunahme der sommerlichen Auftautiefe im Permafrost sowie die erwarteten höheren Lufttemperaturen (s. Kap. 4.9) werden die Landschaften des hohen Nordens durch Thermokarst und zunehmende Versumpfung der Tundren stark verändern (ACIA 2004). Die Trittfestigkeit der Tundraoberfläche verringert sich. Eiskrusten auf der Vegetation (z.B. Rentierflechte) aufgrund erhöhter Herbstniederschläge und eine höhere Schneedecke verhindern den ausreichenden Zugang der Pflanzenfresser zu den winterlichen Nahrungsreserven. Aufgrund der sich vollziehenden Umweltverände-

rungen sind Veränderungen in der Vegetation zu erwarten, die sich möglicherweise (ähnlich wie im Frühholozän) auf die Nahrungsgrundlagen der Tiere auswirken. Die an Kälte angepassten Tiere würden bei ständig erhöhten Temperaturen ihre angestammten Lebensräume aufgeben müssen.

Schlussbemerkung

Der pleistozäne Klimawandel hatte über viele Jahrhunderttausende einen nur relativ geringen Einfluss auf die sibirische Mammutfauna. Zwar starben einige Arten der Mammutfauna aus, doch das geschah innerhalb der Zeiträume, wie sie typisch für das Verschwinden von Arten im Känozoikum (Erdneuzeit) waren. Die verschiedenen Vertreter dieser Artengemeinschaft waren an die stark kontinentalen Umweltbedingungen der Tundrasteppes in den unvergletscherten Tieflandgebieten der sibirischen Arktis hervorragend angepasst. Erst mit der globalen Klimaerwärmung im Holozän verschlechterten sich die Lebensbedingungen für den gesamten hoch spezialisierten Faunenkomplex so stark, dass zahlreiche Vertreter ausstarben und die Mammutfauna verschwand. Somit stellt die Mammutfauna ein deutliches Beispiel für den klimabedingten natürlichen Faunenwandel am Ende des Pleistozäns dar ♦